

## 육계 사료 내 매실 및 오미자 첨가가 성장, 혈액 생화학 성분 및 항산화 작용에 미치는 영향

고영현 · 문양수 · 손시환 · 정장용 · 장인석<sup>†</sup>

경남과학기술대학교 동물생명과학과

### Effect of Dietary Supplementation of Plum or Omija on Growth Performance, Blood Biochemical Profiles and Antioxidant Defense System in Broiler Chickens

Young-Hyun Ko, Yang-Soo Moon, Sea-Hwan Sohn, Chang-yong Jung and Insurk Jang<sup>†</sup>

Department of Animal Science & Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Republic of Korea

**ABSTRACT** To investigate the effect of dietary supplementation of freeze-dried plum (*Prunus mume* Siebold and Zucc., PMS) or omija meal (*Schizandra chinensis* Baill.; SCB) on growth performance, organ weights, blood biochemical profiles and antioxidant defense system, a total of 96, 3-day-old male broiler chickens were assigned to three dietary groups: (1) control diet, (2) control diet supplemented with PMS at 0.2%, (3) control diet supplemented with SCB at 0.2%. *In vitro* antioxidant activity, plum and omija extracts showed a significantly higher radical scavenging activity (RSA). In particular, omija extract showed much higher RSA than plum extract. Dietary addition of plum or omija did not affect body weight, feed intake, feed conversion and the relative weight of digestive organ in birds. Plasma triglyceride significantly ( $P<0.05$ ) increased in birds fed the diet supplemented with omija compared with those fed control diet without affecting the other blood biochemical components. Furthermore, reduced form of glutathione (GSH) in the liver or muscle significantly ( $P<0.05$ ) increased in birds fed the diet fortified with plum and omija. However, the specific activities of superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPX) and glutathione-S-transferase (GST) and MDA (malonaldehyde) in the intestine, liver and muscle were not altered by dietary antioxidant sources. In conclusion, dietary plum and omija resulted in a positive effect on some antioxidant indicators such as increased *in vitro* RAS in extracts and *in vivo* GSH level in the liver and muscle without affecting growth performance. Therefore, dietary addition of 0.2% of plum or omija could be applicable as potential antioxidant sources in broiler chick production.

(Key words : broiler, plum, omija, antioxidant defense system)

## 서 론

최근 국내·외 소비자들은 식품안전에 대한 관심 증가로 안전한 친환경 축산물을 선호하는 경향이 증가되고 있다. 따라서 안전하고 친환경적인 축산물을 생산하기 위한 방안으로 기능성을 증진시키는 사료 첨가제의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 이러한 시대적 흐름에 따라 사료 첨가제로서 지방산의 산패로부터 사료 품질을 보호하는 기능뿐만 아니라, 체조직의 항산화, 면역 증진, 번식 능력 등과 같은 생리적 작용에 중요한 영향을 미치는 항산화제는 많은 주목을 받고 있다. 따라서 소비자 및 생산자 모두를 위한 기능성 사료 첨가제에 대한 연구 개발은 미래 동물산업을 위해 필

수적 분야이다.

식물 유래 천연물로서 매실(Plum; *Prunus mume*)은 주요성분으로 유기산인 citric acid, malic acid, succinic acid 및 lactic acid 등이 다량 함유되어 있고, 또한 식물성 항산화 물질이 존재하고 있는 것으로 보고되고 있다(Hasegawa, 1959; Kameoka and Kitagawa, 1976; Han et al., 2001). 매실은 전통적으로 소화증진 작용(Lim, 1999b), 항균 작용(Lee et al., 2003), 간 보호기능 및 당뇨병 예방 효과(Dogasaki et al., 1992; Lim, 1999a) 등과 같은 다양한 생리활성 작용이 있다. 매실의 생리활성 작용에 대한 연구를 살펴보면, 먼저 다량의 유기산이 함유되어 있어 *E. coli*, *Salmonella typhimurium* 등과 같은 그람 음성균에 대해 저해 효과를 나타내는 항균 작용이 있

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

는 것으로 알려졌다(Lee et al., 2003), 또한 매실에는 주요 성분으로 유기산외에 건물 기준으로 1.1%의 polyphenol 계열의 물질을 함유하고 있어(Lim, 1999b) 자유기(free radicals)를 제거하는 항산화 기능이 있는 것으로 보고되고 있다(Kim et al., 1997). 또한 매실 혼합물 급여는 육계의 맹장 소화물에 존재하는 유산균을 현저히 증가시켜 장내 유익균의 정착에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Ko et al., 2007).

오미자(*Schizandra chinensis* Baill.)는 신맛, 단맛, 쓴맛, 짠맛 및 매운맛을 내는데, 주요 성분으로 유기산인 citric acid, malic acid 등과 식물성 항산화 물질인 lignans(schisandrin 등), quercetin, kaempferol, anthocyanin 등이 많이 함유되어 있다(Nakajima et al., 1983; Sladkovsky et al., 2001). 오미자의 주요 생리활성 작용은 위장관 질환 예방(Matsuzaki et al., 1991), 항균과 위액 분비조절(Kim, 1995), 담즙 배설 촉진 및 과산화지질 생성 억제 효과(Yao et al., 2008) 및 고지혈증 저하(Niu et al., 1983) 등과 같은 효능이 있다고 알려져 있다. 최근 보고에 의하면 오미자 추출물에서 높은 항산화력을 나타내는 성분이 다량 함유되어 있다는 것이 증명되어(Liu et al., 2009) 오미자 분말을 사료 첨가제로서 육계에게 급여할 경우 우수한 항산화 작용이 기대된다.

그러나 각종 생리활성을 가진 환경 조절 물질로서 매실과 오미자 등과 같은 천연 식물성 소재를 이용하여 고품질의 축산물을 생산할 수 있는 사료 첨가제로서의 기능성을 체계적으로 연구한 논문은 지금까지 많지 않은 실정이다.

따라서 본 연구는 매실과 오미자 분말을 첨가한 사료를 급여한 후, 육계의 성장 및 사료 효율, 혈액 정상 및 체내 항산화 작용에 미치는 영향에 대하여 조사하여 천연물 소재를 이용한 친환경 안전 축산물 생산을 위한 기초 자료로 활용하기 위하여 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 동물 및 시험 설계

시험에 공시된 동물은 육계 수컷 1일령 Ross종 96수를 울품(주)에서 구입하여 2일간의 적응기간을 거쳐 3일령(개시 체중,  $49.25 \pm 0.37$  g)에 본 시험에 공시하였다. 시험구는 모두 3 처리구로서 각 처리구당 8 반복, 반복당 4수(처리구당 32수)를 완전 임의 배치하였다. 처리구로서 대조구(CON, control)와 매실(Plum, *Prunus mume* Siebold and Zucc.) 및 오미자(Omija, *Schizandra chinensis* Baill.) 열매를 동결 건조 후 분쇄하여 각각 0.2% 첨가한 매실 첨가구(PMS) 및 오미자 첨가구(SCB) 등으로 설정하였다.

### 2. 사료 준비 및 사양 관리

시험에 사용한 매실과 오미자는 시중에서 구입하여 동결 건조시켜 분쇄기(Perten 3600, Sweden; 20 mesh)로 분쇄하여 각각 0.2% 수준으로 기초 사료에 첨가하였다. 첨가 수준은 *in vitro* 항균 조사와 항산화 조사 및 예비 사양 시험의 결과에 따라 경제성을 고려하여 최저 유효 수준(0.2%)으로 결정하였다. 본 실험에 사용한 기초 사료는 옥수수, 밀, 대두박 등을 위주로 배합하고, 대사 에너지, 조단백질 및 기타 영양소 수준은 NRC 사양표준에 근거하여 제조한 육계 전기(3~21일령) 및 후기(22~35일령) 상업용 사료를 구입하여 급여하였다. 시험 사료는 매일 일정량 무게를 측정하여 동물이 충분히 먹을 수 있도록 자유 급여하고, 물은 자동급수기로서 급여하였다. 시험 사료의 화학적 성분 조성은 Table 1과 같고, 매실과 오미자의 일반 조성은 Table 2와 같다. 사양 관리는 경남과학기술대학교 부속 동물사육장의 관행에 준하여 35일간 케이지에서 사육을 실시하였다. 접등은 전 사양 기간 동안 24시간 중일 전등을 실시하였고, 계사 온도는 일령별로 32℃에서 22℃까지 사육실 온도 관리 프로그램에 따라 조절하였다. 체중은 시험 개시, 21일령 및 35일령에 각각 측정하여 증체량을 측정하고, 21일령 및 35일령에 사료 섭취량을 측정하여 사료 요구율을 계산하였다.

### 3. 시료 채취 및 보관

분석용 시료를 채취하기 위하여 시험 종료 35일령 후, 각 시험구당 평균 체중에 가까운 8수씩을 선정하였다. 도살 전에 체중을 측정한 후 경정맥을 통하여 채혈을 하여 혈장을 분리하였다. 이어서 복강을 절개하고 간, 소장 및 췌장 전 부위를 채취하였고, 근육은 뒷다리의 후경골근(posterior tibial)에서 약 30 g를 채취하였다. 위장의 유문부에서 회장 끝부분까지 획득한 전체 소장(whole intestine)의 길이는 수직과 수평으로 썬 후 평균값을 취하였으며, 소장에서 전반부 55%는 공장, 나머지 45%는 회장으로 임의로 구분하였다. 획득한 소장은 장간막을 길이로 절개한 다음, 다시 생리 식염수로 3회 연속 세척하여 소화물을 제거하였다. 소장 내장 부위의 점막세포는 glass slide를 이용하여 완전히 분리한 후, 지방과 내용물을 제거한 다음 무게를 측정하였다. 채취한 모든 샘플은 액체 질소에 냉동 후, 분석 시까지 -70℃에서 보관하였다.

### 4. 분석 항목 및 방법

1) 체중, 사료 섭취량, 사료 요구율 및 소화 장기 무게  
사료 섭취량, 체중 및 사료 요구율은 시험 개시와 21일령,

**Table 1.** Formula and chemical composition of experimental diets fed to broiler chickens

Ingredients	Treatment*		
	CON	PMS	SCB
		Ingredients (%)	
Corn	44.18 <sup>3</sup> (46.04) <sup>4</sup>	44.18 (46.70)	44.18 (46.70)
Wheat	20.00 (20.00)	19.90 (19.90)	19.90 (19.90)
Wheat bran	4.00 (4.00)	3.90 (4.00)	3.90 (4.00)
Animal fat	3.00 (3.00)	3.00 (3.00)	3.00 (3.00)
Corn gluten	4.00 (2.80)	4.00 (2.04)	4.00 (2.04)
Soybean meal (44% CP)	16.50 (16.50)	16.50 (16.50)	16.50 (16.50)
Rapeseed meal	2.00 (2.00)	2.00 (2.00)	2.00 (2.00)
Fish meal	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)	1.00 (1.00)
Meat meal	2.00 (2.00)	2.00 (2.00)	2.00 (2.00)
Plum	–	0.20	–
Omija	–	–	0.20
Salt	0.23 (0.23)	0.23 (0.23)	0.23 (0.23)
Calcium carbonate	0.20 (0.20)	0.20 (0.20)	0.20 (0.20)
Tricalcium phosphate	1.60 (1.20)	1.60 (1.20)	1.60 (1.20)
Lysine (liquid)	0.66 (0.46)	0.66 (0.46)	0.66 (0.46)
Methionine	0.12 (0.06)	0.12 (0.06)	0.12 (0.06)
Choline-HCl	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)
Vitamin premix <sup>1</sup>	0.20 (0.20)	0.20 (0.20)	0.20 (0.20)
Mineral premix <sup>2</sup>	0.20 (0.20)	0.20 (0.20)	0.20 (0.20)
Colistin	0.05 (0.05)	0.05 (0.05)	0.05 (0.05)
Salinomycin	0.05 (0.05)	0.05 (0.05)	0.05 (0.05)
Total	100	100	100
		Chemical composition (%)	
ME (kcal /kg)	3,100 (3,100)	3,100 (3,100)	3,100 (3,100)
CP	21.00 (19.00)	21.00 (19.00)	21.00 (19.00)

\*CON (Control), PMS (*Prunus mume* Siebold and Zucc. 0.2%), SCB (*Schizandra chinensis* Baill., 0.2%).

<sup>1</sup>Contained per kg of diet: vit A, 10,000 IU; vit D<sub>3</sub>, 2,000 IU; vit E, 421 IU; vit K, 5 mg; riboflavin, 2,400 mg; vit B<sub>2</sub>, 9.6 mg; vit B<sub>6</sub>, 2.45 mg; vit B<sub>12</sub>, 40 ug; niacin, 49 mg; pantothenic acid, 27 mg, biotin, 0.05 mg.

<sup>2</sup>Contained the mg per kg of diet: Cu 140 mg, Fe 145 mg, Zn 179 mg, Mn 12.5 mg, I 0.5 mg, Co 0.25 mg, Se 0.4 mg.

<sup>3</sup>Formula of starter diet (3~21 d of age).

<sup>4</sup>Formula of grower diet (22~35 d of age).

종료 (35일령)시에 측정하였다. 사료 요구율은 실험기간 중, 평균 섭취량을 평균체중 증가량으로 나누어 계산하였다. 간, 췌장 및 소장 등과 같은 소화 장기의 무게는 체중 100 g당 상대적 장기 무게로 환산하였다.

## 2) 혈액 생화학적 성분 분석

혈액 내 생화학 성분 중 glucose, total protein, cholesterol, triglyceride, HDLC(high-density lipoprotein cholesterol) 및 LDLC(low-density lipoprotein cholesterol) 등은 자동 혈액분

**Table 2.** Chemical composition of freeze-dried plum (*Prunum mume* Siebold and Zucc.) and omija (*Schizandra chinensis* Baill.)

Item	<i>Prunum mume</i>	<i>Schizandra chinensis</i>
	Siebold and Zucc.	Baill.
	----- (%) -----	
Moisture	9.48	10.11
Crude protein	7.39	8.98
Nitrogen free extract	63.84	36.17
Crude fat	2.32	14.74
Crude fiber	8.77	24.77
Crude ash	8.20	5.23
Ca	0.26	0.12
P	0.01	0.25

석기(HI System, Technicon, USA)를 사용하여 분석하였다.

### 3) 항산화 지표 분석

#### (1) 매실 및 오미자 분말의 *In vitro* DPPH Radical 소거능 분석

매실 및 오미자 동결 건조 분말을 ethanol에 1:1 비율로 24시간 동안 침지하여 추출 작업을 실시하였다. 추출 작업을 종료한 후 여과지에 부유물을 여과하고, 60°C rotary vacuum evaporator를 이용하여 추출액을 농축하였다. 추출물의 항산화력은 Blois(1958)가 고안한 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 방법을 약간 변형하여 측정하였다. 매실과 오미자 추출물을 최종 농도 0, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 및 3.2% 수준으로 증류수에 희석하여 각각 100 µl 희석액을 0.1 mM의 DPPH 용액과 완전히 혼합하였다. 이어서 30분 동안 실온에서 저장한 후 spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준 용액은 BHT(butylated hydroxytoluene)을 이용하였다. Radical scavenging activity(%)는 다음과 같은 공식으로 계산하였다.

Radical scavenging activity(%)=

$$[\text{Abs(standard)} - \text{Abs (sample)}] / \text{Abs(standard)} \times 100$$

(2) 소장점막, 간 및 근육조직에서 항산화 지표 분석  
소장점막, 간 및 근육 조직의 cytosol을 획득하기 위하여 조직 1 g당 6 mL의 0.25 M sucrose 용액(0.25 M, sucrose;

Tris-base 0.05M, pH 7.4)을 첨가하여 균질기로서 균질화 시킨 다음, 10,000×g에서 10분간 원심분리하고 상층액을 취한 후, 다시 100,000×g에서 60분간 초고속 원심분리하여 상층액을 분획하였다.

각 조직의 cytosol superoxide dismutase(SOD) 활성도는 Fridovich(1974)의 방법으로 측정하였다. 효소 활성도 측정 방법을 간단히 설명하면 먼저 반응은 반응용액에 xanthine oxidase를 혼합하여 0.02 abs/mL이 되도록 기준선을 설정한 다음, 위의 혼합액에 시료를 가하여 반응을 시작함과 동시에 cytochrome C의 분자 흡광 계수로부터 SOD의 활성도를 구하였다. 이 조건 하에서는 cytochrome C의 환원이 50% 억제 되는 비율을 1 unit로 정의하였다. Glutathione peroxidase(GPX) 활성도 Tappel et al.(1978)의 방법을 이용하여 측정하며, 반응조건은 시료에 반응 용액(0.1mM NADPH, glutathione reductase 1 unit/mL, reduced glutathione, 0.25mM; pH 7.4)을 가한 후, 5분간 37°C incubator에서 배양시킨 다음 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 가하여 340 nm에서 흡광도의 감소 속도를 관찰하였다. GPX 활성도의 unit는 mg protein당 1분 동안 산화되는 NADPH nmol 수로 정의하였다. Glutathione-S-transferase(GST) 측정은 Habig et al.(1974)의 방법으로 실시하였다. 반응 조건은 1 mM reduced glutathione을 chlorodinitrobenzene(CDNB) 혼합물에 희석한 시료를 가한 후 340 nm에서 흡광도가 변화 하는 비율을 측정하였으며, 1 unit는 mg protein당 1분간 반응하는 CDNБ의 µmol 수로 표시하였다. 조직 내 환원형 glutathione(GSH) 함량은 5% sulfosalic acid로 추출한 상등액을 0.3M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>와 혼합하고, 0.04% 5',5'- dithiobis-(2-nitrobenzoic acid)를 가하였다. 이어서 실온에서 10분 동안 배양한 후 405 nm ELISA로서 측정하였다(Baker et al., 1990).

Microsome 내 지질과산화물은 thiobarbituric acid(TBA) 방법에 의해 생성된 malondialdehyde(MDA) 생성량을 측정하는 방법으로 532nm에서 분광 광도계로서 흡광도를 측정하여 MDA 생산량을 측정하였다(Bidlack and Tappel, 1973). 효소의 특이적 활성도(specific activity)는 전체 활성도에서 단백질 mg당 농도로 나누어 표시하였다. 단백질은 bicinchoninic acid (BCA) kit(Pierce, IL, USA)을 이용하여 560 nm에서 ELISA로 측정하였으며, 표준곡선은 bovine serum albumin을 사용하였다.

#### 4) 통계처리

통계처리는 각 군의 결과를 평균±표준오차로 표시하였고, 처리별로 Proc GLM(SAS, 1996)에 의한 분산분석을 실시하고, Duncan 다중검정법(1955)으로 95% 수준에서 각 군

의 유의차를 검정하였다. DPPH 방법에 의한 매실과 오미자 추출물의 RSA 자료는 Proc t-test에 따라 95% 수준에서 유의성을 검정하였다.

## 결 과

### 1. 사양 성적 및 장기 무게

육계 사료에 매실과 오미자 분말을 각각 0.2% 수준으로 첨가하여 35일령까지 급여 후 조사한 사양 성적은 Table 3에 나타낸 바와 같다. 사양전기(3~21일령) 및 후기(22~35일령)의 시험결과를 살펴보면 매실(PMS) 및 오미자 첨가구(SCB)에서 체중, 일당 증체량과 사료 요구율은 대조구와 비교 시 유의적인 차이가 없이 모두 비슷한 결과를 보였다. 또한 35일령까지의 전체 사양기간 동안에도 대조구에서 수치상 약간 낮은 체중을 보였지만, 모든 처리구에서 모두 비슷한 사양성적을 나타내었다. 매실과 오미자를 첨가급여 후, 도체에서 획득한 간, 췌장, 소장 및 소장점막세포 등과 같은

소화 장기의 상대적 무게 (Table 4) 역시 처리구에 상관없이 모두 비슷한 것으로 관찰되었다.

따라서 매실과 오미자 분말 0.2% 수준의 첨가는 육계의 체 성장 및 소화 장기의 발달에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

### 2. 혈액 내 생화학 성분조사

매실과 오미자를 첨가 급여한 후 채취한 혈액의 생화학 성분은 Table 5에 나타낸 바와 같다. 혈중 glucose 수준은 오미자 첨가구에서 매실 첨가구보다 유의적으로 증가되었지만 ( $P<0.05$ ) 대조구와는 차이를 보이지 않았다. Triglyceride 수준은 오미자 첨가구에서 대조구와 매실 첨가구보다 유의적으로 증가되었다( $P<0.05$ ). 그러나 total protein, cholesterol, HDLC 및 LDLC 등은 처리구간에 차이가 없었다.

### 3. 항산화 방어 시스템 지표 분석

매실 및 오미자 분말건조 추출물을 다양한 수준(0, 0.2,

**Table 3.** Effects of dietary supplementation of plum and omija powder on growth performance, feed intake and feed conversion in broiler chickens

Items	Treatment*		
	CON	PMS	SCB
Initial body weight (g)	49.00 ± 0.37	49.03 ± 0.27	49.71 ± 0.48
3~21 days			
BW (g)	720.21 ± 22.46	752.25 ± 21.90	738.52 ± 26.06
Gain (g)	671.21 ± 22.46	703.22 ± 22.02	688.81 ± 26.20
Feed intake (g)	1,103.60 ± 34.15	1,087.70 ± 29.56	1,096.55 ± 26.70
Feed conversion	1.64 ± 0.11	1.55 ± 0.04	1.60 ± 0.04
22~35 days			
BW (g)	1,776.81 ± 37.52	1,826.25 ± 32.09	1,811.35 ± 33.10
Gain (g)	1,056.60 ± 20.70	1,074.00 ± 20.27	1,072.83 ± 19.38
Feed intake (g)	1,560.00 ± 63.09	1,678.51 ± 55.95	1,625.00 ± 66.46
Feed conversion	1.47 ± 0.05	1.56 ± 0.05	1.51 ± 0.04
3~35 days			
Total gain (g)	1,727.81 ± 37.43	1,777.22 ± 32.17	1,761.64 ± 33.15
Total feed intake (g)	2,663.60 ± 92.49	2,766.21 ± 63.92	2,721.55 ± 87.65
Total feed conversion	1.55 ± 0.06	1.56 ± 0.04	1.54 ± 0.03

Mean ± SE (n=8).

\*CON (Control), PMS (*Prunus mume* Siebold and Zucc., 0.2%), SCB (*Schizandra chinensis* Baill., 0.2%).

**Table 4.** Effects of dietary supplementation of plum and omija powder on the relative digestive organs of broiler chickens

Items	Treatment*		
	CON	PMS	SCB
Liver (g/100 g BW)	2.76 ± 0.26	2.42 ± 0.12	2.65 ± 0.17
Pancreas (g/100 g BW)	0.18 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.20 ± 0.01
Whole intestine (g/100 g BW)	1.78 ± 0.11	1.78 ± 0.09	1.89 ± 0.09
Proximal intestine (g/100 g BW)	1.22 ± 0.07	1.20 ± 0.06	1.35 ± 0.07
Distal intestine (g/100 g BW)	0.55 ± 0.04	0.58 ± 0.03	0.55 ± 0.03
Intestinal mucosae (g/100 g BW)	0.88 ± 0.07	0.87 ± 0.05	0.96 ± 0.07

Mean ± SE (n=8).

\*CON (Control), PMS (*Prunus mume* Siebold and Zucc., 0.2%), SCB (*Schizandra chinensis* Baill., 0.2%).

**Table 5.** Effects of dietary supplementation of plum and omija powder on blood biochemical profiles in broiler chickens

Items**	Treatment*		
	CON	PMS	SCB
Glucose (mg/dL)	235.57 ± 9.50 <sup>ab</sup>	221.38 ± 5.77 <sup>b</sup>	249.38 ± 7.42 <sup>a</sup>
Total protein (g/dL)	3.66 ± 0.24	3.61 ± 0.13	3.44 ± 0.30
Cholesterol (mg/dL)	146.00 ± 7.53	157.13 ± 8.53	142.25 ± 7.62
Triglyceride (mg/dL)	20.50 ± 1.87 <sup>b</sup>	25.13 ± 1.74 <sup>b</sup>	39.88 ± 3.21 <sup>a</sup>
HDLC (mg/dL)	95.63 ± 7.93	105.38 ± 7.66	96.50 ± 6.15
LDLC (mg/dL)	20.75 ± 1.40	23.00 ± 2.66	25.43 ± 3.04

Mean ± SE (n=8).

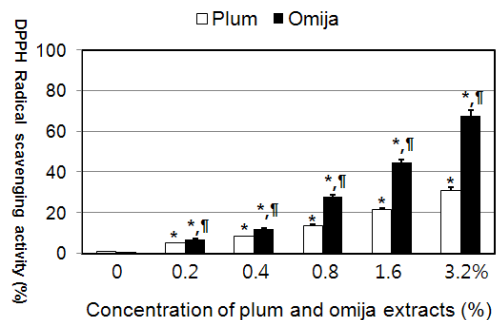
\*CON (Control), PMS (*Prunus mume* Siebold and Zucc., 0.2%), SCB (*Schizandra chinensis* Baill., 0.2%).

\*\*HDLC (High-density lipoprotein cholesterol), LDLC (Low-density lipoprotein cholesterol).

<sup>a,b</sup>Values with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ) among treatments.

0.4, 0.8, 1.6 및 3.2%)으로 혼합하여 *in vitro*에서 DPPH 방법으로 측정된 radical 소거능(RSA, %)을 조사한 결과를 보면 (Fig. 1), 매실 및 오미자 추출물의 모든 첨가 수준에서(0.2~3.2%)에서 무첨가(0%)에 비해 천연물의 첨가 수준에 비례하여 항산화 소거능(RSA)이 증가되는 것으로 나타났다( $P < 0.05$ ). 특히 오미자는 매실보다 동일한 농도에서 유의적으로 높은 항산화 소거능을 보여 매우 우수한 항산화 물질인 것으로 나타났다( $P < 0.05$ ).

매실과 오미자 0.2% 수준의 사료를 급여 후 35일령 육계에서 획득한 소장점막, 간 및 근육 조직에서 조사한 항산화 방어 지표에 대한 결과는 Table 6~8에 나타낸 바와 같다. 먼저 소장 점막 조직에 나타난 결과를 살펴보면(Table 6), 항산화 효소(SOD, GPX 및 GST)의 특이적 활성도는 매실



**Fig. 1.** Effect of plum and omija extracts on DPPH radical scavenging activity(RSA, %). The data are expressed as % scavenging of DPPH radicals. \*Significant difference in RSA between 0% and 0.2, 0.4, 1.6 or 3.2% at  $P < 0.05$ . #Significant difference in RSA between plum and omija at  $P < 0.05$ .

**Table 6.** Effects of dietary supplementation of plum and omija powder on the specific activities of SOD, GST and GPX and the level of GSH and MDA in the small intestine of broiler chickens

Items	Treatment*		
	CON	PMS	SCB
SOD (U/mg protein)	569.12 ± 69.87	548.57 ± 56.39	566.05 ± 65.77
GST (U/mg protein)	27.55 ± 2.19	28.12 ± 2.75	34.23 ± 2.19
GPX (U/mg protein)	0.156 ± 0.022	0.124 ± 0.014	0.144 ± 0.014
GSH (mM/mg tissue)	0.157 ± 0.014	0.148 ± 0.015	0.164 ± 0.014
MDA (nM/mg protein)	2.71 ± 0.68	2.55 ± 0.38	2.44 ± 0.53

Mean ± SE (n=8).

\*CON (Control), PMS (*Prunus mume* Siebold and Zucc., 0.2%), SCB (*Schizandra chinensis* Baill., 0.2%).

(PMS)과 오미자 첨가(SCB)에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 또한 GSH 함량과 지질 과산화도(MDA) 함량 역시 천연물의 첨가에 따른 영향을 받지 않았다.

간 조직에서 나타난 결과를 보면(Table 7), SOD, GPX 및 GST와 같은 효소 및 MDA 함량은 처리구간에 어떠한 차이도 관찰할 수 없었지만, GSH 함량은 오미자 첨가구(SCB)에서 대조구(CON)와 매실 첨가구(PMS)보다 유의적으로 높게 나타났다( $P<0.05$ ).

근육조직에서는(Table 8) 매실 및 오미자 첨가가 항산화 효소 및 지질과산화도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나, GSH 함량이 매실 및 오미자 첨가구에서 대조구보다 약 2배 정도 유의적으로 높게 나타났다( $P<0.05$ ).

## 고 찰

최근 천연물을 이용한 친환경 사료첨가제의 개발이 주목

을 받고 있는바, 본 연구는 국내에서 전통적으로 중요한 식물성 소재인 매실과 오미자를 이용하여 육계의 항산화 기능성 사료첨가제 개발 가능성에 대하여 조사하였다. 본 실험 결과, 매실과 오미자 0.2% 수준의 건조 분말첨가는 육계의 성장 및 사료 이용성에 유의적 영향을 미치지 않았다. 또한 간, 소장 및 췌장과 같은 소화기관의 무게에도 영향을 미치지 않았다. 이러한 연구 결과는 Bong et al.(2011)이 매실박 1%를 육계에 급여한 결과, 대조구와 비교 시 차이가 없었다고 한 연구와 비슷하다. 또한 Sohn et al.(2008)이 육계에 천연항산화원으로 가시오갈피 및 두충을 0.5 및 1% 수준으로 첨가하여 육계에 급여한 결과, 이들 식물성 물질이 성장촉진제로서의 역할은 없는 것으로 보고한 결과와도 유사하다. 천연 항산화제로서 포도씨앗 분말 1% 첨가하여 육계에게 급여하여 사양성적을 조사한 시험(Jang et al., 2007) 및 생약제를 급여하여 육계의 생산성을 조사한 연구(Hong et al.,

**Table 7.** Effects of dietary supplementation of plum and omija on the specific activities of SOD, GST and GPX and the level of GSH and MDA in the liver of broiler chickens

Items	Treatment*		
	CON	PMS	SCB
SOD (U/mg protein)	562.76 ± 114.87	431.51 ± 24.96	385.66 ± 25.35
GST (U/mg protein)	68.19 ± 4.91	70.82 ± 3.51	77.23 ± 3.56
GPX (U/mg protein)	0.507 ± 0.020	0.459 ± 0.040	0.510 ± 0.031
GSH (mM/mg tissue)	0.308 ± 0.017 <sup>b</sup>	0.313 ± 0.012 <sup>b</sup>	0.361 ± 0.014 <sup>a</sup>
MDA (nM/mg protein)	1.77 ± 0.27	1.38 ± 0.19	1.41 ± 0.14

Mean ± SE (n=8).

\*CON (Control), PMS (*Prunus mume* Siebold and Zucc., 0.2%), SCB (*Schizandra chinensis* Baill., 0.2%).

<sup>a,b</sup>Values with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ) among treatments.

**Table 8.** Effects of dietary supplementation of plum and omija on the specific activities of SOD, GST and GPX and the level of GSH and MDA in the muscle of broiler chickens aged 35 days

Items	Treatment*		
	CON	PMS	SCB
SOD (U/mg protein)	194.01 ± 15.11	176.98 ± 8.48	189.62 ± 7.31
GST (U/mg protein)	6.07 ± 0.44	6.31 ± 0.36	6.73 ± 0.24
GPX (U/mg protein)	0.061 ± 0.011	0.062 ± 0.012	0.071 ± 0.011
GSH (mM/mg tissue)	0.060 ± 0.010 <sup>b</sup>	0.112 ± 0.012 <sup>a</sup>	0.133 ± 0.013 <sup>a</sup>
MDA (nM/mg protein)	1.16 ± 0.12	1.34 ± 0.14	1.63 ± 0.27

Mean ± SE (n=8).

\*CON (Control), PMS (*Prunus mume* Siebold and Zucc., 0.2%), SCB (*Schizandra chinensis* Baill., 0.2%).

<sup>a,b</sup>Values with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ) among treatments.

2001) 등에서도 이들 식물성분이 육계의 체중, 증체량 및 일당 증체량에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다.

항생제 대체제로서 식물성 천연물이 육계의 성장에 미치는 조사한 연구 결과를 살펴보면, Hernandez et al.(2004)은 oregano, 계피 및 후추로부터 얻은 추출물과 백리향, rosemary 등으로부터 얻은 추출물을 육계에 42일 동안 급여하였을 때 체중, 사료 섭취량 및 사료 요구율이 무첨가구와 차이가 없었고, 간, 췌장 및 소화 장기(소장, 대장)의 무게에도 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. Lee et al.(2003) 및 Jang et al.(2007)이 백리향 추출물(thymol)을 육계 사료에 첨가하여 급여 시 무항제 대조구에 비해 체중 및 사료 요구율 등에서 차이가 없음을 보고하였다. 그러나 Kim et al.(2007)은 0.1% 식물추출물을 육계에 급여 시 무항생제구에 비해 체중 및 증체량이 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 또한 Jamroz and Kamel(2002)은 carvacrol, capsaicin 및 cinnamaldehyde 등을 함유한 300 ppm의 식물추출물을 육계에 급여 시 일당 증체량과 사료 요구율이 개선되었다고 보고하였다. 본 연구의 주요 목적은 식물성 천연물을 이용하여 체내 항산화 작용에 관한 연구로서, 기초 사료에 항생제가 함유되어 있어 항생제 대체제로서 매실 및 오미자 첨가가 생산성에 미치는 영향을 조사하는 불가능하였지만, 이들 물질이 육계의 성장에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 지금까지 진행된 선행 연구 결과들로 보아 식물에서 유래된 생리활성 물질이 가축의 생산성에 미치는 영향은 사육 조건, 사료의 형태 및 다양한 환경조건에 영향을 받기 때문에, 육계의 생산성을 현저히 증가시킨다는 증거는 아직 부족하다.

일반적으로 천연물에 존재하는 생리활성 물질은 매우 다양하고 복잡적으로 그 작용기전이 명확하게 밝혀지지 않았

지만, 소화촉진, 항미생물 작용 등과 같은 위장관 환경을 개선시킬 수 있고(Wang et al., 1998), 또한 식물성 항산화 물질이 다량 함유되어 항산화 및 면역작용에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 보인다(Seifried et al., 2007). 따라서 본 시험의 주요 목적인 소화 장기와 근육조직에서 이들 식물 첨가물이 체내 항산화 방어작용에 미치는 영향에 대하여 조사를 하였다. 매실의 주요 성분은 구연산 48.0%, 사과산 14.0% 이상 등 모두 약 62% 정도의 유기산이 함유되어 있지만(Lim, 1999b). 항산화 물질 또한 일정량 함유되어 있다(Tsubaki et al., 2010). 오미자 역시 주성분으로는 각종 유기산과 식물성 항산화물질인 lignan(schisandrin 등), quercetin, kaempferol 등과 같은 항산화 물질이 다량 함유되어 있다(Sladkovsky et al., 2001).

항산화 효소의 작용에서 SOD는 superoxide 이온을 제거하는 효소로서(Fridovich, 1974), 세포내  $2O^-$ 와  $2H^+$ 의 존재 하에서  $O_2$ 와  $H_2O_2$ 를 생성한다. GPX는 환원형 glutathione을 산화형 glutathione으로 산화시키며, hydroperoxide(ROOH)를 hydroxylipid(ROH)로 또한  $H_2O_2$ 를  $H_2O$ 로 환원시키는 작용을 한다(Tappel et al., 1978). 한편, GST는 GPX와는 달리 그 구조내 selenium을 함유하지 않으나 hydroperoxide에 작용하여 수용성 물질로 전환하여 쉽게 배설하도록 도와주는 효소(Workoff et al., 1978)로서 세포조직내 microsome의 지질과 산화를 방지하여 생체막을 보호하는 역할도 가진 것으로 알려져 있다(Burk et al., 1980).

본 연구의 결과에서 항산화력 정도를 나타내는 지표인 DPPH의 항산화 소거능(RSA)이 추출한 천연물 첨가량에 비례하여 증가하였고, 특히 오미자 추출물에서 현저히 높았다. 또한 체 조직에서 항산화 방어작용의 중추적인 역할을 수행



하는 간 조직과 식품으로 이용되는 근육 조직에서 항산화 효소의 활성도에서는 차이가 없었지만, GSH 함량이 천연물 첨가구에서 대조구에 비해 현저히 증가되는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 보아 육계에서 0.2% 수준의 오미자 및 매실 첨가는 항산화 효소에 미치는 영향은 없었지만, 체 조직에서 항산화력을 증강시키는 것으로 사료된다.

오미자 추출물을 이용하여 *in vitro* 항산화력을 조사한 연구에서도 본 시험과 유사하게 높은 항산화력이 나타남이 보고되었다(Liu et al., 2009). 본 연구결과와 유사하게 Yao et al.(2008)은 고수준의 오미자 추출물이 함유된 사료를 랫드에게 급여한 결과, SOD, GPX 및 GST 등과 같은 항산화 효소에는 변화가 없었지만, 혈액과 간 조직에서 GSH 함량은 현저히 증가하였다고 보고하였다. GSH는 GPX와 함께 역할을 수행하여 과산화물을 제거하는 중요한 생체 화합물 질로서 free radical에 의해 손상된 생체막을 보호하는 중요한 역할을 수행한다고 잘 알려져 있다(Lin and Yang, 2007). Kang et al.(2010)도 산란계에 가시오갈피잎 및 두충잎을 각각 사료 급여량 대비 0.5%와 1.0%를 첨가하였을 때 식물성 항산화 물질 급여군에서 혈액의 전체 항산화력(Total antioxidant status)이 현저히 증가하였으며, 특히 두충 첨가구에서 높게 나타났다고 보고하였다.

다른 연구 결과에서는 식물성 항산화 물질을 다량 함유한 포도씨앗을 랫드에 급여한 결과, 항산화 성분은 환경적 스트레스에 의해 야기되는 소장 점막세포에서 생성되는 활성 산소를 제거하여 위장관 점막세포의 손상의 예방 및 치료 효과가 있다고 보고되었다(Bagchi et al., 2000). 또한 천연항산화제로서 녹차에 함유된 catechin을 육계에 급여한 결과, 근육, 간 및 심장에서 항산화력을 증가시켜 지질과산화 정도가 억제된다고 보고되고 있다(Mirshakar et al., 2009; Tang et al., 2000). Ko et al.(2010) 항산화물질이 다량 함유된 호박과 은행잎을 2.5% 및 5.0% 고 수준으로 육계사료에 첨가하여 급여 시 소장점막세포의 항산화 효소의 활성도가 대조구보다 증가되었음을 보고하여, 천연물 사료가 항산화 효소 활성도에도 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다.

결론적으로 본 연구에서 매실과 오미자 분말을 급여한 경우 육계의 체 조직에서 항산화 효소와 지질과산화도에는 영향을 미치지 않았지만, *in vitro* 항산화 소거능(RSA) 실험 결과에서 나타난 결과와 유사하게 간 및 근육조직에서 환원형 glutathione(GSH) 수준이 증가되어 체 조직의 항산화력이 높아지는 것으로 사료된다. 그러나 매실과 오미자의 구성 성분에는 신맛과 쓴맛이 매우 강하여 사료 내 첨가 수준을 증가시킬 경우, 사료 섭취량에 영향을 줄 수 있으므로 높은 수

준으로 사료에 첨가하기가 쉽지 않을 것으로 보인다. 따라서 향후 이들 천연물을 이용하여 효과가 높은 항산화 사료 자원으로 사용하기 위해서는 유효성분을 추출하여 기능성 사료첨가제로 개발하는 연구가 지속적으로 필요하다.

## 적 요

본 연구는 매실과 오미자 분말을 첨가한 사료를 급여하여 육계의 성장과 사료 효율, 소화 장기 무게, 혈액 성분 및 체내 항산화 방어 작용에 미치는 영향에 대하여 조사하기 위하여 실시되었다. 실험 설계로서 3일령 육계 96수를 각 처리구당 32수씩(n=8) 대조구(CON), 매실 0.2%(PMS) 및 오미자 0.2%(SCB) 등 3 처리구에 완전임의 배치하여 35일령까지 사양시험을 실시하였다 전 시험기간(3~35일령)의 체중, 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 천연물 첨가에 따른 영향이 없는 것으로 나타났다. 또한 간, 소장, 췌장 등과 같은 소화기관 무게 역시 매실과 오미자 첨가에 따른 영향을 받지 않았다. 혈액 생화학 성상을 살펴보면 오미자 첨가구는 대조구보다 triglyceride 수준이 유의적으로 증가되었지만 ( $P < 0.05$ ), glucose, total protein, cholesterol, HDLC, LDLC 등과 같은 성분은 유의적 변화가 없었다. 또한 오미자 첨가구가 매실 첨가구에 비해 유의적으로 혈중 glucose 함량이 증가하였다( $P < 0.05$ ). 항산화 방어 작용에 대한 지표를 분석한 결과, *in vitro*에서 매실 및 오미자는 높은 항산화 소거능(RSA)을 보였으며, 특히 오미자 추출물에서 더욱 높게 나타났다. 또한 간 또는 근육 조직의 GSH 함량은 오미자 및 매실 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 증가되었다( $P < 0.05$ ). 그러나 소장점막세포, 간 및 근육에서 SOD, GPX 및 GST와 같은 항산화 효소의 활성도 및 지질과산화도(MDA)는 처리구간에 차이가 없었다. 결론적으로 0.2% 수준의 매실 및 오미자분말의 급여는 육계의 사양성적 및 장기무게에 영향을 미치지 않았으나, 이들 물질은 체 조직에서 항산화력을 증가시키므로 육계 사료 내 천연 항산화소재로서 이용이 가능할 것으로 사료된다.

(색인: 매실, 오미자, 육계, 성장, 항산화 방어작용)

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 차세대바이오그린 21사업(No. PJ007981) 및 경남과학기술대학교 기성회연구비 지원(2011)으로 실시되었으며, 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Bagchi D, Bagchi M, Stohs SJ, Das DK, Ray SD, Kuszynski CA, Joshi SS, Pruess HG 2000 Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: Importance in human health and disease prevention. *Toxicol* 148:187-197.
- Baker MA, Cerniglia GJ, Zaman A 1990 Microtiter plate assay for the measurement of glutathione and glutathione disulfide in large numbers of biological samples. *Anal Biochem* 190:360-365.
- Bidlack WR, Tappel AL 1973 Damage to microsomal membrane by lipid peroxidation. *Lipid* 8:177-182.
- Blois MS 1958 Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26:1199-1200.
- Bong MH, Ji SY, Park JC, Moon HK, Lee SC, Lee JH, Hong JK 2011 Effects of feeding plum and red ginseng marc on vital reaction in broiler stress. *Kor J Poult Sci* 38(3):213-223.
- Burk RF, Trumble MJ, Lavrence RA 1980 Rat hepatic cytosolic glutathione dependent enzyme protection against lipid peroxidation in the NADPH-microsomal lipid peroxidation system. *Biochim Biophys Acta* 618:35-41.
- Dogasaki C, Murakami H, Nishijima M, Yamamoto K, Miyazaki T 1992 Antimutagenic activities of hexane extracts of the fruit extract and the kernels of *Prunus mume* Sieb. et Zucc. *Yakugaku Zasshi* 112:577-584.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11:1-42.
- Fridovich I 1974 Superoxide dismutase. *Enzymol* 41:36-40.
- Habig WH, Phobst MJ, Jakoby WB 1974 Glutathione S transferase: The first enzymatic steps in mercapturic acid formation. *J Biol Chem* 249:7130-7139.
- Han JT, Lee SY, Kim KN, Baeg NI 2001 Rutin, antioxidant compound isolated from the fruit of *Prunus mume*. *J Kor Soc Appl Bio Chem* 44(1):35-37.
- Hasegawa M 1959 Flavonoids of various prunus species. *J Org Chem* 24:408-409.
- Hernandez F, Madrid J, Garcia V, Orengo J and Megias MD. 2004 Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size. *Poult Sci* 83: 169-174.
- Hong SJ, Namkung H, Paik IK 2001 Effects of herbal products (Miracle20<sup>®</sup>) on the performance, nutrient digestibility, small intestinal microflora and immune response in broiler chickens. *J Anim Sci Technol* 43(5):671-680.
- Jamroz D, Kamel C 2002 Plant extracts enhance broiler performance. *J Anim Sci* 80 (Suppl 1):4.
- Jang IS, Ko YH, Kang SY, Lee CY 2007 Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Anim Feed Sci Technol* 134:304-315.
- Jang IS, Ko YH, Kang SY, Moon YS, Sohn SH 2007 Effect of dietary supplementation of grape seed meal on growth performance and antioxidant defense status in the intestine and liver from broiler chickens. *Kor J Poult Sci* 34(1):1-8.
- Kameoka H, Kitagawa C 1976 Constituents of the fruits of *Prunus mume* Sieb et Zucc. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi* 50:389-393.
- Kang SY, Lee MH, Ko YH, Sohn SH, Moon YS, Jang IS 2010 Effect of dietary supplementation of *Acanthopanax senticosus* and *Eucommia ulmoides* on antioxidant defense system in laying hens. *Kor J Poult Sci* 37(1):15-22.
- Kim BJ, Kim JH, Kim HP, Heo MY. 1997. Biological screening of 100 plants extract for cosmetic use (II): antioxidant activity and free radical scavenging activity. *Int J Cosmet Sci* 9:299-307.
- Kim DW, Kim SH, Yu DJ, Kang GH, Kim JH, Kang HG, Jang BG, Na JC, Suh OS, Jang IS, Lee KH 2007. Effects of single or mixed supplements of plant extract, fermented medicinal plants and lactobacillus on growth performance in broilers. *Kor J Poult Sci* 34(3):187-196.
- Kim JS 1995 *New Chinese Medicine*, You Sung publishing Co, Seoul. pp 265-266.
- Ko YH, Lee SS, Jang IS 2010 Effects of dietary supplementation of ginkgo leaf and pumpkin on the growth performance, intestinal microflora, blood biochemical profile and antioxidant status in broiler chickens. *Kor J Poult Sci* 37(1):23-33.
- Ko YH, Yang HY, Kang SY, Kim ES, Jang IS 2007 Effects of blend of *Prunus mume* extract as an alternative to antibiotics on growth performance, activity of digestive enzymes and microflora population in broiler chickens. *J Anim Sci Technol* 49(5):611-620.
- Lee HA, Nam ES, Park SI 2003 Antimicrobial activity of

- maesil (*Prunus mume*) juice against selected pathogenic microorganisms. *Kor J Food Nutr* 16(1):29-34.
- Lee KW, Evert H, Kappert HJ, Frehner M, Losa R, Beynen AC 2003 Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *Br Poult Sci* 44(3):450-457.
- Lim JW 1999a Studies on the antibacterial and physiological activities of *Prunus mume*. MS Thesis Kyunghee Univ. Suwon, Korea.
- Lim JW 1999b Functional activity of Maesil (*Prunus mume*). Proceeding of the Korean J Food Nutr Conference. pp 21-37.
- Lin T, Yang MS 2007 Benzo[a]pyrene-induced elevation of GSH level protects against oxidative stress and enhances xenobiotic detoxification in human HepG2 cells. *Toxicol* 235(1-2):1-10.
- Liu C, Zhang S, Wu H 2009 Non-thermal extraction of effective ingredients from *Schisandra chinensis* Baill. and the antioxidant activity of its extract. *Nat Prod Res* 23(15): 1390-1401.
- Matsuzaki Y, Matsuzaki T, Ono H, Koguchi S, Takeda S, Funos S, Aburada M, Hosoya E, Oyama T 1991 Study on the metabolic fate of gomisin A (TJN-101). II. Absorption and excretion in CCl<sub>4</sub> treated rats. *Yakugaku Zasshi* 111: 531-537.
- Mirshakar R, Dastar B, Shabanpour B 2009 Effect of rosemary, echinacea, green tea extracts and ascorbic acid on broiler meat quality. *Pak J Biol Sci* 12(15):1069-1074.
- Nakajima K, Taguchi H, Ikeya Y, Endo T, Yosioka I 1983 Constituents of *Schizandra chinensis* Baill. XIII. Quantitative analysis of lignans in the fruits of *Schizandra chinensis* Baill. by high performance liquid chromatography. *Yakugaku Zasshi* 103:743-749.
- Niu XY, Wang WJ, Bian ZJ, Ren ZH 1983 Effects of Schizandrol A. an active principle from the dried fruits of *Schizandra chinensis* Baill. on the central nervous system. *Acta Pharm Sin* 18:416-421.
- SAS 1996 User's Guide: Statistics Version 6.12 Ed. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Seifried HE, Anderson DE, Fisher EI, Milner JA 2007 A review of the interaction among dietary antioxidants and reactive oxygen species. Review. *J Nutr Biochem* 18(9): 567-579.
- Sladkovsky R, Solich P, Opletal L 2001 Simultaneous determination of quercetin, kaempferol and (E)-cinnamic acid in vegetative organs of *Schisandra chinensis* Baill. by HPLC. *J Pharm Biomed Anal* 24:1049-1054.
- Sohn SH, Jang IS, Moon YS, Kim YJ, Lee SH, Ko YH, Kang HK 2008 Effect of dietary Siberian ginseng and eucommia on broiler performance, serum biochemical profiles and telomere length. *Kor J Poult Sci* 35(3):283-290.
- Tang SZ, Kerry JP, Sheehan D, Buckley DJ, Morrissey PA 2000 Dietary tea catechins and iron-induced lipid oxidation in chicken meat, liver and heart. *Meat Sci* 56(3):285-290.
- Tappel AL, Fleischer S, Packer L 1978 Glutathione peroxidase and hydroperoxidies. In: Methods in Enzymology (Ed. S. Fleischer and L. Packer). Academic press. 52:506-513.
- Tsubaki S, Ozaki Y, Azuma J 2010 Microwave-assisted autohydrolysis of *Prunus mume* stone for extraction of polysaccharides and phenolic compounds. *J Food Sci* 75(2):C152-159.
- 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.
- Workoff AV, Ketley JN, Waggoner JG 1978 Hepatic accumulation and intracellular binding of conjugated bilirubin. *J Clin Invest* 61:142-149.
- Yao HT, Chang YW, Chen CT, Chiang MT, Chang L, Yeh TK 2008 Shengmai San reduces hepatic lipids and lipid peroxidation in rats fed on a high-cholesterol diet. *J Ethnopharmacol* 116(1):49-57.

(접수: 2012. 3. 26, 수정: 2012. 5. 20, 채택: 2012. 5. 22)