

Cu-Soy Proteinate(Cu-SP)와 Herbal Mixture(HBM)의 급여가 육계의 생산성, 소장 내 미생물 균총 및 면역체계에 미치는 영향

김찬호^{1a} · 신광석^{2a} · 강환구¹ · 김지혁¹ · 황보 중¹ · 최희철¹ · 문홍길¹ · 백인기² · 방한태^{1,†}

¹국립축산과학원 가금과, ²중앙대학교 동물생명공학과

Effects of Supplementary Cu-Soy Proteinate (Cu-SP) and Herbal Mixture (HBM) on the Growth Performance, Intestinal Microflora, Immune Response in Broilers

Chan Ho Kim¹, Kwang Suk Shin², Hwan Ku Kang¹, Ji Hyuk Kim¹, Jong Hwangbo¹, Hee Cheol Choi¹, Hong Kil Moon¹, In Kee Paik² and Han Tae Bang^{1,†}

¹Poultry Science Division, Livestock Resource Development, National Institute of Animal Science, RDA, Senonghwan 330-801, Korea

²Department of Animal Science and Technology, Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea

ABSTRACT The objective of this experiment was to investigate the effect of dietary supplementation of copper-soy proteinate (Cu-SP) and herbal mixture (HBM) on growth performance, intestinal microflora, and immune response in broiler. A total 1,000 1-d old ROSS 308 (initial BW = 41 ± 0.38 g) were randomly allotted to 1 of 5 dietary treatments with 4 replicates during d 35 of the feeding trial. Dietary included: (1) Control : control diet, (2) Antibiotics : control diet + Avilamycin 6 ppm, (3) Cu-SP : control diet + 100 ppm Cu-soy proteinate, (4) HBM : control diet + 0.15% herbal mixture, (5) Cu-SP+HBM : control diet + 100 ppm Cu-soy proteinate + 0.2% herbal mixture. Two-phase feeding program with a starter diet from d 0 to 21, and a finisher diet from d 22 to 35 was used in the experiment. Within each phase, a diet was formulated to meet or exceed NRC requirements of broilers for macro- and micronutrients. The diet and water were available *ad libitum*. Result indicated that during d 22 to 35 and over all periods of the experiment, feed intake and feed conversion ratio were greater ($P<0.05$) for other treatment than control. Significant differences were found in lymphocyte (LY), and stress indicator (HE:LY ratio). Lymphocyte was greater ($P<0.05$) for Cu-SP + HBM treatment than control. However, stress indicator (HE:LY ratio) were greater ($P<0.05$) for control than Cu-SP + HBM treatment. The plasma IgG was higher ($P<0.05$) in the antibiotics, HBM, and Cu-SP+HBM treatments groups compared with control. The population of *Clostridium perfringens* in the antibiotics, Cu-SP, HBM, Cu-SP + HBM treatment groups were lower ($P<0.05$) than those control. These result suggested that dietary copper-soy proteinate or herbal mixture may be used as an alternative to antibiotics to improve growth performance, and intestinal health of birds.

(Key words : broiler, Cu-soy protinate, herbal mixture, growth performance, intestinal microflora)

서 론

과거 축산산업에서 항생제는 가축의 생산성과 각종 질병을 예방하기 위하여, 어린 시기부터 성숙에 이르기까지 사료 첨가제 및 질병 치료제로서 널리 이용되었다. 최근 축산물 내 항생제 잔류 및 병원성 미생물들이 내성을 가지게 되어, 항생제 사용에 대한 규제가 2011년 7월부터 사료 공장에 대하여 사료 내 항생제 첨가가 전면 규제됨에 따라 항생

제를 대체할 수 있는 여러 소재의 개발이 이루어지고 있다. 항생제 대체 가능한 물질로 제시되고 있는 물질로는 probiotics, prebiotics, 면역 증강제, 유기산제제, 항산화제, 약리적 수준 미량 광물질(Cu, Zn), 식물 추출물 등이 다양하게 이용되고 있다(백인기, 2008).

본 연구는 약리적 사용 수준의 광물질인 구리(Cu)와 다양한 생리활성을 가지고 있는 약용식물을 소재로 하였다. Cu는 모든 세포에서 생기는 생화학 반응 효소의 구성 요소로

^a First two authors equally contributed to this work.

[†] To whom correspondence should be addressed : banght80@korea.kr

cytochrome oxidase, lysyl oxidase, ceruloplasmin, superoxide dismutase 등과 같은 여러 가지 효소들의 보조 인자로 작용한다(Klasing, 1988). 육계 사료에 Cu 50~300 ppm을 무기태나 유기태 형태로 첨가 급여할 경우, 증체량과 사료 요구량이 개선된다고 보고하였다(Fisher et al., 1973; Cromwell et al., 1989; Paik, 1999; Kim et al., 2011; 이문구 등, 2011). 하지만 무기태 광물질을 고수준으로 사용 시 발생할 수 있는 배설물을 통한 토양 오염문제가 제기됨에 따라 사료 내 첨가 수준을 제한함으로써 적정 수준의 사용이 불가능하게 되었다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 유기태 형태로 아미노산 chelate 또는 proteinate를 이용하고 있다. 약용식물은 천연 원료로서 부작용이 적고, 상당한 항균활성 물질이 존재하여 사료 혹은 식품에서 항생제를 대체할 수 있는 이상적인 첨가제로 주목 받기 시작하였다(Kamel, 2001; 홍성진 등, 2002; 이우선 등, 2007). 본 실험에 사용된 지황, 당귀, 작약, 감초, 오미자, 천궁으로 구성되어 있는 복합제인 Herbal mixture를 이유자돈과 육계사료에 첨가 급여 시 증체량과 사료 요구량이 향상된다고 보고하였다(이우선 등, 2007, 우경천 등, 2007). 하지만 육계 사료에 유기태 구리와 생약제제의 혼합 첨가 급여 효과는 아직 연구가 제한적이다.

본 실험에서는 Cu-soy proteinate(Cu-SP)와 Herbal mixture(HBM)을 단독 또는 혼합 급여가 육계의 생산성, 혈액성상, 면역 및 분내 미생물에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

본 실험에서의 동물 관리 및 실험 방법은 중앙대학교 실험동물 관리 및 연구 윤리 위원회의 규정과 허가에 따라 실시하였다.

1. 유기태 구리의 제조 및 공급

Copper-soy proteinate는 이한규(2005)의 방법에 따라 대두박을 Alcalase 2.4 L(Novozymes, Denmark)로 pH 8, 60도에서 가수분해하여 soydigest를 만든 다음 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 와 soydigest를 건물 중량 1:1 비율로 혼합하여 제조하였다. 제조된 copper-soy proteinate(Cu-SP) 내 구리 함량은 20%였다.

2. 시험 사료 및 사양 관리

본 연구는 갓 부화한 육계(ROSS 308)를 암, 수 감별 후 1,000수를 공시하여, 5처리 4반복, 반복 당 50수씩(암, 수 동수)을 20개의 floor pen(가로 2.0 m, 세로 2.4 m)에 완전 임의

배치하였다. 본 시험에서는 대조구(Control : negative control), 항생제구(Antibiotics : avilamycin 6 ppm 첨가구), Cu-SP(Cu-soy proteinate로 Cu 100 ppm 첨가구), HBM(지황 10%, 산약 10%, 당귀 20%, 오미자 5%, 감초 5%, 천궁 10%) 0.15% 첨가구, Cu-SP + HBM(Cu-soy proteinate로 Cu 100 ppm 첨가구 + HBM 0.15%) 첨가구를 총 5로 처리하였으며, 시험사료는 NRC 사양표준(1994)에 준하여 제조되었고, 육계 전기(0~21일), 육계 후기(22~35일)로 나누어 사양되었다(Table 1). 사양 시험 기간은 35일이었으며, 사양 시험 기간 동안 물과 사료는 자유 채식시켰고, 적정 온도를 유지하고, 24시간 점등을 실시하였다.

3. 조사 항목 및 분석 방법

1) 생산성 조사

증체량과 사료 섭취량은 전기(0 to 21 d), 후기(22 to 35 d)로 나누어 처리구별로 측정하였으며, 사료 요구율은 (사료 섭취량 / 증체량)으로 산출하였다. 생산지수는 (출하 시 평균체중 × 생존율 / 출하일령 × 사료 요구율) × 100으로 해서 산출하였다.

2) 혈액 성상 분석 및 혈장 내 면역 글로불린 측정

사양 시험 종료 직후 처리 당 8수씩(총 40수) 선발하여 본 대학 동물 시험 윤리위원회 규정에 의거하여 경추 탈골로 희생시킨 후 심장에서 혈액을 채취하였으며, EDTA가 처리된 진공 채혈관(vacutainer)에 5 mL씩 담아 혈액의 응고를 방지하였다. 24시간 안에 혈구 분석기(HEMAVET, Drew Scientific Inc., Oxford, CT)를 이용하여 WBC(white blood cell), HE(heterophils), LY(lymphocytes), MO(monocytes), EO(eosinophils), BA(basophils), SI(HE:LY)를 분석하였고, 25,000 × g으로 20 min 원심 분리 후 혈장을 따로 분리하여, IgG, IgA 분석 전까지 냉동 보관하였다. 혈장 내 IgG의 농도는 Mancini(1965)에 의해 개발된 single immune-diffusion test(RID test) 법에 준하여 ELISA reader(Bio-Rad. #model-680, Hercules, California)에서 흡광도 450 nm으로 측정하였다. IgG 및 IgA standard reference 값은 chicken IgG 및 IgA(Koma Biotech Co. Ltd., ELSIA chicken IgG 및 IgA core kit)를 1,000, 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.12 ng/mL로 각각 희석하여 측정하였고, 분석 시마다 각각의 회귀 방정식을 사용하여 값을 계산하였다.

3) 장내 미생물

사양 시험 종료 직후, 경추 탈골에 의해 희생된 닭의 ileo-

Table 1. Composition and nutrient content of experimental diets (as-fed basis)

Items	Starter diet (0 to 21 d)	Grower diet (22 to 35 d)
Corn, US No. 3	51.92	54.67
Soybean meal-44% CP	28.10	23.00
Wheat meal	5.00	10.00
Corn gluten	3.84	2.01
Fish meal	4.00	3.50
Tallow	3.50	3.50
Dicalcium phosphate	1.86	1.59
Limestone	1.00	1.00
Sodium chloride	0.22	0.25
Choline-50%	0.06	0.04
Methionine-99%	0.11	0.11
Lysine-78%	0.14	0.11
Vitamin and mineral premix ¹	0.24	0.22
Total	100.00	100.00
ME _n (kcal/kg)	3,100	3,150
CP (%)	22.00	19.00
Ca (%)	1.00	0.92
Avaiable P (%)	0.51	0.45
Lys (%)	1.20	1.02
Met + Cys (%)	0.87	0.75
Copper (mg/kg)	15.33	15.65

¹ Provided per kilogram of the complete diet : vitamin A (from vitamin A acetate), 12,500 IU; vitamin D₃, 2,500 IU; vitamin E (from DL- α -tocopheryl acetate), 20 IU; vitamin K₃, 2 mg; vitamin B₂, 5 mg; vitamin B₆, 3 mg; vitamin B₁₂, 18 μ g; calcium pantothenate, 8 mg; folic acid, 1 mg; biotin, 50 μ g; niacin, 24 mg; Zn (as ZnO), 60 mg; Mn (as MnSO₄ · H₂O), 50 mg; Fe (as FeSO₄ · 7H₂O), 50 mg; Cu (as CuSO₄ · 5H₂O), 6 mg; Co (as CoCO₃), 250 μ g; I (as Ca(IO₃)₂ · H₂O), 1 mg; Se (as Na₂SeO₃), 150 μ g.

² Nutrient contents in all diet were calculated, but copper content were analyzed.

cecal junction의 상부 10 cm씩 일정하게 절개하여 그 안에 있는 모든 내용물을 멸균된 용기에 담아 분석 전까지 -50°C에 보관하였다. 채취한 장 내용물 1 g을 멸균된 15 mL test

tube에 담고, 멸균된 증류수 9 mL를 첨가하여 희석(10⁻¹) 시킨 후 10⁻²~10⁻⁸까지 단계적으로 희석하였다. 세 종류의 선택 배지 평판에 희석된 sample은 1 mL씩 접종시키고, 혐기적 (Gaspak System, BBL Microbiology System, Becton Dickinson & Co., Cockeysville, MD 2130, USA) 또는 호기적으로 배양하였다. 선택 배지 및 배양 조건은 Table 2에 요약하였다. 배양 후 미생물의 수를 각 평판의 colony-forming unit(CFU)으로 계산 후 log₁₀으로 환산하였다.

4. 통계 분석

연구에서 얻어진 자료의 통계 처리를 위하여 각 반복 당 평균 생산성을 SAS(2012)를 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, 처리 간 유의성 분석은 PDIFF option을 이용하여 비교 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 생산성(증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율, 폐사율, PEF)

본 연구에서의 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율, 폐사율 그리고 Production efficiency factor(PEF)는 Table 3에서 보는 바와 같다. Starter 급여 기간(0 to 21 d) 동안에는 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율이 처리 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, Finisher 급여 기간(22 to 35 d) 동안 사료 섭취량은 대조구가 항생제구, Cu 처리구 및 HBM 처리구와 비교하여 유의적으로(P<0.05) 높았다. 사료 요구율은 항생제구, Cu 처리구, HBM 처리구가 대조구와 비교하여 유의적으로(P<0.05) 낮은 수치를 보여주었다. 전 기간(0 to 35 d) 동안 증체량은 항생제구, Cu 처리구, HBM 처리구들이 대조구와 비교하여 유의적으로(P<0.05) 높았으며, 사료 섭취량은 대조구가 항생제구, Cu 처리구 및 HBM 처리구와 비교하여 유의

Table 2. Media and culturing condition of microorganism

Microorganism	Selective media	Incubating condition	Incubation time (hrs)
<i>Lactobacilli</i>	MRS agar ¹	Aerobic	48
<i>E. coli</i>	MacConkey agar ²	Aerobic	24
<i>Cl. perfringens</i>	TSC agar ³	Gaspak system	24

¹ *Lactobacilli* selective agar (DIFICO, USA).

² *E. coli* selective agar (DIFICO, USA).

³ Tryptose sulfite cycloserine agar (Scharlau, EU).

Table 3. Effects of copper-soy proteinate, herb mix and antibiotics on the growth performance of broilers¹

Items	Dietary treatments ²					SEM	P-value	
	Control	Antibiotics	Cu-SP	HBM	Cu-SP + HBM			
0 to 21 d	BW gain (g/bird)	623.5	630.3	630.4	632.3	639.0	3.78	NS
	Feed intake (g/bird)	989.8	979.4	1,000.6	1,000.0	996.5	5.41	NS
	Feed conversion ratio	1.59	1.56	1.59	1.58	1.56	0.007	NS
	Mortality (%)	0.50	1.00	0.50	2.00	0.50	0.529	NS
22 to 35 d	BW gain (g/bird)	1,273.6	1,281.3	1,293.5	1,279.7	1,277.7	7.60	NS
	Feed intake (g/bird)	2,092.7 ^a	1,995.3 ^b	1,991.6 ^b	1,998.6 ^b	1,964.8 ^b	7.50	<0.05
	Feed conversion ratio	1.65 ^a	1.56 ^b	1.54 ^b	1.56 ^b	1.54 ^b	0.009	<0.05
	Mortality (%)	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.156	NS
0 to 35 d	BW gain (g/bird)	1,891.7 ^b	1,911.6 ^a	1,923.9 ^a	1,912.0 ^a	1,916.7 ^a	6.58	<0.05
	Feed intake (g/bird)	3,072.1 ^a	2,985.1 ^b	2,992.2 ^b	2,997.6 ^b	2,961.3 ^b	9.04	<0.05
	Feed conversion ratio	1.62 ^a	1.56 ^b	1.56 ^b	1.57 ^b	1.55 ^b	0.007	<0.05
	Mortality (%)	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	0.292	NS
	Production efficiency factor ³	334.0	343.8	350.0	341.4	350.9	2.57	NS

^{a,b} Values with different superscripts in the same row are significantly different ($P<0.05$).

¹ Data are least squares means of 4 observations per treatment.

² Control = control diet; Antibiotics = control diet + 6 ppm of avilamycin (Elanco Co. Ltd., Greenfield, IN); Cu-SP = control diet + 100 ppm copper-soy proteinate; HBM = control diet + 0.15% herbal mixture (Herb Bio Co. Ltd., Anseong, Kyunggi-do, Korea); Cu-SP+ HBM = control diet + 100 ppm copper-soy proteinate + 0.15% herbal mixture.

³ Production efficiency factor (PEF) = {[livability (%) × live weight (kg)/age (d) × FCR] × 100}

적으로($P<0.05$) 가장 높은 섭취량을 보여주었다. 사료 요구량은 항생제, Cu 처리, HBM 처리가 대조구와 비교하여 유의적으로($P<0.05$) 낮았다. 폐사율은 전 기간 처리 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, PEF 역시 처리 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 김윤기와 백인기(1993), Baker et al.(1991)는 Cu sulfate로 Cu 125~150 ppm을 첨가한 육계 사료를 급여 시 증체량이 유의하게 증가하였고, 사료 요구량이 낮아졌다고 보고하였다. 또한 민승기 등(1993, 1994), 홍성진 등(2002)은 Cu-Met 또는 Met-Cu-Zn 형태로 Cu 100 ppm을 첨가한 사료를 육계에 급여하였을 때 생산성이 증가한다고 보고하였다. 이러한 구리의 성장 개선 효과는 장내 유해 미생물 균총을 억제하기 때문이라고 알려져 있다(Burnell et al., 1988). 또한 지황, 당귀, 작약, 감초, 오미자, 천궁으로 구성되어 있는 복합제인 HBM을 육계와 산란계, 자돈에 첨가 급여 시 생산성이 향상되었다고 보고하였다(이우선과 백인기, 2007c; 우경천 등, 2007; 김찬호와 백인기, 2008). Williams and Losa(2001)과 Cross et al.(2007)은 이러한 생산성 증가는 아마도 천연원료인 지황, 당귀, 작약, 감초, 오미자, 천궁

의 생리활성 물질이 내인성 소화효소의 분비를 촉진함에 따라 생산성이 향상된다고 보고하였다.

2. 혈액 성상

본 실험의 혈중 백혈구 수치의 분석 자료는 Table 4에 나타냈다. Melvin(1984)에 의하면, leukocyte의 정상 범위는 white blood cell(WBC) 12~30 K/ μ L, heterophil(HE) 3~6 K/ μ L, lymphocytes(LY) 7~15 K/ μ L, monocyte(MO) 0.2~2.0 K/ μ L, eosinophil(EO) 0.0~1.0 K/ μ L, basophil(BA) 0.0~0.3 K/ μ L 이라고 하였다. Leukocyte와 관련하여 초기 염증 시 증가하는 것으로 알려진 백혈구(WBC), 급, 만성 염증 시 증가하는 것으로 알려진 호중구(HE), 염증, 조직 괴사 시 증가하는 단핵구(MO), 기생충 감염이나 면역성 과민 반응 시 증가하는 것으로 알려진 호산구(EO), 호산구와 공조하며 유사한 반응을 보이는 호염구(BA)는 처리구 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, 급성 감염증 회복기에 증가하는 림프구(LY)는 Cu-SP + HBM 처리구가 대조구와 비교하여 유의적으로($P<0.05$) 높았다. Stress 지수를 나타내는 호중구와 림프구의

Table 4. Effects of copper-soy proteinate, herb mix, and antibiotics on the parameters of leukocytes and immunoglobulin in the blood of broilers¹

Items	Dietary treatments ²					SEM	P-value
	Control	Antibiotics	Cu-SP	HBM	Cu-SP + HBM		
WBC (K/ μ L)	20.6	22.7	22.9	24.7	25.5	0.77	NS
HE (K/ μ L)	7.9	8.4	7.9	9.2	9.2	0.31	NS
LY (K/ μ L)	8.4 ^b	10.1 ^{ab}	11.0 ^{ab}	10.6 ^{ab}	11.5 ^a	0.32	<0.05
Leukocytes ³							
MO (K/ μ L)	2.2	2.5	2.6	2.7	2.8	0.08	NS
EO (K/ μ L)	1.5	1.3	1.1	1.6	1.5	0.67	NS
BA (K/ μ L)	0.7	0.5	0.4	0.7	0.6	0.04	NS
HE : LY	0.95 ^a	0.82 ^{ab}	0.72 ^b	0.88 ^{ab}	0.79 ^b	0.017	<0.05
Immunoglobulin							
IgG (mg/mL)	5.72 ^b	6.79 ^a	6.51 ^{ab}	7.43 ^a	6.86 ^a	0.26	<0.05
IgA (mg/mL)	2.47	2.44	2.42	2.44	2.42	0.02	NS

^{a,b} Values with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

¹ Data are least squares means of 8 observations per treatment.

² Control = control diet; Antibiotics = control diet + 6 ppm of avilamycin (Elanco Co. Ltd., Greenfield, IN); Cu-SP = control diet + 100 ppm copper-soy proteinate; HBM = control diet + 0.15% herbal mixture (Herb Bio Co. Ltd., Anseong, Kyunggi-do, Korea); Cu-SP+ HBM = control diet + 100 ppm copper-soy proteinate + 0.15% herbal mixture.

³ Leukocytes : WBC = white blood cells; HE = heterophils; LY = lymphocytes; EO = eosinophils; BA = basophils; HE : LY = heterophil : lymphocytes.

비율은 대조구가 Cu-SP구와 Cu-SP + HBM구와 비교하여 유의적으로($P < 0.05$) 높았다. 손경승 등(2004)는 허브를 가축에 급여 시 면역에 관련된 혈액 성분 수치가 증가되는 것은 허브가 면역 세포 활성화 및 항균작용에 영향을 미쳐 증가하는 것으로 보고하였다(이인선과 하영득, 1994; 오덕환 등, 1998). 가금에서 구리나 허브 실험에 따른 혈액 분석 자료는 미비한 편이다. 본 실험의 결과에 나타난 처리구 간의 유의한 차이들에 대한 임상학적 의의는 추후 심도 있게 검토되어야 할 것으로 사료된다.

3. 혈장 내 면역 글로블린(IgG, IgA)

처리 간 혈장 내 IgG, IgA 농도를 보면, Table 4와 같다. IgG 농도는 항생제구와 HBM, Cu-SP + HBM구에서 대조구와 비교하여 유의적으로($P < 0.05$) 높은 함량을 나타냈고, Cu-SP구는 중간 값을 보여주었다. 혈장 내 IgA 농도는 처리 간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 우경천 등(2007), 홍성진 등(2002)은 육계에 Herb 및 생약제 첨가 급여 시 혈장 내 IgG 농도가 증가한다고 보고하여, 본 실험과 유사한 결과를 보여주었다. 이러한 결과는 Cu와 herb가 면역체계에 긍정적인 영향을 미치는 결과로 생각된다.

4. 장내 미생물

장내 미생물 분석 자료는 Table 5에 요약하였다. 35일령의 결과에서 *Clostridium perfringens*는 모든 처리구들이 대조구와 비교하여 유의적으로($P < 0.05$) 낮았다. 신현경(1995)와 권오진 등(1996)은 당귀와 오미자, 감초가 강한 항균활성 물질들로 *Clostridium perfringens*의 성장을 억제한다고 보고하였다. *Escherichia coli*와 *Lactobacillus*는 처리 간에 유의적인 차이는 발견하지 못했지만, 구리나 HBM 첨가구들이 대조구와 비교하여 낮거나 높은 경향을 보여주었다. 이우선 등(2007a, b), 김찬호와 백인기(2008)는 산란계에 한방제제를 사료에 첨가 급여 시 유익균인 *Lactobacillus*는 증가하고, 유해균인 *Clostridium perfringens*와 *Escherichia coli*는 감소하는 경향이 있다고 보고하여 본 실험과 유사하였다. 이러한 결과들은 아마도 구리(Burnell et al., 1988)나 생약제제의 첨가(곽이성, 1993)가 강한 항균물질로 인한 장내 유해 미생물 균총을 제어하기 때문이라고 생각된다.

결론적으로 Cu-SP와 HBM의 단독 급여나 혼합 급여는 둘 다 생산성을 증가시키며, 면역성상을 개선시키는 역할을 한다. 또한 소장 내 유해 미생물을 억제하는 긍정적인 효과를 보여주었다.

Table 5. Effect of copper-soy proteinate, herb mix and antibiotics on the microbial population in the ileal content of broilers

Items	Dietary treatments ²					SEM	P-value
	Control	Antibiotics	Cu-SP	HBM	Cu-SP + HBM		
<i>Cl. perfringens</i>	2.90 ^a	2.25 ^b	2.08 ^b	2.33 ^b	2.17 ^b	0.21	<0.05
<i>E. coli</i>	5.92	5.58	5.25	5.42	5.17	0.26	NS
<i>Lactobacillus</i>	7.83	8.08	8.25	8.17	8.33	0.62	NS

^{a,b} Values with different superscripts in the same row are significantly different ($P<0.05$).

¹ Data are least squares means of 8 observations per treatment.

² Control = control diet; Antibiotics = control diet + 6 ppm of avilamycin (Elanco Co. Ltd., Greenfield, IN); Cu-SP = control diet + 100 ppm copper-soy proteinate; HBM = control diet + 0.15% herbal mixture (Herb Bio Co. Ltd., Anseong, Kyunggi-do, Korea); Cu-SP+ HBM = control diet + 100 ppm copper-soy proteinate + 0.15% herbal mixture.

적 요

본 실험에서는 Cu-soy proteinate(Cu-SP)와 Herb-Mix(HBM)을 단독 또는 혼합 급여가 육계의 생산성, 혈액 성분, 면역 및 분내 미생물에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다. 육계(Ross308) 1,000수를 공시하여 5처리 4반복으로 반복 당 50수씩 완전 임의 배치하여, 자유 섭식하게 하였으며, 35일간 전기(0~21일), 후기(22~35일)로 나누어 실시하였다. 처리구들은 대조구(Control : negative control), 항생제구(Antibiotics : avilamycin 6 ppm 첨가구), Cu-SP(Cu-soy proteinate로 Cu 100 ppm 첨가구), HBM(지황 10%, 산약 10%, 당귀 20%, 오미자 5%, 감초 5%, 천궁 10%) 0.15% 첨가구, Cu-SP + HBM (Cu-soy proteinate로 Cu 100 ppm 첨가구 + HBM 0.15%) 첨가구 총 5 처리구였다. 35일의 사양 시험 결과, 전기 기간(0~21일)은 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구량, 폐사율은 처리구 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 반면, 후기 기간(22~35일)에 사료 섭취량과 사료 요구량은 대조구가 유의적으로($P<0.05$) 높았다. 전 기간(0~35일)에 증체량은 첨가구들이 유의적으로($P<0.05$) 높았다. 반면, 사료 섭취량, 사료 요구량은 첨가구들이 유의적으로($P<0.05$) 낮았다. 림프구(LY)는 Cu-SP + HBM구가 유의적으로($P<0.05$) 높았으며, HE : LY 비율은 대조구가 유의적으로($P<0.05$) 가장 높았다. 혈장 IgG 함량은 HBM 첨가구들이 유의적으로($P<0.05$) 높았다. 혈장 IgA 함량은 처리구 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 유해균인 *Cl. Perfringens*는 대조구가 유의적으로($P<0.05$) 높았으며, *E. coli*와 *Lactobacillus*는 처리구 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

결론적으로 Cu-SP와HBM의 단독 급여나 혼합 급여는 둘 다 생산성을 증가시키며, 면역성상을 개선시키는 역할을 한

다. 또한 소장 내 유해 미생물을 억제하는 긍정적인 효과를 보여주었다.

(색인어 : Cu-soy proteinate, herbal mixture, 생산성, 육계, 장내 미생물)

사 사

본 연구는 2001년도 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연수과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

- Baker DH, Odle J, Funk MA, Wieland TM 1991 Bioavailability of copper in cupric oxide, cuprous, and in a copper-lysine complex. *Poult Sci* 70:171-179.
- Burnell TW, Cromwell GL, Stahly TS 1988 Cited by J Gohl in bottom line of nutrition. *Feedstuff*. June 13. pp 16-18.
- Cromwell GL, Stahly TS, Mongue HJ 1989 Effect of source and level of copper on performance and liver copper stores in weanling pig. *J Anim Sci* 67:2996-3002.
- Cross DE, Acamovic T, Deans SG, Cdevitt RM 2007 The effects of dietary inclusion of herbs and their volatile oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *Br. Poult Sci* 48:496-506.
- Fisher C, Luren-Jonse AP, Hill KJ, Hardy WS 1973 The effect of copper sulfate on performance and the structure of gizzard in broilers. *Br Poult Sci* 14:55-68.
- Kamel C 2001 Tracing modes of action and the roles plant

- extracts in non-ruminants. In: Recent Advances in Animal Nutrition (Gaemsworthly PC, Wisenman J). Nottingham University Press. pp. 135-150.
- Kim G-B, Seo YM, Shin KS, Rhee AR, Han J, Paik IK 2011. Effects of supplemental copper-methionine chelate and copper-soy proteinate on the performance, blood parameters, liver mineral content, and intestinal microflora of broiler chickens. *J Appl Poult Res* 20:21-32.
- Klasing CK 1988 Minerals. Comparative Avian Nutrition. CAB International. New York. USA. pp 234-276.
- Mancini G, Caronara AO, Heremans JF 1965. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. *Immunochemistry* 2:235-254.
- Melvin JS 1984 Physiological properties and cellular and chemical constituents of blood. *Duke's Physiological of Domestic Animals*. 10th Ed. Cornell University Press.
- NRC 1994 Nutrient Requirements of Poultry. National Research Council. National Academy of Science. Washington, DC.
- Paik IK, Seo SH, Um JS, Chang MB, Lee BH 1999 Effect of supplementary copper-chelate on the performance and cholesterol level in plasma and breast muscle of broiler chickens. *Asian-Aust J Anim Sci* 12:794-798.
- SAS 2012 SAS/STAT Software for PC. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Williams P and Losa R 2001 The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. *Worlds Poult Sci* 17: 14-15.
- 곽이성 양재원 이광승 1993 일부 병원성 미생물에 대해 항균활성을 보이는 생약의 탐색. *식품위생학회지* 8:141-145.
- 권오진 육홍선 차보숙 변명우 1996 한약재 추출물의 항균활성에 대한 감마선 조사의 영향. *식품위생안전학회지* 11: 209-214.
- 김윤기 백인기 1993 구리 공급원과 첨가수준이 육계의 생산성에 미치는 영향. *한국축산학회지* 35:52-59.
- 김찬호 백인기 2008 허브 및 식물 추출물의 급여가 산란계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 35:71-78.
- 민승기 남궁환 백인기 1993 사료첨가제로서 구리복합제가 육계의 생산성에 미치는 영향. *한국영양사료학회지* 17:247-257.
- 민승기 엄재상 백인기 1994 메티오닌-구리 및 단백질-구리 복합제가 육계와 쥐의 성장과 광물질 대사 및 장내 균총에 미치는 영향. *한국영양사료학회지* 18:103-113.
- 백인기 김찬호 박광월 2008 사료 내 Cu-methionine chelate와 Cu-soy proteinate가 산란계의 생산성, 소장 내 미생물 균총 및 면역체계에 미치는 영향. *한국가금학회지* 35:303-311.
- 손경승 권오석 민병준 조진호 진영걸 김인호 김홍수 2004 허브제품 (Animunium Powder)의 급여가 산란계의 계란 품질과 혈액성상 및 영양소 소화율에 미치는 영향. *한국가금학회지* 31:237-244.
- 신현경 1995 산채류가 장내세균의 생육에 미치는 영향 연구. *한국음식문화연구원 논문집* 6:336-354.
- 오덕환 함승시 박부길 안철 유진영 1998 식품부패 및 병원성 미생물에 대한 천연 약용식물 추출물의 항균효과. *한국식품과학회지* 30:957-963.
- 우경천 김찬호 남궁환 백인기 2007 생약제 (Herbs, Plant extracts)의 급여가 육계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 34:43-52.
- 이문구 김찬호 신동훈 정병운 백인기 2011 구리 공급원들 (Cu Sulfate, Cu-methionine, Cu-soy proteinate)의 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 38:121-128.
- 이우선 백인기 2007a 개량한방제제(Herb Mix Gold) 첨가가 산란계 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 34:37-42.
- 이우선 백인기 2007b 닭의 성장과 산란 생산성 개선 효과 증대를 위한 한방제제 (Herb Mix)의 개량에 관한 연구. *한국가금학회지* 34:245-251.
- 이우선 백인기 2007c Herb Mix 첨가가 이유자돈 생산성에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 49:321-328.
- 이인선 하영득 1994 생약제가 면역세포 활성화에 미치는 영향. *한국영양식량학회지* 49:321-328.
- 이한규 2005 Fe-soy proteinate를 이용한 철분강화계육 및 계란생산에 관한 연구. 제103회 중앙대학교 석사학위논문.
- 홍성진 남궁환 백인기 2002 생약제제 (Mircle20)가 육계의 생산성과 영양소 이용율, 소장 내 미생물 균총 및 면역기능에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 43:671-680.
- (접수: 2014. 6. 10, 수정: 2014. 8. 27, 채택: 2014. 9. 2)