

유기산 복합물 급여가 육계 생산성, 장기무게, 혈액내 면역적 성상 및 장내 용모 형태에 미치는 영향

장해동 · 유종상 · 김효진 · 신승오 · 황염 · 주천상 · 진영걸 · 조진호 · 김인호[†]

단국대학교 동물자원학과

Effect of Dietary Organic Acid Mixture on Growth Performance, Organ Weight, Blood Immunological Parameter and Intestinal Villi Morphology in Broilers

H. D. Jang, J. S. Yoo, H. J. Kim, S. O. Shin, Y. Hwang, T. X. Zhou, Y. J. Chen, J. H. Cho and I. H. Kim[†]

Department of Animal Resource & Science, Dankook University

ABSTRACT The study was conducted to evaluate the effects of dietary organic acid mixture(lactic acid 12%, formic acid 9%, citric acid 5%, butyric acid 5% and phosphoric acid 6%) on growth performance, organ weight, blood immunological parameter and intestinal villi morphology in broilers. Dietary treatments included 1) CON (basal diet), 2) OA1 (basal diet + 0.1% organic acid mixture) and 3) OA2 (basal diet + 0.2% organic acid mixture). Four hundred eighty hatched Arbor Acre broiler chickens were housed in 24 pens of 20 birds each. Eight replicate pens were allotted into each treatment by completely randomized design. Daily weight gain, feed intake and feed/gain were not significantly different among the treatments. In organ weight, that of gizzard was significantly heavier in OA2 than CON (Linear effect $t = 0.034$). However, those of spleen and intestine were not significantly different among the treatments. Blood immunological parameters such as RBC, WBC and lymphocyte were not significantly difference. In intestinal villi morphology, villi length was increased in OA1 compared to CON (Quadratic effect = 0.050). In conclusion, 0.2% organic acid mixture was effective to improve gizzard weight of broilers.

(Key words : complex organic acid, growth performance, blood immunological parameters, intestinal villi, broiler)

서 론

가축에서 항생제는 영양소 이용을 개선, 질병 예방 및 치료, 성장 촉진을 목적으로 사용되어왔다. 그러나 병원균들의 항생제 내성이 발생되고 있는 실정에서, 축산물 내 내성 문제와 항생제 잔류 문제가 나타나고 있다. 따라서, 사료 내 항생제 급여에 대한 규제가 강화되면서 항생제 대체 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

항생제 대체 물질 중에 하나인 유기산은 산성을 띠는 유기 화합물을 나타내는 것으로서, lactic acid(젖산), citric acid(구연산), propionic acid(프로피오닉산), formic acid(개미산)과 fumaric acid(푸마르산)등이 있다. 유기산은 장내 pH를 낮추어 장내 미생물총의 변화를 주는 것으로 알려져 있다(Radecki et al., 1988). 유기산의 생화학적 특성에 따라 병원균의 세포막

내로 투과되어 세포 내부의 pH를 낮춰 대사 에너지 고갈, 세포막 대사 저하, 세포액의 유출과 영양소 이용 차단 등의 작용으로 병원균을 사멸시킨다고 하였다(Kirchgesser and Roth, 1982). 또한, 단백질 소화율 증가와 칼슘, 인, 마그네슘과 아연의 대사 작용을 증가시킨다고 하였으며(Kirchgesser and Roth, 1988), 위 내 pH의 저하는 pepsinogen을 pepsin으로 전환을 촉진하고 단백질, amino acid 및 mineral 흡수율을 개선시킨다고 하였다(Omogbenidum et al., 2003; 윤병선 등, 2005). Son et al.(2002)의 연구 결과에서는 육계에 유기산 첨가 시 영양소 이용율이 증진된 것은 사료의 소화 기관 통과 속도를 감소시키는 효과로 인해 소화 효소에 의한 소화 시간이 증가하기 때문이라고 보고하였다. Izat et al.(1990a)의 육계에 propionic acid 급여 시 소장 내 *E. coli*와 대장균총을 감소시킨다고 하였으며, 냉동 계육에서 *Salmonella* 수를 감소시킨다고 하

[†] To whom correspondence should be addressed : inhokim@dankook.ac.kr

였는데, Oliveira(1996)도 육계에 복합 유기산을 급여 시 *Salmonella* 오염을 감소시킨다고 하였다.

따라서, 본 시험은 육계에 유기산 복합제의 급여가 생산성, 장기 무게, 혈액 내 면역적 성장 및 장내 용모 형태에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 시험 동물 및 시험 설계

본 시험은 2일령 Arbor Acre broiler(♂) 480수를 공시하였고, 시험 개시 체중은 40.00 ± 0.39 g으로 사양 시험은 5주간 실시하였다. 시험 설계는 1) CON(basal diet), 2) OA1(basal diet + 0.1% organic acid mixture) 및 3) OA2(basal diet + 0.2% organic acid mixture) 3개 처리를 하여 처리 당 8반복, 반복 당 20수씩 완전 임의 배치하였다.

2. 시험 사료와 사양 관리

공시축은 평사로 가로, 세로 1.2 m × 1.2 m 크기의 24개 평사 케이지에 20수씩 사육하였으며, 24시간 점등하였다. 실험 개시 시 온도는 33 ± 1 °C로 하였으며, 매주 2 °C씩 낮추어 시험 종료 시 24 °C를 유지하였다. 기초 사료는 옥수수-대두박 위주의 pellet 형태로서 전기 2주에는 CP 22%, ME 3,100 kcal/kg, lysine 1.10%의 전기사료와 후기 3주는 CP 19%, ME 3,050 kcal/kg 및 lysine 1%의 사료를 급여하였으며(Table 1), 사료와 물은 자유 섭취토록 하였다. 본 시험에 사용된 유기산제는 lactic acid 12%, formic acid 9%, citric acid 5%, butyric acid 5%와 phosphoric acid 6%의 성분을 함유한 유기산 복합제를 사용하였다.

3. 조사 항목 및 방법

1) 생산성

증체량은 개시 시와 종료시에 처리구별로 체중을 측정하였다. 사료 섭취량은 체중 측정시 사료 급여량에서 잔량을 제하여 구하였고 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 산출하였다.

2) 장기 무게 측정

시험 종료시 처리구당 10수씩(암수 각 5수씩) 경골탈퇴 방법으로 도살한 다음, 비장, 근위 및 소장 무게를 측정하여 생체중에 대한 비율로 계산하였다.

3) 혈액내 WBC, RBC 및 Lymphocyte 함량

시험 종료시 처리당 6수씩 임의로 선발하여 익하정맥에서 K₃EDTA Vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액 2 mL를 채취 후 자동 혈액 분석기(ADVID 120, Bayer, USA)를 이용하여 white blood cell, red blood cell 및 lymphocyte를 조사하였다.

4) 소장 용모 측정

소장 용모의 길이를 측정하기 위하여 3주째에 처리당 5수씩 임의로 선발하여 소장을 적출하여 회장 부위를 1 cm 길이로 절단하여 형태학적 관찰을 수행하였다. 소장 용모의 형태학적 관찰을 위하여 절개한 소장은 2.5% glutaraldehyde 용액에 2시간 전공정한 후, 0.2M phosphate buffer(pH 7.4)로 세척하여 2N NaOH 용액에 침적하였다. 3~7일 후 2% osmium tetroxide로 2시간 후 고정하여 에탄올에 탈수하였다. 이를 tert-butyl alcohol로 치환한 후 동결 건조하였으며, Au-Pb으로 코팅하여 광학현미경으로 길이를 측정하였다.

4. 통계 처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model procedure를 이용하여 분석하였고, 대조구와 복합 유기산의 첨가 수준을 비교하기 위해 Polynomial regression(Peterson, 1985)방법으로 linear와 quadratic 효과를 나타내었다

결과 및 고찰

1. 생산성

육계에 있어 유기산 복합제 급여가 체중, 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 전체 시험 기간 동안 체중, 처리구간 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 박재홍 등(2002)의 연구에서 산란계에 유기산을 급여한 처리구가 대조구에 비해 사료 섭취량 및 사료 요구량의 차이가 없었다고 하였으며, Izat et al.(1990b)의 연구에서는 1.0%의 formic acid와 1.45%의 calcium formate를 육계에 급여했을 때 생산성에 영향을 미치지 않았다고 하였다. 우경천 등(2006)의 연구에서도 육계에 유기산 급여 시 유기산 처리구가 대조구에 비해 사료 요구율이나 생산 지수에 있어 유의적 차이가 없다고 하였다. 본 시험에서도 유기산 복합제 급여시 처리구간 차이를 나타내지 않아 이전 연구와 같은 결과를 나타내었다. 따라서, 유기산 복합제는 육계에 급여시 생산성에

Table 1. Feed formula and chemical composition of experiment (as-fed basis)

Ingredient (%)	Starter			Finisher		
	CON	OA1	OA2	CON	OA1	OA2
Corn	55.67	55.57	55.47	63.21	63.11	63.01
Soybean meal (CP 48%)	28.25	28.25	28.25	24.66	24.66	24.66
Corn gluten meal (CP 60%)	6.50	6.50	6.50	3.50	3.50	3.50
Soybean oil	5.50	5.50	5.50	4.89	4.89	4.89
Tricalcium phosphate	2.46	2.46	2.46	2.29	2.29	2.29
Organic acid mixture	–	0.10	0.20	–	0.10	0.20
Limestone	0.89	0.89	0.89	0.70	0.70	0.70
Salt	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamin premix ¹⁾	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Trace mineral premix ²⁾	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-methionine	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
L-lysine-HCl	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition						
ME (kcal/kg)	3,100	3,100	3,100	3,050	3,050	3,050
Crude protein (%)	22.00	22.00	22.00	19.00	19.00	19.00
Lycine (%)	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00
Calcium (%)	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90
Phosphorus	0.80	0.80	0.80	0.75	0.75	0.75

¹⁾ Provided per kilogram of diet: 15,000 IU of vitamin A, 3,750 IU of vitamin D₃, 37.5 mg of vitamin E, 2.55 mg of vitamin K₃, 3 mg of vitamin B₁, 7.5 mg of vitamin B₂, 4.5 mg of vitamin B₆, 24 mg of vitamin B₁₂, 51 mg of niacin, 1.5 mg of folic acid, 126 mg of biotin and 13.5 mg of pantothenic acid.

²⁾ Provided per kilogram of diet: 37.5 mg of Zn, 37.5 mg of Mn, 37.5 mg of Fe, 3.75mg of Cu, 0.83 mg of I, 0.23 mg of Se and 62.5 mg of S.

는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

2. 장기 무게

육계에 있어 유기산 복합제 급여가 장기 무게에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 육계의 근위 무게는 OA2 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타내었다 (Linear effect=0.034). 비장과 소장 무게에서는 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다. Henriuque et al.(1998)의 연구에서는 육계에 항생제, 생균제 및 유기산제 급여 시 회장과 십이지장의 무게에 처리구간 차이를 나타내지 않았다고 하였고, Gunal et al.(2006)의 연구 결과에서도 육계에 항생제,

생균제 및 유기산제 급여 시 소장 무게에 처리구간 차이를 나타내지 않았다고 하여 본 시험 결과와 유사하였다. 가금류에 있어 소화력에 가장 중요한 역할을 하는 근위는 유기산 복합제를 급여한 처리구가 CON구에 비해 유의적으로 증가한 것으로 보아 유기산 복합제가 영양소 소화율을 증진시키는 것으로 사료된다. 하지만, 성장률에 있어 처리구간 차이를 나타내지 않아 추후 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

Partanen and Mroz(1991)은 돼지에 유기산을 급여 시 장내 점막에 작용하여 면역 기능이 향상된다고 하였다. 하지만, 본 시험에서는 면역 세포 활성화에 영향을 미치는 비장 무게에

Table 2. Effects of dietary complex organic acid on growth performance in broilers

Items	CON ¹	OA1 ¹	OA2 ¹	SE ²	Contrast ³	
					1	2
Initial weight (g)	40.10	40.01	40.03	0.15	0.733	0.767
Final weight (g)	1242.8	1143.9	1281.6	87.81	0.757	0.284
Body weight gain (g)	1467.44	1513.83	1469.24	31.72	0.969	0.261
Feed intake (g)	2438.69	2441.75	2456.48	51.00	0.809	0.927
Feed conversion	1.67	1.62	1.67	0.04	0.912	0.287

¹ Abbreviated CON; basal diet, OA1; basal diet + 0.1% complex organic acid, OA2 basal diet + 0.2% complex organic acid.

² Pooled standard error.

³ Contrast (1 = Linear effect, 2 = Quadratic effect).

Table 3. Effects of dietary complex organic acid on organ weight in broilers

Items (g/100g BW)	CON ¹	OA1 ¹	OA2 ¹	SE ²	Contrast ³	
					1	2
Spleen	0.16	0.12	0.15	0.02	0.992	0.194
Gizzard	1.40 ^b	1.44 ^{ab}	1.66 ^a	0.07	0.034	0.339
Intestine	2.79	2.87	2.94	0.22	0.642	0.993

¹ Abbreviated CON; basal diet, OA1; basal diet + 0.1% complex organic acid, OA2 basal diet + 0.2% complex organic acid.

² Pooled standard error.

³ Contrast (1 = Linear effect, 2 = Quadratic effect).

^{ab} Means in the same row with difference superscripts differ ($P < 0.05$).

있어 처리구간 차이가 없어 면역 성장에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

3. 혈액내 WBC, RBC 및 Lymphocyte 함량

육계에 있어 유기산 복합제 급여가 WBC, RBC 및 lymphocyte 함량에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. WBC, RBC 및 lymphocyte 함량 모두 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 동물에 있어 유기산은 세포벽을 쉽게 통과하여 세포내로 진입후 2차적인 미생물 성장을 억제하여 유해균 성장을 방지하는 면역적 특성을 증진시키는 것으로 알려져 있으나, 우경천 등(2006) 연구에서는 유기산 처리구가 대조구에 비해 백혈구와 적혈구 수치에 차이가 없다고 하여 본 시험과 같은 결과를 나타내었다. 따라서, 육계에 유기산 복합제 급여시 혈액 내 면역적 성장에는 영향을 미치지 않는

Table 4. Effects of dietary complex organic acid on blood immunological parameter in broilers

Items	CON ¹	OA1 ¹	OA2 ¹	SE ²	Contrast ³	
					1	2
WBC ($\times 10^5/\text{mm}^3$)	0.96	0.81	0.73	0.08	0.070	0.726
RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	2.40	2.35	2.32	0.04	0.179	0.884
Lymphocyte (%)	29.50	23.13	27.25	2.11	0.464	0.062

¹ Abbreviated CON; basal diet, OA1; basal diet + 0.1% complex organic acid, OA2 basal diet + 0.2% complex organic acid.

² Pooled standard error.

³ Contrast (1 = Linear effect, 2 = Quadratic effect).

것으로 사료된다.

4. 소장 용모 길이

육계에 있어 유기산 복합제 급여가 용모 길이에 미치는 영향을 Table 5에 나타내었다. 용모 길이는 OA1 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났(Quadratic effect = 0.050). Maiorka et al.(2004)의 연구에서 육계에 복합 유기산 급여시 용모 길이와 음와 깊이가 영향을 미치지 않는다고 하였으며, Sun(2005)의 연구에서도 항생제와 유기산 급여시 용모 길이에 영향을 미치지 않는다고 하였다. Gunal et al. (2006)은 유기산제 급여시 대조구와 비교하여 장내 용모 길이에 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 하지만, 본 시험에서는 0.1% 유기산 복합제 급여시 장내 용모의 길이가 유의적으로 증가하였지만, 0.2% 유기산 복합제 급여시 장내 용모가 감소하여 0.1%의 유기산 복합제 급여시 장내 용모에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타내었다.

Table 5. Effect of dietary complex organic acid on intestinal villi morphology in broilers

Item	CON ¹	OA1 ¹	OA2 ¹	SE ²	Contrast ³	
					1	2
Villi length (μ m)	571.26 ^b	755.69 ^a	699.48 ^{ab}	48.63	0.071	0.050

¹ Abbreviated CON; basal diet, OA1; basal diet + 0.1% complex organic acid, OA2 basal diet + 0.2% complex organic acid.

² Pooled standard error.

³ Contrast (1 = Linear effect, 2 = Quadratic effect).

^{ab} Means in the same row with difference superscripts differ ($P < 0.05$).

적 요

본 연구는 유기산 복합제(lactic acid 12%, formic acid 9%, citric acid 5%, butyric acid 5% and phosphoric acid 6%) 급여가 육계의 생산성, 장기무게, 장내 용모 형태 및 혈액내 면역적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 시험을 실시하였다. 사양 시험은 2일령 Arbor Acre Broiler(♂) 480수를 공시하였으며, 5주간 사양 시험을 실시하였다. 시험 설계는 1) CON(기초 사료), 2) OA1(기초 사료 + 유기산 복합제 0.1%) 및 3) OA2(기초 사료 + 유기산 복합제 0.2%)로 3개 처리를 하여 처리당 8반복, 반복당 20수씩 완전 임의 배치하였다. 전체 시험 기간동안 생산성은 처리구간 유의적인 차이가 없었다. 장기무게에서는 근위 무게가 CON 처리구와 비교하여 OA2 처리구가 유의적으로 높게 나타내었다(Linear effect = 0.034). 하지만, 비장과 소장 무게에서는 처리구간 차이를 나타내지 않았다. 혈액내 면역적 성장에서는 처리구간 차이를 나타내지 않았다. 장의 용모에서는 CON 처리구와 비교하여 OA1 처리구가 유의적으로 높게 나타났다(Quadratic effect = 0.050). 결론적으로, 본 시험의 결과 육계에 0.2% 유기산 복합제를 급여시 근위의 중량을 증가시키고, 0.1% 급여 시는 소장 용모의 길이를 증가시키는 효과가 있었다.

(색인어 : 유기산 복합제, 생산성, 혈액 면역, 소장 용모, 육계)

인용문헌

Gunal M, Yayli G, Kaya O, Karahan N, Sulak O 2006 The

effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. *International J Poult Sci* 5(2):149-155.

Henrique ADF, Faria DE, Franzolin R, Ito DT 1998 Effect of organic acid, probiotic and antibiotic on performance and carcass yield of broiler. *Anais da XXXV Reuniao da Sociedade Brasileira. de. Zootecnia* 302-308.

Izat AL, Adams MH, Cabel MC, Colberg M, Reiber MA, Skinner JT, Waldroup PW 1990b Effects of formic acid or calcium fomite in feed on performance and microbiological characteristics of broiler. *Poult Sci* 69(11):1876-1882.

Izat AL, Tidwell NM, Thomas RA, Reiber MA, Adams MH, Colberg M, Waldroup PW 1990a Effects of a buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on the microflora of the intestine and carcass. *Poult Sci* 69:818-826.

Kirchgesser M, Roth MX 1988 Ergotrope Effekte durch prganische suaren in der ferkelaufzucht und schweinemast. *Ubersichten zur Tirernahrung* 16:93-108.

Kirchgesser M, Roth MX 1982 Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition. *Pig News Inf* 3:259-264.

Maiorka A, Santin AME, Borges SA, Opalinski M, Silva AVF 2004 Evaluation of a mix of fumaric, lactic, citric and ascorbic acids on starter diets of broilers. *Arch Vet Sci* 9:31-37.

Oliveira E 1996 O uso de acidos grsaxos de cadeia curta no controle de salmonella em racoes de aves. *Piracicaba: USP/ESALQ*, pp 72.

Omogbenigum FO, Nyachoti CM, Slomimiski BA 2003 The effect of supplementing microbial phytase and organic acids to a corn-soy based fed to early-weaned pig. *J Anim Sci* 81: 1806-1813.

Parttanen KH, Mroz Z 1991 Organic acid for performance enhancement in pig diet. *Nutr Res Rev* 117-145.

Peterson RG 1985 Design and Analysis of Experiments. Marcel Dekkor. New York.

Radecki SV, Juhl MR, Miller ER 1988 Fumaric and citric acids as feed additives in starter pig diets: Effect on performance and nutrient balance. *J Anim Sci* 66:2598~2605.

SAS 1996 SAS user's guide: Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC.

Son JH, Ragl D, Adeola O 2002 Quantification of digestive flow into the caeca. *Br Poult Sci* 43(2):322-324.

Sun X, McElroy KE, Webb Jr, Sefton AE, Novak C 2005 Broiler performance and intestinal alterations when fed frug-free diets. *Poult Sci* 84:1294-1302.

박재홍 박강희 류경선 2002 유기산제와 효모 배양물 급여가 산란계의 생산성 및 계란의 품질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 29(2):109-115.

우경천 이문구 정병윤 백인기 2006 유기산제제(Lactacid[®])와

Essential Oil(Immunocin[®])이 육계에 생산성과 영양소 이용률, 소장내 미생물 균총 및 면역 체계에 미치는 영향. *한국가금학회지* 33(2):141-149.

윤병선 남기택 장경만 황선구 최일신 2005 목초액을 이용한 산란노계의 육질 개선 연구. *한국가금학회지* 32(2):101-106.

(접수일자: 2008. 03. 06, 채택일자: 2008. 03. 24)