

## 식물 추출물, 한방 발효물, 유산균의 단독 및 혼합 첨가 급여가 육계 생산성에 미치는 영향

김동욱 · 김상호 · 유동조 · 강근호 · 김지혁 · 강환구 · 장병귀 · 나재천 · 서옥석 · 장인석<sup>1</sup> · 이규호<sup>2,†</sup>  
농촌진흥청 축산과학원 가금과, <sup>1</sup>진주산업대학교 동물생명과학과, <sup>2</sup>강원대학교 동물생명과학대학

### Effects of Single or Mixed Supplements of Plant Extract, Fermented Medicinal Plants and *Lactobacillus* on Growth Performance in Broilers

D. W. Kim, S. H. Kim, D. J. Yu, G. H. Kang, J. H. Kim, H. G. Kang, B. G. Jang,  
J. C. Na, O. S. Suh, I. S. Jang<sup>1</sup> and K. H. Lee<sup>2,†</sup>

Poultry Science Division, National Institute of Animal Science, R.D.A., Korea

<sup>1</sup>Chinju National University, Korea

<sup>2</sup>Kangwon National University, Korea

**ABSTRACT** This experiment was conducted to investigate the effect of dietary single or mixed supplementation of plant extract, fermented medicinal plants and *Lactobacillus* on performance, nutrient availability, blood characteristics, cecal microflora and intestinal digestive enzymes activity in broiler chickens and to prove the possibility of plant derived compounds and *Lactobacillus* as an antibiotic growth promoter alternative. A total of eight hundred forty, 1-d-old male broiler chicks (Ross strain) were randomly divided into 7 groups with 4 replicates of 30 birds each. The treatments were NC (antibiotic-free diet), PC (basal diet with 0.05% antibiotics and 0.03% anticoccidials), PE (basal diet with 0.1% plant extract), FMP (basal diet with 0.1% fermented medicinal plants), LB (basal diet with 0.1% probiotics), PE+LB (basal diet with 0.1% plant extract and 0.1% probiotics) and FMP+LB (basal diet with 0.1% fermented medicinal plants and 0.1% probiotics). The final body weight, body weight gain and feed conversion rate in all treated groups tended to be improved or significantly improved as compared to those of NC ( $P<0.05$ ). PE was significantly high in the final body weight, body weight gain of all treated groups ( $P<0.05$ ). But the growth performance was significantly lower in all treated groups except PE than PC ( $P<0.05$ ). No synergic effect in growth performance was found when plant extracts and *Lactobacillus* were mixed and fed to broilers. The ratio of albumin to globulin was significantly lower in all groups than NC ( $P<0.05$ ). And the stress indicator (lymphocyte/heterophil ratio) of NC was significantly reduced than other treatments ( $P<0.05$ ). No significant differences were observed on the numbers of cecal microbes and *Lactobacillus*. The number of cecal *E. coli* and *Salmonella* in FMP and LB were significantly reduced ( $P<0.05$ ). The activity of intestinal digestive enzymes except to sucrase of treated groups significantly decreased compare to those of controls ( $P<0.05$ ). These results suggest the possibility that plant extracts and *Lactobacillus* could be used as the alternative of antibiotic growth promoters by improving the performance of broiler chicks.

(Key words : plant extract, fermented medicinal plants, *Lactobacillus*, broiler, performance)

## 서 론

가축 사료 내 항생제의 사용은 가축의 생산성을 향상시켰으며, 대규모의 집약적 축산을 가능하게 하였다(Hernandez 등, 2004). 그러나 최근 축산물 내 항생제 잔류 및 내성균 출현 등의 문제가 대두되면서 항생제 사용에 대한 논란이 계

속되고 있다. 유럽 연합(EU)에서는 성장 촉진용 항생제 (Antimicrobial Growth Promoter : AGP)의 사용을 금지하였으며, 국내에서도 축산물의 안전성 및 경쟁력 제고를 위해 「항생제 등 항균 물질 사용 절감 방안」이 2004년부터 추진되고 있는 중이고, 사료 첨가용 항생제 역시 53종에서 25종으로 축소되었다. 그러나 유럽 연합의 경우, 사료 첨가용 항

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : khlee@kangwon.ac.kr

생제 사용 금지 이후, 가축의 생산성 감소 및 치료용 항생제의 사용량 증가라는 문제점이 나타나고 있다. 이러한 이유로 생산성 감소 및 질병 발생을 최소화하기 위한 새로운 사양 프로그램과 성장성 촉진용 항생제 대체 물질의 개발을 위한 연구들이 지속적으로 진행되고 있다.

현재 여러 종류의 항생제 대체제가 개발, 사용되고 있으나, 그 중에서도 소비자에게 천연물로 손쉽게 인식될 수 있고 생리활성이 우수한 약용 식물 및 식물 추출물에 대한 관심과 연구가 증가하고 있다(Chen 등, 2003; Hernandez 등, 2004). 식물체 내에서 생리활성을 발휘하는 물질은 2차 대사산물로서 phenol, phenolic acid, quinone, flavone, tannin 및 coumarin 등이 속하는 페놀계 화합물과 방향족 성분인 terpenoid와 essential oil 그룹 그리고 alkaloid, lectin 및 polypeptide 그룹으로 크게 구분할 수 있다(Cowan, 1999). 식물체내 존재하는 생리활성 물질은 다양하고 복잡하여 정확한 작용 기전은 밝혀지지 않았으나, 식욕 및 소화 촉진, 장관 내 병원균 증식 억제를 통한 장관 안정화, 장관 자극에 의한 장관 면역 증가 및 소화 효소 분비 촉진 등 식물체 내 다양한 인자들이 가축의 생리 및 대사 작용에 영향을 미칠 수 있다고 알려져 있다(Hernandez 등, 2004; Wang 등, 2004). 또한, 식물 추출물은 특정 미생물의 성장을 촉진시키는 prebiotics와 유사한 역할을 한다고 알려져 있다(Greathead, 2003). Nes와 Skjelkvale(1982)은 마늘, 육두구, 고수 등을 혼합한 향신료 처리시 *Lactobacillus plantarum*의 증식 및 성장이 증가하였으며, 포도당 발효 능력이 향상되었다고 보고하였다. Oregano 추출물 역시 *Lactobacillus plantarum*과 *Pediococcus cerevisiae*의 산 생산량을 증가시켰다(Zaika와 Kussinger, 1981). 생균제는 약용 식물 및 식물 추출물과 함께 효과적인 항생제 대체제로 제시되고 있는데, 그 가운데 유산균은 장내 환경 변화를 통해 *E. coli* 및 *Salmonella* 등의 병원균을 억제하여 장질환 및 내인성 질병을 감소시키고(Fuller, 1973; Dunham 등, 1993), 장관 내에서 단백질, 비타민, 효소 등을 합성하여 가축에 긍정적인 영향을 미치며, 영양소 소화율 개선 및 장관 면역 발달에 관여하여 가축 생산성을 향상시킬 수 있다고 보고되어 왔다(Kornegay 등 1995, Huang 등, 2004).

항생제 대체 물질의 궁극적인 목표는 항생 물질의 완전한 대체이다. 하지만 농장 단위에서 한 가지 물질을 통한 완전 대체는 현실적으로 어렵고 대체제 사용량도 항생제 사용량보다 더 높은 수준이 요구되고 있다. 이러한 이유로 작용 기전이 다른 두 가지 이상의 대체 물질을 이용한 상승 효과 구명 연구들이 새롭게 시도되고 있다.

따라서, 본 연구는 성장 촉진용 항생제의 대체 가능성이

있는 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균을 육계에 단독 또는 혼합 급여하였을 때 생산성, 혈액 특성 및 장내 미생물 군총에 미치는 영향을 조사하여 대체제로서의 이용 가능성 및 이들 간의 상승 효과 여부를 확인하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 재료

공시 재료인 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균은 국내 시판되고 있는 제품을 사용하였다. 식물 추출물은 아니스(anise) 추출물, 백리향(thyme) 추출물 및 퀴라아(quillaia) 추출물이 특정 비율로 혼합된 것이며, 한방 발효물은 감초, 당귀 등 12종의 한약재를 내생포자(endospore)를 형성하는 *Bacillus* 등의 미생물로 발효시킨 것이다. 유산균은 가금 장관에서 유래한 *Lactobacillus reuteri avibro*를 이용하였다.

### 2. 시험 동물 및 시험 설계

육계사료 내 식물 유래 천연물과 생균제의 단독 및 혼합 첨가가 육계 생산성, 혈액 특성, 맹장 미생물 군총 및 소장 내 소화 효소 활성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 1일령 육계 수평아리(Ross strain) 840수를 공시하여 7처리, 4반복, 반복당 30수씩 배치하여 35일간 사양 시험을 실시하였다. 시험구는 항생제 무첨가구(NC)와 항생제 첨가구(PC)를 대조구로 하였으며 시험 사료에 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균을 0.1% 수준으로 첨가한 처리구(EO, FMP 및 LB)와 유산균 0.1%를 혼합한 시험사료에 식물 추출물 및 한방 발효물을 각각 0.1%씩 첨가한 처리구(EO+LB 및 FMP+LB)로 구분하였다.

### 3. 시험 사료 및 사양 관리

시험 사료는 NRC 사양 표준(1994)에 근거하여 단백질과 에너지 함량을 동일하게 배합하였으며, 육계 전기(0~3주)와 육계 후기(3~5주) 사료로 나누어 공급하였다. 시험 사료 배합 및 조성은 Table 1에 나타내었다. 공시계는 전 기간 평사에서 사육하였으며, 사료 급여 및 급수기의 숫자는 반복구별 동일하게 배치하였다. 사양 실험 전 기간동안 사료와 물은 자유채식시켰고 점등은 야간 간헐 점등을 실시하였다.

### 4. 조사 항목

#### 1) 육계 생산성

시험 종료시 체중을 측정하여, 개체별 증체량을 산출하였으며, 사료 섭취량은 전기(0~3주), 후기(3~5주) 반복별로 사료 잔량을 측정하여 섭취량을 구하였다. 조사된 사료 섭취량과 증체량을 통해 사료 요구율을 산출하였다.

## 2) 영양소 이용률

영양소 이용률을 조사하기 위하여 사양 시험 종료 후 평균 체중 범위에 속하는 개체를 처리당 5수씩 선발하여 대사 케이지로 옮겨 3일 동안 전분을 채취하였다. 채취된 전분을 60℃ 송풍 건조기(J-300S, JISICO, Korea)에서 건조시킨 후 분쇄하여 시료로 이용하였다. 일반 성분은 AOAC 방법(1995)을 기초로 하여 측정하였으며, Ca 및 P 함량은 sequential plasma emission spectrometer (ICP-7510, SHIMADZU, Japan)를 이용하여 측정하였다. 각 영양소 이용률은 아래 공식을 이용하여 계산하였다.

영양소 이용률(%) (건물 기준) =

$$\frac{(\text{총 섭취량} \times \text{사료 영양소 함량}) - (\text{총 배설량} \times \text{분뇨 영양소 함량})}{(\text{총 섭취량} \times \text{사료 영양소 함량})} \times 10$$

## 3) 혈액 특성

혈액 특성 변화를 조사하기 위해 시험 종료시 처리당 15수씩 선발하여 익하정맥에서 혈액을 채취하여 생화학 조성 및 백혈구 조성을 분석하는데 이용하였다. 혈액 생화학 조성은 자동 혈액 분석기(COBAS MIRA plus, ROCHE diagnostics)를 사용하여 혈청 내 total protein(TP), albumin 및 globulin을 측정하였다. 백혈구 조성은 자동 혈구 분석기(HE-MAVET<sup>®</sup> HV950FS, Drew Scientific, Inc.)를 이용하여 백혈구 구성 성분들의 수치들을 조사하였다.

## 4) 맹장 내 미생물 균총

맹장 내 미생물 균총의 변화를 조사하기 위해서 시험 종료시 처리당 5수씩 희생시켜 맹장 내용물을 채취하였다. 양쪽 맹장의 내용물을 혼합하여 사용하였으며, 채취된 맹장 내용물은 생리식염수로 10<sup>-9</sup>까지 계단 희석하였다. 단계적으로 희석된 내용물을 plate count agar(총균), SS agar (*Salmonella* spp.), MacConkey agar(*E. coli*) 및 MRS agar(*Lactobacillus* spp.) 평판배지에 각각 접종하였다. *Lactobacillus* spp.는 혐기적으로 나머지는 호기적 조건에서 24시간 배양한 후 균수를 측정하여 맹장 내용물 1 g 당 CFU (colony forming unit)로 계산한 후 log<sub>10</sub>으로 환산 표기하였다.

## 5) 소장 내 소화 효소 활성

소장 내 소화 효소 활성을 조사하기 위해 시험 종료시 처리당 5수씩 희생시켜 소장을 적출하고 소장 점막 세포를 채취한 후 액체 질소로 급속 냉동시킨 후 분석 전까지 -76℃에서 보관하였다. 소장 점막 세포를 manitol buffer와 1:1 비율로 혼합, 균질한 후 원심 분리(4,500 g×12 min)하여 pellet을 얻었다. 얻어진 pellet에 2% triton X-100를 첨가하여 다시 원심 분리(10,000 g×12 min)하고 상층액을 얻어 분석에 사용하였다. 소장 점막 세포내 존재하는 단백질은 bicinchoninic acid 방법(Davis와 Radke, 1987)을 이용하여 분석하였다. 소장 내 sucrase, maltase, alkaline phosphatase 및 leucine aminopeptidase의 활성을 측정하였다. Sucrase 및 maltase 활성은 Dahlqvist(1984)의 방법에 기초하여 수행하였으며, 수용성 전분의 분해 산물인 glucose를 450 nm에서 ELISA reader(THERMO max, Molecular Device, USA)를 이용하여 측정하였다. Alkaline phosphatase 활성은 alkaline phosphatase kit(Sigma Diagnostic, USA)를 이용하여 측정하였다. Leucine aminopeptidase 활성은 Rybina 등(1997)의 방법을 변형하여 실시하였으며, leucine p-nitroaniline을 기질로 하여 반응시킨 후 405 nm에서 ELISA reader를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

## 5. 통계 처리

실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계 분석은 Statistical Analysis System (SAS release ver 9.1, 2002) 의 General Linear Model (GLM) procedure를 이용하여 분산 분석을 실시하였고, 처리구 간에 유의성은 Duncan's multiple range-test (Duncan, 1955)를 이용하여 95% 수준에서 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 육계 생산성

식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균의 단독 및 혼합 첨가 급여가 육계 생산성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 5주 종료 체중, 증체량 및 사료 요구율은 무항생제 대조구에 비해 모든 처리구에서 유의하게 증가하거나 증가하는 경향을 보였다( $P < 0.05$ ). 종료 체중은 식물 추출물 0.1% 단독 첨가구가 1,536 g으로 가장 높았으나, 식물 추출물 0.1% 단독 첨가구를 제외한 다른 처리구는 항생제 대조구에 비해 종료 체중 및 증체량이 다소 떨어지는 경향을 보였다( $P < 0.05$ ). 사료 섭취량은 처리구 간 차이가 관찰되지 않았다. Jamroz와 Kamel(2002)은 capsaicin, cinnamaldehyde 및 carvacrol을 함유

**Table 1.** Formula and chemical composition of the experimental diet

	Starter (0~3wk)		Grower (3~5wk)	
	Free anti- biotics	Anti- biotics	Free anti- biotics	Anti- biotics
	----- % -----			
Corn	53.44	53.46	61.64	61.48
Soybean meal	33.65	33.18	27.88	27.91
Corn gluten meal	4.16	4.49	4.00	4.01
Soybean oil	4.68	4.70	3.06	3.11
Limestone	1.02	1.03	1.23	1.22
Tricalcium phosphate	2.01	2.01	1.31	1.32
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25
DL-Methionine	0.27	0.27	0.08	0.08
Lysin-HCl	0.02	0.03	0.05	0.05
Vitamin-mineral mixture <sup>1</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50
Virginiamycin	0	0.05	0	0.05
Anticoccidials	0	0.03	0	0.03
Sum	100.0	100.0	100.0	100.0
Chemical composition <sup>2</sup>				
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,100	3,100	3,100	3,100
Crude protein (%)	22.0	22.0	20.0	20.0
Lysine (%)	1.10	1.10	1.00	1.00
Methionine (%)	0.50	0.50	0.38	0.38
Methionine + cystine (%)	0.87	0.87	0.72	0.72
Ca (%)	1.00	1.00	0.90	0.90
Available P (%)	0.50	0.50	0.35	0.35

<sup>1</sup> Vitamin-mineral mixture provided following nutrients per kg of diet: vitamin A, 15,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 1,500 IU; vitamin E, 20.0 mg; vitamin K<sub>3</sub>, 0.70 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.02 mg; niacin, 22.5 mg; thiamin, 5.0 mg; folic acid, 0.70 mg; pyridoxin, 1.3 mg; riboflavin, 5mg; pantothenic acid, 25 mg; choline chloride, 175 mg; Mn, 60 mg; Zn, 45 mg; I, 1.25 mg; Cu, 10.0 mg; Fe, 72 mg; Co, 2.5 mg

<sup>2</sup> Calculated values

한 식물 추출물 300 ppm 첨가시 일당 증체량과 사료 요구율이 개선되었다고 보고하였다. Hernandez 등(2004) 역시 2종류의 식물 추출물을 육계에 급여한 시험에서 대조구에 비해 종료 체중 및 일당 증체량이 향상되었다고 보고하였으며, Wang 등(1998)은 천연물에 존재하는 생리활성 물질은 다양하고 복잡하여 정확한 작용 기전은 밝혀지지 않았으나 항균, 면역 강화 및 스트레스 감소 등의 여러 효능을 가지고 있어 가축 생산에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다. 반면 홍성진 등(2001)은 육계에 생약제 급여시 생산성에 있어 차이가 없었다고 보고하였다. Guo 등(2004)은 육계에서 식물 추출물 첨가 급여시 증체량에 있어서 무항생제 대조구에 비해 증가하였으나, 항생제 처리구에 비해서는 감소하는 경향을 보였다고 하였다. Kalbande 등(1992)은 유산균 등의 생균제 첨가 급여는 육계의 일당 증체량 및 사료 요구율을 향상시키고 폐사율을 감소시켰다고 하였으며, 김상호 등(2001) 역시 육계에 유산균 첨가 급여시 영양소 이용률이 향상되고 무항생제 대조구에 비해 종료 체중 및 증체량이 유의하게

**Table 2.** Effects of dietary plants extract, fermented medicinal plants and *Lactobacillus* on growth performance and feed intake in broiler chickens

	Experimental period		Weight gain (g)	Feed intake (g)	Feed conver- sion rate (feed/gain)
	1d (g)	5wk (g)			
NC	45.1	1,390 <sup>b</sup>	1,345 <sup>b</sup>	2,430	1.81 <sup>a</sup>
PC	45.5	1,511 <sup>a</sup>	1,465 <sup>a</sup>	2,527	1.73 <sup>bc</sup>
PE	45.4	1,536 <sup>a</sup>	1,490 <sup>a</sup>	2,551	1.71 <sup>c</sup>
FMP	45.3	1,441 <sup>ab</sup>	1,396 <sup>ab</sup>	2,422	1.74 <sup>bc</sup>
LB	45.0	1,447 <sup>ab</sup>	1,396 <sup>ab</sup>	2,418	1.73 <sup>bc</sup>
PE+LB	45.0	1,452 <sup>ab</sup>	1,407 <sup>ab</sup>	2,490	1.77 <sup>ab</sup>
FMP+LB	44.9	1,462 <sup>ab</sup>	1,417 <sup>ab</sup>	2,448	1.73 <sup>bc</sup>
SEM	0.09	13.0	13.0	19.8	0.01

NC, basal diet; PC, basal diet with 0.05% antibiotics and 0.03% anticoccidials; PE, basal diet with 0.1% plant extract; FMP, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants; LB, basal diet with 0.1% *Lactobacillus*; PE+LB, basal diet with 0.1% plant extract and 0.1% *Lactobacillus*; FMP+LB, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants and 0.1% *Lactobacillus*.

<sup>a-c</sup> Means with the different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

증가하였다고 하였다. 본 시험 결과, 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균 첨가 급여는 육계 생산성에 긍정적인 영향을 미쳤는데, 이는 식욕 및 소화 촉진, 장관 안정화 등 다양한 작용에 의한 것으로 생각된다. 일반적으로 식물체 내 풍부한 유기산 및 essential oil은 장관 pH를 조절하여 유산균 등의 유익균이 장관에 정착, 증식하는데 효과적인 것으로 알려져 있어, 식물 추출물과 유산균의 혼합 급여에 따른 상승 효과를 기대하였으나, 생산성 측면에서는 상승 효과가 나타나지 않았다.

## 2. 영양소 이용률

식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균의 단독 또는 혼합 급여에 따른 육계 영양소 이용률의 변화는 Table 3에 제시하였다. 단백질, 지방, 회분, Ca 및 P 이용률은 모든 처리구 간 유의한 차이가 없었다. 통계적 유의성은 인정되지 않았으나 식물 추출물 0.1% 첨가시(PE 및 PE+LB) 단백질 및 지방 이용률, 유산균 첨가시(LB, PE+LB 및 FMP+LB) 인 이용률이 대조구에 다소 높은 경향을 보였다. Hernandez 등(2004)은 2종의 식물 추출물(essential oil : oregano, cinnamon, pepper, La-

**Table 3.** Effects of dietary plants extract, fermented medicinal plants and *Lactobacillus* on nutrient availability in broiler chickens

	Dry matter	Crude protein	Ether extracts	Ash	Ca	P
	----- % DM basis -----					
NC	72.0	58.5	80.5	50.4	52.4	48.2
PC	72.8	62.1	82.3	50.2	51.3	47.6
PE	75.2	66.4	86.4	52.6	52.1	51.1
FMP	72.7	61.3	82.5	49.5	51.6	49.6
LB	76.0	60.4	85.6	55.6	52.3	54.5
PE+LB	75.4	66.6	86.4	58.4	51.5	53.5
FMP+LB	75.2	61.3	83.1	49.1	58.9	51.6
SEM	3.56	2.96	2.56	2.79	3.11	2.70

NC, basal diet; PC, basal diet with 0.05% antibiotics and 0.03% anticoccidials; PE, basal diet with 0.1% plant extract; FMP, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants; LB, basal diet with 0.1% *Lactobacillus*; PE+LB, basal diet with 0.1% plant extract and 0.1% *Lactobacillus*; FMP+LB, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants and 0.1% *Lactobacillus*.

Values are means.

biatae extract : sage, thyme, rosemary)을 육계에 급여한 시험에서 식물 추출물이 장점막 및 췌장에 작용하여 소화 효소 분비를 촉진시켜 건물 및 지방 소화율을 향상시켰다고 보고하였다. 우경천 등(2007)은 식물 추출물(anise, thyme, quillaia) 및 생약제를 육계에 급여한 시험에서 건물, 단백질, 지방 및 조섬유 이용률이 대조구에 비해 다소 개선되는 경향이 나타났다 하였고, 반면 Rawel 등(2002)은 식물체 내 페놀 화합물이 장관 내 단백질과 결합하여 lysine, tryptophan 및 cysteine의 흡수를 저해하고, 단백질 소화율과 생물가를 감소시켰다고 보고하였으며, Pusztai 등(1991)은 식물 내 lectin 및 tannin이 지방, 단백질 및 탄수화물 대사를 방해하고 장내 용모를 손상시켜 소화 불량 및 성장을 감소를 유발할 수 있다고 보고하였다. 유산균에 있어서는 육계에 유산균 첨가 급여는 단백질, 칼슘 및 인 이용률을 향상시킨다고 보고된 바 있다(김상호 등, 2001). 본 연구에서도 항생제 대체제 급여가 영양소 이용성을 개선시킨 것으로 판단된다.

## 3. 혈액 생화학 조성

사료 내 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균의 단독 및 혼합 첨가가 혈액 생화학 조성에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 간 및 신장 기능의 이상 여부를 측정하는 지표로 이용되는 혈액 내 total protein(TP), albumin, globulin 및 albumin : globulin 비율을 나타내었다. TP 수치에 있어서는 한방 발효물과 유산균 혼합 급여구(EO+LB)가 다른 처리구에 비해 낮거나 낮은 경향을 보였으며( $P<0.05$ ), albumin 수치는 차이가 없었다. Globulin에 있어서는 무항생제 및 항생제 대조구가 다른 처리구에 비해 증가하였다( $P<0.05$ ). 이로 인해 albumin : globulin 비율 대조구에서 유의하게 낮았다( $P<0.05$ ). 육계 혈액 내 TP, albumin 및 albumin : globulin 비율에 대한 정상 범위가 확립되어 있지 않은 상태이기 때문에 본 실험 결과에 대해 확실히 설명할 수는 없으나, 질병 및 염증 발생시 globulin 수치가 증가한다고 알려져 있으며, 이에 따라 albumin : globulin 비율의 감소는 간 기능 이상 및 염증성 질환 여부를 판단하는 근거가 되고 있다. 허브 및 약용 식물에 풍부한 항산화 물질은 free radicals에 의한 간 손상 및 세포의 손상을 감소시킬 수 있다고 알려져 있으며, Mistch 등(2004)은 essential oil이 장내 *Clostridium perfringens*의 성장 및 증식을 효과적으로 억제하고 이를 통해 장 질환 및 간 손상을 예방, 감소시킬 수 있다고 보고하였다.

## 4. 백혈구 조성

사료 내 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균의 단독 및

**Table 4.** Effects of dietary plants extract, fermented medicinal plants and *Lactobacillus* on serum chemical composition in broiler chickens

	NC	PC	PE	FMP	LB	PE+LB	FMP+LB	SEM
Total protein (g/dL)	2.73 <sup>a</sup>	2.81 <sup>a</sup>	2.80 <sup>a</sup>	2.54 <sup>ab</sup>	2.60 <sup>ab</sup>	2.41 <sup>b</sup>	2.63 <sup>ab</sup>	0.04
Albumin (g/dL)	1.13	1.20	1.23	1.17	1.11	1.09	1.15	0.01
Globulin (g/dL)	1.60 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>	1.52 <sup>b</sup>	1.37 <sup>bc</sup>	1.49 <sup>abc</sup>	1.31 <sup>c</sup>	1.49 <sup>abc</sup>	0.03
Albumin : globulin ratio	0.72 <sup>c</sup>	0.75 <sup>c</sup>	0.83 <sup>ab</sup>	0.86 <sup>a</sup>	0.76 <sup>bc</sup>	0.84 <sup>a</sup>	0.79 <sup>abc</sup>	0.01

NC, basal diet; PC, basal diet with 0.05% antibiotics and 0.03% anticoccidials; PE, basal diet with 0.1% plant extract; FMP, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants; LB, basal diet with 0.1% *Lactobacillus*; PE+LB, basal diet with 0.1% plant extract and 0.1% *Lactobacillus*; FMP+LB, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants and 0.1% *Lactobacillus*.

<sup>a-d</sup> Means with the different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

혼합 첨가 급여가 육계의 백혈구 구성에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 대조구 및 유산균 0.1% 첨가구(LB)에서 초기 염증 반응시 증가하는 것으로 알려진 백혈구, 급·만성 염증시 증가하는 다핵구(heterophil) 및 급성 감염증 회복기에 증가하는 림프구(lymphocyte) 다른 처리구에 비해 유의적으로 높았다( $P < 0.05$ ). 면역 지표 및 바이러스성 감염과 관련된 림프구/다핵구 비율의 경우, 무항생제 대조구에 비해 모든 처리구가 유의하게 낮았다( $P < 0.05$ ). 식물체 내 존재하는 polysaccharide는 면역 강화 및 면역 조절제로서 작용할 수 있으며, 선천성 면역뿐만 아니라 후천성 면역에도 영향을 미칠 수 있다고 알려져 있다(Lien과 Gao, 1990; Xue와 Meng, 1996). 또한, saponin 및 lectin 등의 식물 유래 생리활성 물질은 장관 상피 세포를 자극하고, 장관 면역을 증진시킨다고 알려져 있다(Tonevitsky 등, 1996). 유산균 역시 항체 생산 및 면역 반응에 긍정적인 영향을 미친다고 보고된 바 있다(Panda 등, 2000). 본 연구 결과, 면역 지표로 사용되는 림프구/다핵구 비율이 무항생제 대조구에 비해 모든 처리구에서 유의하게 낮아 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균이 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각되나, 백혈구 구성은 개체 및 환경 등에 따른 변이가 크고 백혈구 구성만으로 개체의 생리 상태를 판단하기에는 어려움이 있다. 또한, 모든 처리구의 백혈구 구성이 정상 범위 안에 있거나, 크게 벗어나지 않은 상태이기 때문에 백혈구 구성 이외의 항체 역가 및 혈액 내 면역글로불린 함량 등의 면역 관련 인자에 대한 조사가 수반되어야 할 것으로 사료된다.

**5. 맹장 내 미생물 균총 변화**

육계에서 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균의 단독 또는 혼합 첨가 급여가 맹장 내 미생물 균총에 미치는 영향은

**Table 5.** Effects of dietary plants extract, fermented medicinal plants and *Lactobacillus* on components of leukocyte in broiler chickens

	WBC (K/μL)	HE (K/μL)	LY (K/μL)	MO (K/μL)	EO (K/μL)	BA (K/μL)	LY : HE ratio
NC	22.8 <sup>b</sup>	7.91 <sup>bc</sup>	10.73 <sup>a</sup>	2.20 <sup>ab</sup>	1.38 <sup>c</sup>	0.58 <sup>bc</sup>	1.36 <sup>a</sup>
PC	22.7 <sup>b</sup>	8.35 <sup>ab</sup>	9.98 <sup>a</sup>	2.08 <sup>b</sup>	1.58 <sup>b</sup>	0.71 <sup>a</sup>	1.20 <sup>b</sup>
PE	16.9 <sup>d</sup>	6.08 <sup>c</sup>	7.57 <sup>c</sup>	1.65 <sup>d</sup>	1.11 <sup>d</sup>	0.49 <sup>c</sup>	1.25 <sup>b</sup>
FMP	20.1 <sup>c</sup>	7.38 <sup>cd</sup>	8.79 <sup>b</sup>	1.87 <sup>c</sup>	1.39 <sup>c</sup>	0.67 <sup>ab</sup>	1.19 <sup>b</sup>
LB	24.8 <sup>a</sup>	9.08 <sup>a</sup>	10.90 <sup>a</sup>	2.32 <sup>a</sup>	1.76 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>	1.20 <sup>b</sup>
PE+LB	18.4 <sup>cd</sup>	6.74 <sup>de</sup>	8.04 <sup>bc</sup>	1.75 <sup>cd</sup>	1.29 <sup>c</sup>	0.58 <sup>bc</sup>	1.19 <sup>b</sup>
FMP+LB	17.0 <sup>d</sup>	6.31 <sup>e</sup>	7.40 <sup>c</sup>	1.50 <sup>d</sup>	1.23 <sup>cd</sup>	0.56 <sup>bc</sup>	1.17 <sup>b</sup>
SEM	0.38	0.14	0.19	0.04	0.03	0.02	0.01

NC, basal diet; PC, basal diet with 0.05% antibiotics and 0.03% anticoccidials; PE, basal diet with 0.1% plant extract; FMP, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants; LB, basal diet with 0.1% *Lactobacillus*; PE+LB, basal diet with 0.1% plant extract and 0.1% *Lactobacillus*; FMP+LB, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants and 0.1% *Lactobacillus*.

WBC, White blood cell; HE, heterophil; LY, lymphocyte; MO, monocyte; EO, eosinophil; BA, basophil.

<sup>a-e</sup> Means with the different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

Table 6에 나타내었다. 맹장 내 총균수는 무항생제 대조구에 비해 모든 처리구에서 감소하는 경향을 보였으나 유의차는 없었으며, *Lactobacillus* spp. 수에 있어서는 처리구 간 차이가

**Table 6.** Effects of dietary plants extract, fermented medicinal plants and *Lactobacillus* on cecal microflora in broiler chickens

	NC	PC	PE	FMP	LB	PE+LB	FMP+LB	SEM
	----- log <sub>10</sub> cfu/g content-----							
Total microbes	8.69	8.36	8.30	8.07	8.29	8.29	8.25	0.06
<i>Lactobacillus</i> spp.	9.26	8.90	9.10	9.03	9.14	8.81	9.10	0.08
<i>E. coli</i>	7.31 <sup>ab</sup>	7.32 <sup>ab</sup>	7.35 <sup>ab</sup>	6.30 <sup>c</sup>	6.86 <sup>bc</sup>	7.08 <sup>ab</sup>	7.72 <sup>a</sup>	0.11
<i>Salmonella</i>	6.72 <sup>bc</sup>	6.53 <sup>cd</sup>	6.81 <sup>abc</sup>	5.82 <sup>d</sup>	6.32 <sup>cd</sup>	7.53 <sup>a</sup>	7.39 <sup>ab</sup>	0.13

NC, basal diet; PC, basal diet with 0.05% antibiotics and 0.03% anticoccidials; PE, basal diet with 0.1% plant extract; FMP, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants; LB, basal diet with 0.1% *Lactobacillus*; PE+LB, basal diet with 0.1% plant extract and 0.1% *Lactobacillus*; FMP+LB, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants and 0.1% *Lactobacillus*.

<sup>a-d</sup> Means with the different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

관찰되지 않았다. *E. coli* 및 *Salmonella*의 수는 한방 발효물 0.1% 및 유산균 0.1% 단독 첨가구에서 유의하게 감소하였다. 항균 활성을 발휘하는 작용 기전은 정확히 밝혀져 있지 않았으나, 식물 추출물의 우수한 항균 활성은 이미 알려져 있다(Briozzo 등, 1988; Paster 등, 1990; Dorman과 Deans, 2000). 김곤섭 등(2002)은 어성초, 황금, 구기자 등을 혼합한 한방 사료 첨가제가 육계에서 *Salmonella*의 장관 정착 억제한다고 보고하였으며, 홍성진 등(2001)은 육계 사료 내 생약제제 첨가급여시 장내 *Salmonella*가 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 유산균의 급여는 장관 내 *E. coli* 및 *Salmonella* 등의 병원균을 억제하는 기능을 가진다고 보고되었으며(Fuller, 1973; Baba 등, 1991), 이는 경쟁적 배제 및 장내 환경 변화에 의한 것으로 알려져 있다. 식물 추출물과 유산균의 종류 및 첨가 수준, 가축의 건강 상태 및 이미 정착되어 있는 장내 균총에

큰 영향을 받기 때문에 식물 추출물 및 유산균에 의한 장관 내 미생물 균총 변화 및 병원성 미생물 억제에 있어서는 여러 상반된 결과들이 보고되고 있다.

## 6. 소장 내 소화 효소 활성

식물 추출물, 한방 발효물, 유산균의 단독 및 혼합 급여에 따른 소장 내 소화 효소 활성의 변화는 Table 7에 제시하였다. Sucrase를 제외한 다른 소화 효소의 활성은 대조구에 비해 유의하게 감소하였다( $P < 0.05$ ). 허브 및 약용 식물은 전통적으로 소장 점막의 내인성 분비를 촉진하는데 사용되었으며, 식물 내 존재하는 유기산은 단백질 가수분해를 촉진하고 pH를 낮추어 펩신이 작용하는데 용이하게 한다고 알려져 있다(Ravindran 및 Kornegay, 1993). 또한, 쥐를 대상으로 한 시험에서 식물 추출물은 담즙산 및 췌장액 분비를 증가시켰다

**Table 7.** Effects of dietary plants extract, fermented medicinal plants and *Lactobacillus* on intestinal digestive enzymes activity in broiler chickens

	NC	PC	PE	FMP	LB	PE+LB	FMP+LB	SEM
Sucrase activity ( $\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ )	1.38	1.29	1.24	0.83	1.05	1.09	0.78	0.08
Maltase activity ( $\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ )	7.49 <sup>ab</sup>	8.96 <sup>a</sup>	7.30 <sup>ab</sup>	4.33 <sup>b</sup>	6.87 <sup>ab</sup>	6.60 <sup>ab</sup>	4.23 <sup>b</sup>	0.45
Leucine aminotranspeptidase (Units/min/mg protein)	4.92 <sup>ab</sup>	5.95 <sup>a</sup>	4.73 <sup>ab</sup>	3.59 <sup>b</sup>	4.21 <sup>b</sup>	4.05 <sup>b</sup>	3.93 <sup>b</sup>	0.20
Alkaline phosphatase ( $\mu\text{M}/\text{mg}$ protein/min)	7.37 <sup>ab</sup>	12.78 <sup>a</sup>	4.09 <sup>b</sup>	2.72 <sup>b</sup>	4.74 <sup>b</sup>	3.82 <sup>b</sup>	2.40 <sup>b</sup>	0.89

NC, basal diet; PC, basal diet with 0.05% antibiotics and 0.03% anticoccidials; PE, basal diet with 0.1% plant extract; FMP, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants; LB, basal diet with 0.1% *Lactobacillus*; PE+LB, basal diet with 0.1% plant extract and 0.1% *Lactobacillus*; FMP+LB, basal diet with 0.1% fermented medicinal plants and 0.1% *Lactobacillus*.

<sup>a,b</sup> Means with the different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

고 보고된 바 있다. 그러나 일부 식물 추출물은 내인성 효소의 분비를 억제시키는 것으로 관찰되기도 하였다. Liong과 Shah(2006)는 유산균 급여는 *E. coli* 및 *Salmonella* 등과 같은 장내 병원균을 억제하고, 젖산 생산을 통해 장내 pH를 조정하여 소화 효소의 활성을 증진시킨다고 보고하였다. 본 연구 결과, 대조구에 비해 소화 효소의 활성이 유의하게 감소하였다. 소화 효소 활성은 개체 간 변이가 크고, 도계 시점부터 소장 점막 내 효소는 분해되기 시작하여 그 활성이 지속적으로 감소하기 때문에 이는 식물 추출물 및 유산균이 미친 영향보다 시간 경과 등의 다른 요인이 더 크게 작용한 것으로 추측되며, 추후 보다 세밀한 시험이 필요할 것으로 사료된다.

## 적 요

본 연구는 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균을 육계에 단독 또는 혼합 급여하였을 때 생산성, 혈액 특성, 맹장 미생물 균총 및 소장 내 소화 효소 활성에 미치는 영향을 조사하고 이를 통해 이들의 성장 촉진용 항생제(AGP) 대체 가능성 및 효과적인 이용 방법을 구명하고자 실시하였다. 1일령 육계 수평아리(Ross strain) 840수를 공시하여 7처리 4반복 반복당 30수씩 완전 임의 배치하였다. 시험구는 항생제 무첨가구(NC)와 항생제 첨가구(PC)를 대조구로 하였으며, 시험 사료에 식물 추출물, 한방 발효물 및 유산균을 0.1% 수준으로 첨가한 처리구(PE, FMP 및 LB)와 유산균 0.1%를 혼합한 시험사료에 식물 추출물 및 한방 발효물을 0.1%씩 첨가한 처리구(PE+LB 및 FMP+LB)를 두었다.

5주 종료 체중 및 증체량은 무항생제 대조구에 비해 모든 처리구에서 유의하게 증가하거나( $P<0.05$ ) 증가하는 경향을 보였다. 사료 요구율에 있어서도 무항생제 대조구(NC)에 비해 모든 처리구에서 개선되었다( $P<0.05$ ). 그러나 식물 추출물 0.1% 첨가구(PE)을 제외한 다른 처리구에서는 항생제 대조구(PC)와 비교해서 생산성이 감소하는 경향을 보였으며, 식물 추출물 및 한방 발효물과 유산균 혼합에 따른 상승 효과는 관찰되지 않았다. Albumin : globulin 비율은 대조구에서 유의하게 감소하였으며( $P<0.05$ ), 백혈구 구성에 있어서 스트레스 지표인 림프구/호중구 비율이 역시 무항생제 대조구에 비해 모든 처리구에서 유의하게 낮아졌다( $P<0.05$ ). 맹장 내 총 균수 및 *Lactobacillus* 수에 있어서 처리구 간 차이가 관찰되지 않았다. *E. coli* 및 *Salmonella*의 수는 한방 발효물 0.1% 및 유산균 0.1% 단독 첨가구에서 유의하게 감소하

였다( $P<0.05$ ). 소장 내 소화 효소 활성은 sucrase를 제외한 다른 소화 효소의 활성이 대조구에 비해 유의하게 감소하였다( $P<0.05$ ). 본 연구 결과 식물 추출물 및 유산균 급여는 육계 생산성을 향상시키고, 혈액 특성에 긍정적인 영향을 미쳐 항생제 대체제로서의 이용 가능성이 있을 것으로 생각된다.

(색인어 : 식물 추출물, 한방 발효물, 유산균, 육계, 생산성)

## 사 사

본 연구는 2006년도 교육인적자원부의 재원으로 한국대학교육협의회 대학교수 국내 교류 연구비 지원에 의한 것입니다.

## 인용문헌

- AOAC 1995 Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> Ed Association of Official Analysis Chemist Washington DC USA.
- Baba E, Fuller AL, Gilbert JM, Thayer SG, McDonald LR 1992 Effects of *Eimeria brunetti* infection and dietary zinc on experimental induction of necrotic enteritis in broiler chickens. Avian Dis 36:59-62.
- Briozzo J, Nunez L, Chirife J, Herszage L, D'Aquino M 1988 Antimicrobial activity of clove oil dispersed in a concentrated sugar solution. J Appl Bacteriol 66:69-75.
- Chen HL, Li DF, Chang BY, Gog LM, Dai JG, Yi GF 2003 Effect of Chinese herbal polysaccharides on the immunity and growth performance of young broilers. Poult Sci 82: 364-370.
- Cowan MM 1999 Plant products as antimicrobial agents. Clin Microbiol Rev 12:564-582.
- Dahlgvist A 1984 Assay of the intestinal disaccharidases. Scand J Clin Lab Invest 44:169-172.
- Davis LC, Radke GA 1987 Measurement of protein using flow injection analysis with bicinchoninic acid. Anal Biochem. Feb 15;161 (1):152-6,
- Dorman HJD, Deans SG 2000 Antimicrobial agents from plants : antibacterial activity of plant volatile oils. J Appl Microbiol 29:130-135.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. Biometric 11:1-42.
- Fuller R 1973 Ecological studies on the *Lactobacillus* flora



- associated with the crop epithelium of the fowl. *J Appl Bacteriol* 36:131-139.
- Greathead H 2003 Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceeding of the Nutrition Society* 62: 279-290.
- Guo FC, Kwakkel RP, Soede J, Williams BA, Verstegen MWA 2004a Effect of a Chinese herb medicine formulation, as an alternative for antibiotics on performance of broilers. *Br Poult Sci* 45: 793-797.
- Guo FC, Williams BA, Kwakkel RP, Li HS, Li XP, Luo JY, Li WK, Verstegen MWA 2004b Effect of mushroom and herb polysaccharides, as alternative for an antibiotics, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. *Poult Sci* 83:175-182.
- Hernandez F, Madrid J, Garcia V, Orengo J, Megias MD 2004 Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and organ size. *Poult Sci* 83:169-174.
- Jamroz D, Kamel C 2002 Plant extracts enhance broiler performance. *J Anim Sci* 80(suppl 1):4.
- Kalbande VH, Gaffar MA, Deshmukh SV 1992 Effect of probiotic and nitrofurin on performance of growing commercial pullets. *Indian J Poult Sci.* 27:116-117.
- Kornegay ET, Rhein-Welker D, Lindemann MD, Wood CM 1995 Performance and nutrient digestibility in weanling pigs as influenced by yeast culture additions to starter diets containing dried whey or one of two fiber sources. *J Anim Sci* 73:1381-1389.
- Lien EJ, Gao H 1990 Higher plant polysaccharides and their pharmacological activities. *Int J Orient Med* 15:123.
- Liong MT, Shah NP 2006 Effects of *Lactobacillus casei* synbiotic on serum lipoprotein, intestinal microflora and organic acids in rats. *J Dairy Sci* 89:1390-1399.
- Mitsch P, Zitterl-Eglseer K, Kohler B, Gabler C, Losa R, Zimpermik I 2004 The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poult Sci* 83: 669-675.
- Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaran M 1996 Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilisation and serum cholesterol in broiler. *Br Poult Sci* 37:395-401.
- Nes IF, Skjelkvalle R 1982 Effect of natural spices and oleoresins on *Lactobacillus plantarum* in the fermentation of dry sausage. *J Food Sci* 47:1618-1625.
- Panda AK, Ramarao SV, Reddt MR, Prahara NK 2000 Effect of dietary supplementation of probiotic on performance and immune response of layers in decline phase of production. *Indian J Poult Sci* 35:102-104.
- Paster N, Juven BJ, Shaaya E, Menasherov M, Nitzan R, Weisslowitz H, Ravid U 1990 Inhibitory effect of oregano and thyme essential oils on moulds and foodborne bacteria. *Lett Appl Microbiol* 11:33-37.
- Patel K, Srinivasan K 2000 Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats. *Nahrung* 44:42-46.
- Pusztai A, de Oliveria JTA, Bardocz S, Grant G, Wallace HM 1988 Dietary kidney bean lectin-induced hyperplasia and increased polyamine content of the small intestine. In: Bog-Hansen TC, DLJ Freed, Eds, *Lectins, Biology, Biochemistry and Clinical Biochemistry*, Sigma Library, St Louis, MO, pp. 117-120.
- Ravindran V, Kornegay ET 1993 Acidification of weaning pig diets. *J Sci Food Agri* 62:313-322.
- Ryniba I, Liu V, Gor Y, Feinmark SJ 1997 Regulation of leukotriene A4 hydrolase activity in endothelial cells by phosphorylation. *J Biol Chem* 272:31865-31871.
- SAS 2002 SAS User's guide, Statistical Analysis System Inst. Inc Cary NC.
- Tonevitsky AG, Agapov II, Shamshieve AT, Temyakov DE, Pohl P, Kirpichnikov MP 1996 Immunotoxins containing A-chain of mistletoe lectin I are more active than immunotoxins with ricin A-chain. *FEBS Lett* 392:166.
- Wang RJ, Li DF, Bourne S 1998 Can 2000 years of herbal medicine history help us solve problems in the year 2000? *Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's 14th Annual Symposium.* pp 273-291.
- Xue M, Meng XS 1996 Review on research progress and prosperous of immune activities of bio-active polysaccharide. *J Tradit Chin Vet Med* 3:15-18.
- Zaika LL, Kissinger JC 1981 Inhibitory and stimulatory effects of oregano on *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus cerevisiae*. *J Food Sci* 46:1205-1210.
- 김곤섭 강호조 강정부 하정기 2002 한방제(황금, 석창포, 어성초, 홍화, 구기자, 방기 등)를 이용한 육계용 사료 첨가제 개발. 농림부 최종보고서.

김상호 박수영 유동조 이상진 류경선 유산균과 버지니아마 이신의 급여가 육계의 생산성 및 장내 미생물에 미치는 영향. 한국가금학회지 28:15-25.

우경천 김찬호 남궁연 백인기 2007 생약제(Herbs, Plant extracts)의 급여가 육계의 생산성에 미치는 영향. 한국가금

학회지 34:43-52.

홍성진 남궁환 백인기 2001 생약제제(Miracle20<sup>®</sup>)가 육계의 생산성과 영양소 이용률, 소장내 미생물 균총 및 면역 기능에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 43:671-680.