

국내 자생 약용식물자원(박하, 복분자 및 매리골드)의 첨가 급여가 육계의 생산성과 육질에 미치는 영향

김용란 · 이보근 · 김재영 · 김지숙 · 이완섭 · 이소연 · 김은집¹ · 안병기 · 강창원*
건국대학교 동물생명과학대학, ¹천안연암대학 동물복지계열

Effects of Dietary Locally Grown Herbs (*Mentha piperascens*, *Rubus coreanus*, *Tagetes patula*) on the Growth Performance and Meat Quality of Broiler Chicken

Yong-Ran Kim, Bo-Keun Lee, Jae-Young Kim, Ji-Suk Kim, Wan-Seob Lee, So-Yeon Lee,
Eun-Jib Kim¹, Byoung-Ki Ahn, and Chang-Won Kang*

College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

¹Division of Animal Care, Cheonan Yonam College, Cheonan 330-709, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the dietary effects of locally grown herbs (*Mentha piperascens*, PM; *Rubus coreanus*, RC; *Tagetes patula*, MG) on the growth performance and meat quality of broiler chicken. A total of 600 1-d-old Ross male broiler chicks were divided into eight groups and were fed control diets (antibiotics-medicated or non-medicated commercial diets) or experimental diets (non-medicated diets containing 0.3 or 0.5% PM, 0.3 or 0.5% RC, or 0.3 or 0.5% MG) for 5 wk. The body weight gains and feed conversion rates (FCRs) in all the groups that were fed diets containing PM, RC, or MG were significantly improved compared to those in the non-medicated control group ($p < 0.05$). The relative weights of various organs, the serum cholesterol levels, and the GOT/GPT activities in all the groups were also not significantly different. The superoxide dismutase (SOD)-like activities in the groups that were fed diets containing 0.3% PM or 0.3% MG were significantly increased compared to those in the non-medicated control group ($p < 0.05$). The number of cecal lactic-acid bacteria in the groups that were fed diets containing 0.3% PM or 0.5% RC tended to increase. The malondialdehyde contents in the leg muscles were significantly lowered by feeding with PM or MG ($p < 0.05$). The physicochemical properties of the edible meat, including the shear force, water-holding capacity, heat loss, pH, and muscle color degrees (CIE L*, a*, b*), were not affected by the dietary treatments. It has been suggested that spontaneous Korean plants promote the growth of broilers and may delay lipid oxidation in edible muscles without any negative effect when added in broiler diets.

Key words : locally grown herbs, growth performance, malondialdehyde, meat quality, broiler chicken

서 론

소비자의 소득이 증가함에 따라 식품에 대한 기호가 양적인 면에서 질적인 면으로 전환되고, 식품의 안전성에 대한 소비자의 관심이 급증하고 있다. 식육 내 항생제 잔류 문제에 대한 관심뿐만 아니라 기능성 제품에 대한 요구도 커지고 있어, 이러한 소비자들의 욕구를 충족시키기 위하

여 천연물질을 이용한 무항생제 축산물에서 다양한 생리 활성물질을 첨가한 고기능성 축산물까지 다양한 제품이 선보여지고 있으며, 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

성장촉진용으로 이용되어 온 항생제의 사용은 집약적 축산을 가능하게 하였고, 가축의 사료요구율을 개선하였지만, 예방용으로서의 적은 양의 항생제의 사용으로 인하여 살아남은 항원에 항생제 내성이 생기는 부작용도 발생하였다(Hernandez *et al.*, 2004). 이에 EU는 사료 내 항생제를 점차 줄여 2005년까지 성장촉진용으로 avilamycin과 flavophospholipol 및 항록시듬제로 salinomycin sodium과 monensin sodium 이렇게 4종의 항생제의 사용만을 허용

*Corresponding author : Chang-Won Kang, College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: 82-2-450-3669, Fax: 82-2-452-9946, E-mail: kkucwkang@empal.com

하다(European Union, 1998). 현재는 치료용 이외의 항생제 사용을 금지하고 있다. 이에 따라 항생제를 대체하여 생균제, 효소제, 호르몬제 그리고 고효율 광물질제, 천연 생리활성물질제 등을 중심으로 성장 촉진, 사료요구율의 개선 및 생리활성의 증진을 위한 활발한 연구가 수행되고 있다(Wenk, 2000).

항생제 대체 뿐만 아니라 고기능성 축산물의 생산을 위하여 가장 많이 연구되고 있는 것 중 하나가 식물추출물이다(Best, 2000; Rhodes, 1996). 일반적으로 자연계에 존재하는 식물체는 외부 자극에 대한 생체 내의 반응물질이나 대사물질 또는 구성성분으로서 다양한 페놀계 화합물, alkaloids, flavonoids, glycosides, saponin 및 비타민류 등을 함유하고 있으며(최, 2005), 이러한 성분을 포함한 천연물질의 생리활성으로는 항균, 항산화 및 항암효과(Hemaisawarya and Doble, 2006)와 혈중 콜레스테롤 저하(Thompson and Ernst, 2003) 등을 들 수 있다.

식물 추출물은 동물의 건강상태나 생산성 향상에 도움을 주는 역할을 하며(Gill, 2000; Manzanilla *et al.*, 2001), 동물의 영양에서 식욕증진, 사료섭취량 증가, 내인성 소화효소 분비의 증가, 항균 및 항바이러스 활성의 부여, 면역체계의 개선 등의 이로인 효과를 나타낸다(Jamroz *et al.*, 2005). 실제로 가금을 이용한 연구에서 식물추출물 급여 시 장내 균총의 개선(Mitsch *et al.*, 2004), 장 내 용모발달로 인한 소화흡수 면적의 개선(Jamroz *et al.*, 2006) 및 생산성이 개선(Cross *et al.*, 2007)된다는 연구가 다수 보고되었고, 가식성 부위 내 지방함량이 감소하고, 지질 안정성이 개선되며(Schiavon *et al.*, 2007), 지질 산화물 형성이 감소(Keokammerd *et al.*, 2008)하는 등 양계산물의 품질에도 영향을 미친다는 연구도 다수 보고된 바 있다.

박하(*Mentha piperascens*), 복분자(*Rubus coreanus*) 및 매리골드(*Tagetes patula*) 등 약용식물의 추출물은 인간에 미치는 영향은 비교적 잘 알려져 있으나 가금류와 같은 동물에 미치는 영향은 아직 잘 알려져 있지 않다. 현재까지 알려진 주요한 효과로는 박하는 항미생물(Wannissorn *et al.*, 2005) 및 항산화 작용(Dorman *et al.*, 2003)이 있고, 복분자는 항산화(Ku and Mun, 2008), 항염증(Yang *et al.*, 2008) 및 항피로작용(Jung *et al.*, 2007)과 뼈 관련 대사의 개선(Lee and Choi, 2006)이 있으며, 매리골드는 항미생물(Kasiram *et al.*, 2000), 항염증(Neukirch *et al.*, 2004) 및 항암작용(Ukiya *et al.*, 2006)과 항산화작용(Karadas *et al.*, 2006), 및 양계산물의 착색효과(Karadas *et al.*, 2006) 등이 있다. 이상과 같은 항생제 대체 및 기능성 사료 첨가제에 대한 가능성은 인정되고 있으나 현재까지는 주로 쥐나 *in vitro* 상에서의 연구가 진행되었고 농용동물에 대한 종합적인 연구는 미비한 실정이다.

본 실험은 육계에 국내 자생의 토착 생물자원인 박하, 복분자, 매리골드를 첨가 급여하였을 때 육계의 성장성적

및 도체특성을 조사하여 항생제 대체제로서의 이용 가능성을 평가하고, 혈중 항산화 정도와 계육의 지방산화 및 육질을 조사하여 국내 자생 생물자원을 이용한 기능성 양계산물의 생산 가능성에 대해 평가하였다.

재료 및 방법

실험시료

실험에는 (주)엠에스토피아에서 개발한 건조분말 형태의 박하(*Mentha piperascens*; MenthoEX[®]), 복분자(*Rubus coreanus*; RubuEX) 및 매리골드(*Tagetes patula*; LutenEX[®])를 제공받아 이용하였다.

실험 사료

실험사료는 옥수수과 대두박 위주로 배합하였으며, 전기사료(실험 1일령-21일령)는 대사에너지 3,100 kcal/kg와 조단백질 20.5%, 후기사료(실험 22일령-35일령)는 대사에너지 3,120 kcal/kg와 조단백질 19.5% 그리고 기타 영양소의 수준은 NRC 요구량(1994)에 맞추어 기초사료를 배합하여 대조구 사료로서 사용하였다(Table 1). 항생제를 첨가하지 않은 항생제 무첨가 대조구와 항생제를 첨가한 항생제 첨가 대조구로 나누었으며, 박하, 복분자 및 매리골드 분말 첨가구는 항생제 무첨가 대조구에 각각 0.3% 및 0.5% 첨가한 사료를 급여하였다.

실험동물 및 실험기간

본 실험에서는 1일령 Ross 육용종 수평아리를 공시하여, 개체별로 체중을 측정 후 8개 처리에 3반복으로 반복당 25수씩, 총 600수를 선발하여 완전 임의 배치하였다. 2008년 5월 29일부터 2008년 7월 3일까지 총 35일간 사양실험을 실시하였다.

사양관리

공시 병아리들은 24개의 floor pen(가로×세로×높이: 180×180×200 cm)에서 25수씩 동일한 숫자로 사육하였다. 사료 급여 및 급수기의 숫자는 pen별로 동일하게 배치하였다. 사료와 물은 자유 채식 및 자유 음수시켰고, 점등은 전 사양실험 기간 동안 24시간 종일 점등을 하였으며, 기타 사양관리는 국내에서 일반적으로 행해지고 있는 사양관리 방법에 준하여 실시하였다.

조사항목

중체량, 사료섭취량 및 사료요구율

1일령부터 21일령까지를 전기(starter)로 하였으며, 22일령부터 35일령까지를 후기(finisher)로 나누어 5주간 사료를 급여하였다. 사료섭취량은 매주 총 급여량에서 잔량을

Table 1. Composition of the experimental diets (basal diet)

Ingredients	Starter	Finisher
	%	
Yellow corn	56.14	53.22
Wheat	3.00	5.00
Wheat flour	2.00	2.00
Rice polishing	2.00	2.00
Soybean meal	11.16	10.86
Rapeseed meal	3.00	4.50
Corn gluten meal	5.70	5.26
Dehulled soybean meal	8.00	3.00
Fish meal	2.80	2.80
Animal fat, mixer	2.76	3.68
Limestone	0.78	1.08
Vitamin mineral mixture ¹⁾	0.26	0.26
L-lysine HCl (78%)	0.29	0.32
DL-methionine (99%)	0.18	0.14
NaHCO ₃	0.09	-
Threonine (99%)	0.05	0.12
Choline-Cl (50%)	0.09	0.11
Salt	0.30	0.30
Dicalcium phosphate	1.34	1.24
Clopidol 250g	0.05	-
Salinomycin 60g	-	0.11
Distillers grain	-	3.00
Total	100	100
Calculated values		
TME _n , kcal/kg	3,100	3,120
Crude protein, %	20.50	19.50
Dry matter, %	86.89	87.63
Ca, %	0.90	0.95
Available P, %	0.42	0.40
Lysine, %	1.21	1.12
Total TSAA, %	0.93	0.88

¹⁾Mixture provided the following nutrients per kg of diet; vitamin A, 18,000 IU; vitamin D₃, 3,750 IU; vitamin E, 30 IU; vitamin K₃, 2.7 mg; vitamin B₁, 3.0 mg; vitamin B₂, 9.0 mg; vitamin B₆, 4.5 mg; vitamin B₁₂, 30.0 mg; niacin, 37.5 mg; pantothenic acid, 15 mg; folic acid, 1.5 mg; biotin, 0.07 mg; Fe, 75.0 mg; Zn, 97.5 mg; Mn, 97.5 mg; Cu, 7.5 mg; I, 1.5 mg; Se, 0.2 mg.

제외하여 측정하였고, 증체량은 매주 종료시 체중과 개시 체중을 계산하여 산출하였다.

간, 비장, F낭, 복강지방, 다리 및 가슴 근육의 상대적 중량

실험 5주제에 생체중 측정치의 평균에 해당하는 개체를 처리구 별로 8수씩 선발하여 경정맥을 절단하여 방혈하여 도살한 후 간, 비장, F낭, 복강지방, 다리 및 가슴 근육을 채취하였으며, 채취한 조직들은 생체중 100 g당 상대적 중량으로 환산 표기하였다.

혈액 성분 조성

실험 5주차 종료 시에 각 처리구에서 유사한 체중을 지닌 개체를 각각 8수씩 선발하여 주사기를 이용하여 익하정맥에서 혈액을 채취한 후 원심분리(1500 rpm, 15 min)하

여 혈청을 분리하였으며, 진단용 콜레스테롤 kit(콜레스테롤 E kit, 아산제약)를 사용하여 비색방법으로 총 콜레스테롤 농도를 측정하였다.

혈청 내의 GOT 및 GPT 함량은 GOT-GPT kit(GOT-GPT kit, 아산제약)를 사용하여 비색방법으로 측정하였다.

혈액 내 항산화 활성

혈액 내 항산화도는 Stefan과 Gudrun(1974)의 방법을 응용하여 SOD-like 활성을 조사하였다. 먼저 유리 시험관에 pH 8.5의 Tris-HCl 용액 3 mL과 준비된 혈장을 0.2 mL 첨가하고, 3 mM의 pyrogallol을 0.1 mL을 첨가한 후, 25°C에서 30분간 배양하였다. 1 N의 HCl 0.1 mL로 반응을 정지시킨 후, 비색계를 이용하여 420 nm의 흡광도를 측정하였고(A_t), 동일한 실험방법으로 Tris-HCl 용액과 pyrogallol만 첨가한 후 측정된 흡광도(A_c)와 Tris-HCl 용액과 혈장만 첨가한 후 측정된 흡광도(A_o)를 이용하여 SOD-유사 활성을 구하였다.

$$\text{SOD-유사 활성(\%)} = [1 - \{(A_c - A_t)/A_o\}] \times 100$$

가식성 근육(다리근육) 내 지질 과산화물의 생성 근육 내 지질 과산화물인 malondialdehyde(MDA)는 Botsoglou 등(1994)의 방법을 일부 수정하여 조사하였다.

MDA 표준액의 제조

1,1,3,3-tetra-ethoxypropane 73.2 mg에 10 mL의 0.1 N HCl을 가한 후 100°C의 water bath에 5분간 방치하였다. 수돗물에 빠르게 식힌 후 2차 증류수로 총 부피를 100 mL로 조정하였으며, 239 µg/mL 농도의 MDA stock 용액을 준비하였다. 이 용액을 희석하여 다양한 농도의 MDA 표준 용액을 조제하였다. 준비된 MDA 표준용액의 흡광도는 UV-visible spectrophotometer(Meckman DU-530, Beckman Counter, Inc., Fullerton, USA)를 사용하여 최대흡수파장인 532 nm에서 측정하였다.

MDA의 분석

시료로서 대퇴부 근육을 분리하여 상온에서 7일간 보관하여 산화 유도를 하였으며, 보관된 시료는 추가적 산화를 막기 위해 -20°C 냉동고에 보관하였다가 분석 전 4°C 냉장실에서 19시간 동안 해동한 후 분석에 이용하였다. 시료 2 g을 정량하여 50 mL의 원심분리 튜브에 취하였다. 0.8% BHT 5 mL과 5% trichloroacetate(TCA) 용액 8 mL을 가한 후 30초간 균질화하였다. 원심분리기(Mage 210, Hanil, Korea)를 이용하여 3,000 g에서 5분간 원심분리하고 pasteur pipette을 이용하여 하층의 수용액만을 취한 후 여과지(Whatman No.1, UK)를 이용하여 여과하였다. 여과된 수용액에 5% TCA 용액을 가하여 부피를 10 mL로 조정하였

다. 이 중 3 mL을 10 mL 시험관에 옮긴 후 0.8 mL 2-thio-barbituric acid 용액 2 mL을 가하였다. 발색반응을 위해 시료를 70°C로 맞춰진 항온수조로 옮긴 후 가볍게 교반 해주면서 30분간 반응시켰다. 반응을 종결시키기 위해 얼음물에서 7분간 식히고 다시 상온에 45분간 방치하여 반응물을 안정화시켰다. 발색물질은 UV-visible spectrophotometer(Meckman DU-530, Beckman Counter, Inc., Fullerton, USA)를 사용하여 532 nm에서 측정된 뒤 표준곡선을 기준으로 농도를 결정하였다. 모든 실험은 각 시료에 대해 2회 반복하였으며, 결과는 2회 반복한 값들의 평균으로 나타내었다.

장내 균총

5주간의 실험 종료 후, 생체중 측정치의 평균에 해당하는 개체를 처리구별로 8수씩 선발하여 도살한 후 맹장을 내용물과 함께 적출하여 냉동보관하였다. 이후 멸균된 생리식염수에 현탁하여 균질기로 균질화시킨 다음 적당한 비율로 희석하여 생균수 측정용 시료로 사용하였다. 실험 처리에 의한 맹장 내의 total microbes, lactic acid bacteria, coliform 균수를 측정하기 위해 총 세균에는 Plate Count agar (Difco)를, lactic acid bacteria에는 MRS agar를, coliform에는 MacConkey agar(Difco)를 사용하여, 37°C에서 24시간 배양 후 균수 측정을 하였다.

가식성 근육(가슴근육 및 다리근육)의 물리적 특성

가열감량은 가슴근육을 원형의 일정한 모양으로 정형(60±5 g)하여 polyethylene bag에 넣어 75°C 항온수조(C-WBE, Chang Shin co., Korea)에서 30분간 가열하고 상온에서 30분간 방냉시킨 후 측정하였다.

가열감량(%) =

$$\frac{\text{가열 전 시료 중량} - \text{가열 후 시료 중량}}{\text{가열 전 시료 중량}} \times 100$$

전단력가는 가슴근육을 2 cm 두께로 절단하여 75°C 항온수조에서 30분간 가열하고 실온에서 30분간 냉각시킨 후 근섬유와 평행하게 시료채취기(직경 11 mm)로 취하여 blade set(Warner-Bratzler blade)가 장착된 Texture Analyser (TA-XT2i, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 측정하였으며, 이 때의 cross head speed는 2 mm/sec로 하였다.

보수력은 Grau와 Hamm(1953)의 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 중앙에 여과지(Whatman No. 2, UK)를 놓고 가슴근육 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개 놓고 일정한 압력으로 2분간 압착시킨 후 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는

부분의 총면적을 planimeter(Type KP-21, Koizumi, Japan)를 사용하여 측정하고 그 비율을 계산하였다.

pH는 가슴근육 1 g을 증류수 9 mL에 넣어 균질 시킨 후 (16,000 rpm, 1분) 균질액을 실온에서 pH 측정기(istek-735P, 이스텍, Korea)로 측정하였다. 육색은 가슴근육 및 다리근육의 피부방향 표면을 광원 C를 이용하여 Colormeter (Chromameter, CR210, minolta, Japan)로 명도(lightness)를 나타내는 L-값, 적색도(redness)를 나타내는 a-값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b-값을 측정하였다. 이때의 표준색은 L-값이 97.69, a-값이 -0.43, b-값이 +1.98인 calibration plate를 사용하였다.

통계분석

모든 결과에 대한 통계분석은 SAS(SAS, 2002)의 GLM procedure을 이용하여 실시하였고, 분산분석 상에 유의차가 인정되는 경우 Duncan의 다중검정을 이용하여 처리간의 유의 수준을 검정하였다(Duncan, 1955).

결과 및 고찰

생산성

육계 사료 내 박하, 복분자 및 매리골드 분말의 첨가 급여가 증체량, 사료섭취량 및 사료 요구율에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 2에 나타내었다. 실험 개시체중은 각 반복구 당 25수의 평균 체중이 45.4 g으로 동일하도록 배치하여 실험을 개시하였다. 종료체중은 박하, 복분자 및 매리골드 분말을 첨가급여한 모든 처리구에서 항생제 무첨가 대조구에 비하여 유의하게 높은 결과가 관찰되었다($p < 0.05$). 실험 전기 및 후기의 사료섭취량은 모두 처리구간에 유의한 차이는 인정되지 않았으나 전 처리구에 걸쳐 항생제 무첨가 대조구보다 다소 높았다. 실험 전기의 일당증체량은 항생제 무첨가 대조구에 비하여 모든 처리구에서 높은 결과를 보였으며, 특히 복분자를 첨가급여한 처리구와 매리골드 0.3% 첨가급여한 처리구에서는 유의하게 높은 결과가 관찰되었고($p < 0.05$), 실험 후기 및 전 기간에 걸쳐서의 일당증체량은 박하, 복분자 및 매리골드 분말을 첨가급여한 모든 처리구에서 항생제 무첨가 대조구에 비하여 유의하게 높은 결과가 관찰되었다($p < 0.05$). 실험 전기 및 후기의 사료요구율은 모든 처리구에서 항생제 무첨가 대조구에 비하여 개선되는 결과를 나타냈으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았고, 실험 전 기간에 걸친 사료요구율은 박하, 복분자 및 매리골드 분말을 첨가급여한 모든 처리구에서 항생제 무첨가 대조구에 비하여 유의하게 개선되는 결과가 관찰되었다($p < 0.05$).

지난 연구에서는 가금사료 내 식물추출물 급여 시 식욕 증진에 의한 사료섭취량 증가, 내인성 소화효소 분비의 개선 및 항균, 항산화 작용에 의하여 생산성이 개선된다는

결과의 보고가 많았다(Jamroz *et al.*, 2005). Wang 등(2008)은 고온 스트레스 하에서 육계에 *Forsythia suspensa* 추출물 급여 시 증체량 및 사료요구율이 유의하게 개선되었다고 보고하였고, Jamroz 등(2005)도 carvacrol, cinnamaldehyde 그리고 capsaicin 등이 함유된 식물 추출물을 육계에 급여 시 사료요구율이 유의하게 개선되었다고 보고하였다. 그러나 밤나무 추출물을 육계에 첨가 급여 시 첨가 수준에 따라 생산성에 차이가 없었고(Schiavone *et al.*, 2008), marjoram, oregano, rosemary, yallow 및 thyme 등 다양한 종류의 허브추출물을 육계사료 내 첨가 급여 시 생산성에 차이가 없었다는 보고(Cross *et al.*, 2007) 등 식물추출물 급여 시 육계 생산성에 차이가 없었다는 연구 결과도 소수 보고되기도 하였다. 본 실험의 결과에서는 박하, 복분자 및 매리골드 분말을 첨가급여시 항생제 무첨가 대조구에 비하여 육계의 생산성이 개선되는 결과가 나타나 항생제 대체제로서의 가능성이 시사되었다.

도체특성

Table 3에는 간, 비장, F낭, 복강지방, 다리 및 가슴 근육의 상대적 중량에 미치는 영향에 대한 결과를 나타내었다. 간, 비장, F낭, 복강지방, 다리 및 가슴 근육의 상대적 중량 모두 처리구간에 유의한 차이는 관찰되지 않았다. Jamroz 등(2005)은 육계 사료 내 carvacrol, cinnamaldehyde 그리고 capsaicin 등이 함유된 식물 추출물을 첨가 급여한 실험에서 간, 복강지방 및 가슴 근육의 상대적 중량을 조사해본 결과, 처리구간에 차이가 없었다는 결과를 보고하였으며, Hernandez 등(2004) 또한 항생제 및 복합 식물추출물을 육계에 급여하여 비교한 실험에서 간, 췌장, 소낭, 근위, 소장 및 대장의 상대적 중량을 조사하여 항생제 및 복합 식물추출물 첨가구 모두 대조구와 차이가 없었다고 보고하였다. 본 실험 또한 이러한 이전의 연구결과와 일치하는 결과를 나타냈다.

혈중 콜레스테롤 및 GOT · GPT 수준

Table 4는 혈중 총 콜레스테롤 및 GOT · GPT 수치에 미치는 영향에 대한 결과다. 혈중 총 콜레스테롤 및 GOT · GPT 수치 모두 처리구간에 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 관찰되었다. 가금 사료 내 식물추출물을 첨가 급여 하여도 혈 중 콜레스테롤에는 변화가 없었다는 연구는 다수 발표된 바 있다(Jurani *et al.*, 2008). 혈액 내 GOT 및 GPT 수준은 가금에 있어서도 간 및 조직의 손상 정도를 나타내는 지표로 이용될 수 있으며(Lumeij, 1997), 사료 내 새로운 대체원료나 기능성 첨가제 도입 시 안전성을 검증하는 지표가 될 수 있다(Diaz, 2003). 본 실험에서 GOT 및 GPT 수준에 유의한 차이가 없는 것은 식물추출물에 의한 간 및 조직의 손상이 없다는 것을 간접적으로 나타내며, 생리적으로 부정적인 영향은 없는 것으로 판단된다.

혈중 항산화 활성

혈중 항산화 활성에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 혈청 내 SOD 유사활성을 분석한 결과 항생제를 첨가 급여하지 않은 대조구에 비하여 박하, 복분자 및 매리골드 분말을 첨가 급여한 모든 처리구에서 혈청 내 SOD 유사활성이 높은 경향을 나타내는 것으로 관찰되었으며, 특히 박하 및 매리골드 분말을 0.3% 첨가 급여한 처리구에서 유의하게 높은 결과를 나타냈다($p < 0.05$). 항산화 활성이 있다는 것은 박하(Dorman *et al.*, 2003), 복분자(Ku and Mun, 2008) 및 매리골드(Bashir and Gilani, 2008) 모두 이미 연구되어졌으나 대부분 *in vitro* 상의 연구이고 가금을 이용한 연구는 미비하다. Wang 등(2008)은 육계 사료 내 *Forsythia suspensa* 추출물을 첨가 급여 했을 때 활성산소를 제거하는 효소이며 항산화 활성 정도를 나타내는 지표가 될 수 있는 SOD 유사활성이 혈청 내 유의하게 증가하였고, 이에 따라 간 및 근육 내 SOD 활성 또한 유의하게 증가하였다고 보고하였으며, 이는 본 실험의 결과 또한 박하, 복분자 및 매리골드의 첨가 급여에 의하여 혈액 뿐만 아니라 계육 내 항산화 활성 정도가 개선되었다는 것을 나타내는 결과로 판단되며, 첨가수준에 따라 차이는 것으로 보아 추후 적정 첨가 수준에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

장내 균총

Table 6에는 장내 균총에 미치는 영향을 나타내었다. 총균수는 처리구간에 유의한 차이는 없었으나 박하 분말 0.3% 첨가구 및 복분자 분말 0.5% 첨가구에서 대조구에 비하여 증가하는 경향을 보였고, Lactic acid bacteria는 항생제 첨가 대조구에 비하여 유의하게 증가하는 결과를 나타냈으며($p < 0.05$), coliform는 처리구간에 다소간의 차이는 있었으나 유의성은 인정되지 않았다. Cross 등(2007)은 다양한 종류의 허브 및 essential oil을 육계 사료 내 첨가 급여한 실험에서 coliform, lactic acid bacteria 및 total anaerobes 모두 처리구 간에 차이가 없었다고 보고하였다. 본 실험에서는 coliform의 유의한 차이 없이 lactic acid bacteria에서 항생제 첨가 대조구에 비하여 유의하게 증가하는 결과를 나타내어 장 내 균총이 긍정적인 방향으로 개선되었다는 것을 시사하는 결과라고 판단된다.

근육 내 지질 과산화물의 함량

가식성 근육 내 지질 과산화물의 생성에 미치는 영향은 Table 7에 나타내었다. 근육 내 지질 산화의 최종산물인 MDA의 함량을 조사한 결과 항생제를 첨가 급여하지 않은 대조구에 비하여 박하, 복분자 및 매리골드 분말을 첨가 급여한 모든 처리구에서 지질 산화가 억제되는 결과가 관찰되었다. 특히 박하 및 매리골드 분말을 첨가 급여한 처리구에서 지질 산화의 억제가 유의하게 개선되는 결과

Table 2. The dietary effects of RC, PM and MG powders on body weight, feed intake and feed conversion rate in broiler chickens^{1),2)}

	PM			RC			MG		
	(-)CON	(+)CON	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%	0.5%
Initial BW, g/bird	45.40± 0.05	45.40± 0.08	45.40± 0.02	45.40± 0.08	45.41± 0.01	45.40± 0.09	45.40± 0.00	45.40± 0.00	45.40± 0.07
Final BW, g/bird	1836.92±19.07 ^b	2030.98±48.32 ^a	2012.46±47.99 ^a	1993.26±62.85 ^b	2041.81±21.76 ^a	2018.42±22.74 ^a	2057.52±17.02 ^a	2057.52±17.02 ^a	1982.87±27.79 ^a
Feed intake, g/d/bird									
1-21d	57.97± 0.36	59.69± 0.53	58.19± 1.25	59.75± 0.51	60.22± 1.06	60.42± 1.74	60.43± 0.80	60.43± 0.80	58.16± 0.83
22-35d	147.87± 1.68	150.86± 2.56	151.16± 3.30	149.33± 4.95	149.78± 2.44	151.39± 1.10	156.78± 2.85	156.78± 2.85	157.05± 5.49
1-35d	92.65± 0.46	95.08± 1.21	93.40± 2.30	94.06± 1.00	94.45± 0.12	95.37± 1.28	96.90± 0.18	96.90± 0.18	95.37± 1.87
BW gain, g/d/bird									
1-21d	36.96± 0.64 ^b	40.73± 1.31 ^a	39.71± 1.37 ^{ab}	39.02± 1.42 ^{ab}	41.64± 0.41 ^a	40.55± 0.39 ^a	41.74± 0.29 ^a	41.74± 0.29 ^a	39.30± 0.33 ^{ab}
22-35d	72.52± 1.40 ^b	80.74± 1.54 ^a	80.95± 1.81 ^a	80.60± 2.37 ^a	80.14± 1.01 ^a	80.11± 1.17 ^a	81.11± 1.09 ^a	81.11± 1.09 ^a	79.44± 1.69 ^a
1-35d	51.19± 0.54 ^b	56.73± 1.38 ^a	56.20± 1.38 ^a	55.65± 1.80 ^a	57.04± 0.62 ^a	56.37± 0.65 ^a	57.49± 0.49 ^a	57.49± 0.49 ^a	55.36± 0.79 ^a
FCR, feed/gain									
1-21d	1.57± 0.04	1.47± 0.04	1.47± 0.02	1.53± 0.05	1.45± 0.03	1.49± 0.06	1.45± 0.02	1.45± 0.02	1.48± 0.03
22-35d	2.04± 0.03	1.87± 0.03	1.87± 0.05	1.85± 0.04	1.87± 0.04	1.89± 0.02	1.94± 0.06	1.94± 0.06	1.98± 0.08
1-35d	1.81± 0.01 ^a	1.67± 0.03 ^b	1.66± 0.02 ^b	1.69± 0.04 ^b	1.66± 0.02 ^b	1.69± 0.03 ^b	1.69± 0.01 ^b	1.69± 0.01 ^b	1.72± 0.05 ^b

¹⁾ (-)CON, negative control; (+)CON, positive control; virginiamycin, 10 ppm; PM, peppermint; RC, *Rubus coreanus*; MG, marigold.

²⁾ Values are presented mean±SE.

^{ab} Values with different superscript were significantly differ ($p < 0.05$).

Table 3. The dietary effects of RC, PM and MG powders on carcass characteristics in broiler chickens^{1),2)}

	PM			RC			MG		
	(-)CON	(+)CON	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%	0.5%
Liver	1.80±0.06	1.79±0.08	1.86±0.13	1.78±0.05	1.71±0.06	1.76±0.05	1.71±0.07	1.71±0.07	1.81±0.04
Spleen	0.07±0.01	0.07±0.01	0.07±0.00	0.07±0.00	0.08±0.01	0.06±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00	0.07±0.01
Bursa of Fabricius	0.14±0.02	0.13±0.02	0.14±0.02	0.18±0.02	0.16±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.17±0.02
Abdominal fat	1.96±0.10	1.82±0.03	1.95±0.15	2.02±0.10	1.85±0.07	2.20±0.26	1.74±0.10	1.74±0.10	1.60±0.17
Leg	9.78±0.15	9.94±0.12	9.73±0.20	9.64±0.14	9.94±0.16	9.44±0.22	9.59±0.13	9.59±0.13	9.47±0.25
Breast muscle	8.96±0.19	8.82±0.25	8.63±0.28	8.61±0.26	8.52±0.16	8.99±0.27	8.96±0.21	8.96±0.21	8.61±0.19

¹⁾ (-)CON, negative control; (+)CON, positive control; virginiamycin, 10 ppm; PM, peppermint; RC, *Rubus coreanus*; MG, marigold.

²⁾ Values are presented mean±SE.

Table 4. The dietary effects of RC, PM and MG powders on blood profiles in broiler chickens^{1),2),3)}

	PM			RC			MG		
	(-)CON	(+)CON	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%	0.5%
Total-C, mg/100 mL	116.10±6.86	118.13± 3.05	115.79± 3.85	107.93±2.47	115.43± 3.56	120.10±3.22	126.98±2.92	126.98±2.92	115.69±3.57
GOT, U/L	213.60±3.67	204.64±11.66	238.79±12.89	211.64±4.09	227.10±10.09	233.52±5.58	239.83±8.63	239.83±8.63	226.93±6.04
GPT, U/L	14.41±0.91	14.34± 1.06	17.36± 0.91	16.53±1.17	17.46± 0.95	17.00±0.65	17.06±0.43	17.06±0.43	17.63±0.68

¹⁾ (-)CON, negative control; (+)CON, positive control; virginiamycin, 10 ppm; PM, peppermint; RC, *Rubus coreanus*; MG, marigold.

²⁾ TOTAL-C, total cholesterol; GOT, glutamic-oxaloacetic transaminase; GPT, glutamic-pyruvic transaminase.

³⁾ Values are presented in mean±SE.

Table 5. The dietary effects of RC, PM and MG powders on antioxidation of serum in broiler chickens^{1),2)}

	(-)CON	(+)CON	PM	RC	MG
			0.3%	0.3%	0.3%
			0.5%	0.5%	0.5%
SOD like activity, %	26.56±0.54 ^c	28.11±1.59 ^{bc}	32.92±1.80 ^a	28.13±1.19 ^{bc}	29.15±0.93 ^{abc}
				28.88±1.53 ^{abc}	32.70±2.05 ^{ab}
					30.63±1.02 ^{abc}

¹⁾ (-)CON, negative control; (+)CON, positive control; virginiamycin, 10 ppm; PM, peppermint; RC, *Rubus coreanus*; MG, marigold.

²⁾ Values are presented mean±SE.

^{a,b,c} Values with different superscript were significantly differ ($p < 0.05$). ^{a-c} values with different superscript were significantly differ ($p < 0.05$).

Table 6. The dietary effects of RC, PM and MG powders on cecal microflora in broiler chickens^{1),2)}

	(-)CON	(+)CON	PM	RC	MG
			0.3%	0.3%	0.3%
			0.5%	0.5%	0.5%
Total microbes	5.83±0.24	5.70±0.15	6.15±0.16	5.93±0.18	5.83±0.23
Lactic acid bacteria	6.66±0.12 ^{ab}	6.01±0.15 ^c	7.07±0.16 ^a	6.47±0.20 ^{abc}	6.10±0.17
Coli forms	5.41±0.07	4.91±0.17	4.81±0.92	5.51±0.15	5.32±0.29
				5.42±0.31	4.68±0.17
					5.68±0.11

¹⁾ (-)CON, negative control; (+)CON, positive control; virginiamycin, 10 ppm; PM, peppermint; RC, *Rubus coreanus*; MG, marigold.

²⁾ Values are presented mean±SE.

^{a-c} values with different superscript were significantly differ ($p < 0.05$).

Table 7. The dietary effects of RC, PM and MG powders on lipid peroxidation of leg muscle in broiler chickens^{1),2)}

	(-)CON	(+)CON	PM	RC	MG
			0.3%	0.3%	0.3%
			0.5%	0.5%	0.5%
Malondialdehyde	0.250±0.01 ^a	0.181±0.03 ^{ab}	0.166±0.04 ^b	0.211±0.02 ^{ab}	0.207±0.05 ^{ab}
				0.132±0.01 ^b	0.143±0.04 ^b

¹⁾ (-)CON, negative control; (+)CON, positive control; virginiamycin, 10 ppm; PM, peppermint; RC, *Rubus coreanus*; MG, marigold.

²⁾ Values are presented mean±SE.

^{a,b} values with different superscript were significantly differ ($p < 0.05$).

Table 8. The dietary effects of RC, PM and MG powders on shear force, water holding capacity, Cooking loss, pH, lightness (CIE L), redness (CIE a) and yellowness (CIE b) of edible muscle in broiler chickens^{1),2)}

	(-)CON	(+)CON	PM	RC	MG
			0.3%	0.3%	0.3%
			0.5%	0.5%	0.5%
Shear force, kg	2.21±0.10	2.26±0.13	2.33±0.15	2.02±0.08	2.31±0.12
Water holding capacity, %	50.24±2.15	51.57±4.13	51.59±4.17	50.72±2.08	50.60±2.36
Cooking loss, %	19.28±1.92	19.03±0.70	20.39±1.96	18.46±0.49	18.67±0.74
pH	5.95±0.07	6.03±0.04	6.04±0.03	5.97±0.06	5.89±0.08
Breast meat					
L*	51.75±0.85	50.22±0.68	52.36±0.94	50.20±0.31	52.42±0.70
a*	10.81±0.42 ^{ab}	10.73±0.44 ^{ab}	9.46±0.29 ^c	10.43±0.24 ^{abc}	9.47±0.32 ^c
b*	10.55±0.83	10.40±0.89	11.59±0.78	10.80±0.44	12.03±0.96
Thigh meat					
L*	51.70±0.71	52.73±0.50	53.39±0.94	51.83±0.52	51.80±0.69
a*	10.56±0.53	10.41±0.33	9.76±0.60	10.32±0.21	10.42±0.53
b*	11.17±0.42	12.11±0.82	11.68±0.46	11.02±0.66	11.51±0.58
					11.20±0.83
					11.28±0.68
					11.01±0.84

¹⁾ (-)CON, negative control; (+)CON, positive control; virginiamycin, 10 ppm; PM, peppermint; RC, *Rubus coreanus*; MG, marigold.

²⁾ Values are presented mean±SE.

^{a-c} values with different superscript were significantly differ ($p < 0.05$).

가 관찰되었다($p < 0.05$). Jang 등(2008)은 육계에 mulberry leaf, Japanese honeysuckle 그리고 goldthread 추출물로 구성된 복합 식물추출물을 급여한 실험에서 도살 후 냉장보관 0, 3 및 7일째 가슴 근육 내 MDA함량을 조사하였을 때 대조구에 비하여 복합 식물추출물을 급여한 처리구의 MDA함량이 감소하는 것을 관찰하였으며, 특히 냉장보관 3일째 및 7일째의 MDA함량이 유의하게 감소하는 것으로 나타났다고 보고하였고, Wang 등(2008)은 고온 스트레스 하에서 육계에 *Forsythia suspensa* 추출물 급여 시 혈청, 간 및 근육 내 MDA함량이 모두 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 본 실험 결과 박하, 복분자 및 매리골드의 첨가 급여에 의하여 계육 내 지질 과산화물인 MDA의 생성이 억제되어 이러한 연구들과 일치하는 결과를 나타내었으며 이는 이러한 국내 자생 생물자원의 첨가 급여에 의하여 양계산물의 보존성이 개선되는 가능성을 나타내는 결과라고 판단된다.

가식성 근육의 물리적 특성

가금 근육을 이용하게 전단력, 보수력, 가열감량 및 pH을 조사하고 가슴 근육 및 다리 근육을 이용하여 육색을 조사한 결과 모든 처리구에서 대조구에 비하여 유의하게 개선되는 결과는 관찰되지 않았다(Table 8). Jang 등(2008)은 복합 허브추출물을 육계에 급여한 실험에서 도살 후 가슴육을 냉장보관하여 0, 3 및 7일째의 pH, 보수력 및 육색을 관찰하였는데, pH의 경우 복합 허브추출물을 급여한 처리구가 대조구에 비하여 0 및 3일째에 유의하게 높았으나, 7일째에는 유의한 차이가 없었다고 보고하였고, 보수력 및 육색의 경우 냉장보관 일수에 따라 차이는 있으나 대부분 유의한 차이가 없었다고 보고한 바 있다. 본 실험 결과에서도 가식성 근육 내 물리적 특성에서는 박하, 복분자 및 매리골드의 첨가 급여에 의한 차이는 없는 것으로 판단된다.

결론적으로 국내 자생 토착생물인 박하, 복분자 및 매리골드를 육계에 급여할 경우 성장촉진 등 생산성이 개선되는 것으로 나타나 항생제 대체제로의 이용가능성이 시사되었으며, 체내 대사생리 및 근육 내 물리적 특성에 부정적인 영향 없이 가식성 근육 내 지질산화를 유의하게 억제하는 결과를 나타내어 보존성을 개선한 기능성 육계 생산에 도움을 줄 것으로 사료된다. 다만 조사항목 별로 박하, 복분자 및 매리골드의 영향이 차이가 있고, 또 각각의 첨가수준에 따른 차이도 존재하므로 추후 개별적인 연구와 함께 적정 첨가수준을 규명할 수 있는 연구 또한 필요하다.

요 약

본 연구는 육계에 국내 자생의 토착 생물자원인 박하,

복분자, 매리골드를 첨가 급여하였을 때 육계의 성장성적 및 도체특성을 조사하여 항생제 대체제로서의 이용 가능성을 평가하고, 혈중 항산화정도와 계육의 지방산화 및 육질을 조사하여 국내 자생 생물자원을 이용한 기능성 양계산물의 생산 가능성에 대해 평가하기 위하여 1일령 Ross 육용종 수평아리 600수를 공시하여 5주간 실험을 진행하였다. 옥수수 및 대두박 위주로 배합하였으며, 전기사료는 대사에너지 3,100 kcal/kg와 조단백질 20.5%, 후기사료는 대사에너지 3,120 kcal/kg와 조단백질 19.5%로 제조하여 대조구 사료로서 사용하였으며, 항생제를 첨가하지 않은 항생제 무첨가 대조구와 항생제를 첨가한 항생제 첨가 대조구로 나누고, 박하, 복분자 및 매리골드 분말 첨가구는 항생제 무첨가 대조구에 각각 0.3 및 0.5% 첨가한 사료를 급여하였다. 실험 결과, 박하, 복분자 및 매리골드 분말의 첨가급여에 의하여 사료섭취량에서는 처리구간에 유의한 차이가 없었으나 종로체중, 일당중체량 및 사료요구율은 항생제 무첨가 대조구에 비하여 유의하게 개선하는 결과가 관찰되었으며, 장기 및 가식성 근육의 상대적 중량에서는 대조구와 처리구간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 혈액의 성상은 총 콜레스테롤 및 GOT·GPT 수준에는 영향이 없었으나, SOD 유사활성은 모든 처리구가 대조구에 비해 유의하게 높거나 높은 경향을 나타내는 것으로 관찰되었으며, 특히 박하 및 매리골드 분말을 0.3% 첨가 급여한 처리구에서 유의하게 높은 결과를 나타냈다. 장 내 균총의 변화에서는 총균수 및 coliform 균수는 처리구간 유의한 차이가 없었으나, lactic acid bacteria에서 항생제 첨가 대조구에 비하여 유의하게 증가하는 결과를 나타냈다. 가식성 근육 내 지질 과산화물의 생성정도는 항생제를 첨가 급여하지 않은 대조구에 비하여 모든 처리구에서 지질산화가 억제되는 결과가 관찰되었으며, 특히 박하 및 매리골드 분말을 첨가 급여한 처리구에서 지질 산화의 억제가 유의하게 개선되는 결과가 관찰되었다. 가식성 근육의 물리적 특성에서는 육질에 긍정적 또는 부정적이라고 볼 수 있는 차이는 관찰되지 않았다.

이상의 결과로 보아 국내 자생 토착생물인 박하, 복분자 및 매리골드를 육계에 급여할 경우 성장촉진 등 생산성이 개선되는 것으로 나타나 항생제 대체제로의 이용가능성이 시사되었으며, 체내 대사생리 및 근육 내 물리적 특성에 부정적인 영향 없이 가식성 근육 내 지질산화를 유의하게 억제하는 결과를 나타내어 보존성을 개선한 기능성 양계산물의 생산에 도움을 줄 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 시행한 2006년도 산학협력실 지원사업의 연구비지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Bashir, S. and Gilani, A. H. (2008) Studies on the antioxidant and analgesic activities of Aztec marigold (*Tagetes erecta*) flowers. *Phytother. Res.* **10**, 1002.
2. Best, P. (2000) Health boosters from botany. *Feed Int.* 15-16.
3. Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Papageorgiou, G. E., Vassilopoulos, V. N., Mantis, A. J., and Trakatellis, A. G. (1994) Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *J. Agri. Food Chem.* **42**, 1931-1937.
4. Choi, O. B. (2005) Active compounds and antimicrobial effects from *Castanea crenata* leaf. *Korean J. Food Nutr.* **18**, 367-372.
5. Cross, D. E., Mcdevitt, R. M., Hillman, K., and Acamovic, T. (2007) The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *Br. Poult. Sci.* **48**, 496-506.
6. Diaz, G. J., Roldan, L. P., and Cortes, A. (2003) Intoxication of *Crotalaria pallida* seeds to growing broiler chicks. *Vet. Hum. Toxicol.* **45**, 187-189.
7. Dorman, H. J. D., Kosar, M., Kahlos, K., Holm, Y., and Hiltunen, R. (2003) Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties, and cultivars. *J. Agric. Food Chem.* **51**, 4563-4569.
8. Duncan, D. B. (1955) Multiple range and Multiple F test. *Biomet.* **11**, 1-42.
9. European Union (1998) Agriculture Council, 14 Dec. 1998. Press Realease No. 14127. Brussels.
10. Gill, C. (2000) Botanical feed additives. *Feed Int.* 14-17.
11. Grau, R. and Hamm, R. (1953) Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. *Naturwissenschaften* **40**, 29-31.
12. Hemaiswarya, S. and Doble, M. (2006) Potential synergism of natural products in the treatment of cancer. *Phytother. Res.* **20**, 239-249.
13. Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J., and Megías, M. D. (2004) Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poult. Sci.* **83**, 169-174.
14. Jamroz, D., Wartecki, T., Houszka, M., and Kamel, C. (2006) Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **90**, 255-268.
15. Jamroz, D., Wiliczekiewicz, A., Wartecki, T., Orda, J., and Skorupinska, J. (2005) Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and locally grown cereals. *Br. Poult. Sci.* **46**, 485-493.
16. Jang, A., Liu, X. D., Shin, M. H., Lee, B. D., Lee, S. K., Lee, J. H., and Jo, C. (2008) Antioxidative potential of raw breast meat from broiler chicks fed a dietary medicinal herb extract mix. *Poult. Sci.* **87**, 2382-2389.
17. Jung, K. A., Han, D., Kwon, E. K., Lee, C. H., and Kim, Y. E. (2007) Antifatigue effect of *Rubus coreanus* Miq. extract in mice. *J. Med. Food* **10**, 689-693.
18. Jurani, M., Lamosova, D., Macajova, M., Kostal, L., Joubert, E., and Greksak, M. (2008) Effect of rooibos tea (*Aspalathus linearis*) on Japanese quail growth, egg production and plasma metabolites. *Br. Poult. Sci.* **49**, 55-64.
19. Karadas, F., Grammenidis, E., Surai, P. F., Acamovic, T., and Sparks, N. H. C. (2006) Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *Br. Poult. Sci.* **47**, 561-566.
20. Kasiram, K., Sakharkar, P. R., and Patil, A. T. (2000) Antifungal activity of calendula officinalis. *Indian J. Pharm. Sci.* **62**, 464-466.
21. Keokammerd T., Acton, J. C., Han, I. Y., and Dawson, P. L. (2008) Effect commercial rosemary oleoresin preparations on ground chicken thigh meat quality packaged in a high-oxygen atmosphere. *Poult. Sci.* **87**, 170-179.
22. Ku, C. S. and Mun, S. P. (2008) Antioxidant activities of ethanol extracts from seeds in fresh Bokbunja (*Rubus coreanus* Miq.) and wine processing waste. *Bioresource Technol.* **99**, 4503-4509.
23. Lee, K. H. and Choi, E. M. (2006) *Rubus coreanus* Miq. extract promotes osteoblast differentiation and inhibits bone-resorbing mediators in MC3T3-E1 cells. *Am. J. Chin. Med.* **34**, 643-654.
24. Lumeij, J. T. (1997) In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals (ed. J. J. Kanebo, J. W. Harvey, and M. L. Bruss, 5th) *Avian Clinic. Biochem.* Academic Press 857-883.
25. Manzanillo, E. G., Baucells, F., Kamel, C., Morales, J., Perez, J. F., and Gasa, J. (2001) Effects of plant extracts on the performance and lower gut microflora of early weaned piglets. *J. Anim. Sci. Suppl.* **1**, 473 [abstract].
26. Mitsch, P., Zitterl-Eglseer, K., Kohler, B., Gabler, C., Losa, R., and Zimpernik, 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.
27. Neukirch, H., D'Ambrosio, M., Dalla Via, J., Guerriero, A. (2004) Simultaneous quantitative determination of eight triterpenoid monoesters from flowers of 10 varieties of *Calendula officinalis* L. and characterisation of a new triterpenoid monoester. *Phytochem. Anal.* **15**, 30-35.
28. Rhodes, M. C. (1996) Physiologically active compounds in plant foods. A review. *Proc. Nutr. Soc.* **55**, 371-384.
29. SAS Institute (2002) SAS/STAT User's Guide; statistics, Release 8.2 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
30. Schiavone, A., Guo, K., Tassone, S., Gasco, L., Hernandez, E., Denti, R., and Zoccarato, I. (2008) Effects of natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits, and nitrogen balance of broiler chicks. *Poult. Sci.* **87**, 521-527.
31. Schiavone, A., Righi, F., Quarantelli, A., Bruni, R., Serventi, P., and Fusari, A. (2007) Use of *Silybum marianum* fruit extract in broiler chicken nutrition: influence on performance and meat quality. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **91**, 256-262.
32. Stefan, M. and Gudrun, M. (1974) Involvement of the surep-

- eroxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* **47**, 469-474.
33. Thompson-Coon, J. S., and Ernst, E. (2003) Herbs for serum cholesterol reduction: a systematic view. *J. Farm Pract.* **52**, 468-478.
34. Ukiya, M., Akihisa, T., Yasukawa, K., Tokuda, H., Suzuki, T., and Kimura, Y. (2006) Anti-Inflammatory, anti-tumor-promoting, and cytotoxic activities of constituents of marigold (*Calendula officinalis*) flowers. *J. Nat. Prod.* **69**, 1692-1696.
35. Yang, H. M., Oh, S. M., Lim, S. S., Shin, H. K., Oh, Y. S., and Kim, J. K. (2008) Antiinflammatory activities of *Rubus coreanus* depend on the degree of fruit ripening. *Phytother. Res.* **22**, 102-107.
36. Wang, L., Piao, X. L., Kim, S. W., Piao, X. S., Shen, Y. B., and Lee, H. S. (2008) Effects of forsythia suspensa extract on growth performance, nutrient digestibility, and antioxidant activities in broiler chickens under high ambient temperature. *Poult. Sci.* **87**, 1287-1294.
37. Wannissorn, B., Jarikasem, S., Siriwangchai, T., and Thubthimthed, S. (2005) Antibacterial properties of essential oils from Thai medicinal plants. *Fitoterapia* **76**, 233-236.
38. Wenk, C. (2000) Recent advances in animal feed additives such as metabolic modifiers, antimicrobial agents, probiotics, enzymes and highly available minerals -review- *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **1**, 86-95.

(Received 2008.12.8/Revised 1st 2009.2.20, 2nd 2009.3.9/
Accepted 2009.3.19)