

## 매실과 홍삼 부산물이 스트레스에 대한 육계 생체 반응에 미치는 영향

봉미희<sup>1</sup> · 지상윤<sup>1</sup> · 박준철<sup>1</sup> · 문홍길<sup>1</sup> · 이상철<sup>1</sup> · 이준현<sup>2</sup> · 홍준기<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원, <sup>2</sup>충남대학교 농업생명과학대학 동물자원생명과학과

### Effect of Feeding Plum and Red Ginseng Marc on Vital Reaction in Broiler Stress

Mi Hee Bong<sup>1</sup>, Sang Yoon Ji<sup>1</sup>, Jun Cheol Park<sup>1</sup>, Hong Kil Moon<sup>1</sup>, Sang Cheul Lee<sup>1</sup>, Jun Heon Lee<sup>2</sup> and Joon Ki Hong<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, RDA, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Science and Biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

**ABSTRACT** This study was conducted to test the efficacy of plum (*Prunus mume*) and red ginseng (*Panax ginseng* C.A Meyer) marc as stress inhibitors under heat stress and lipopolysaccharide (LPS) challenge in broilers by investigating their effects on blood biochemical parameters, immunoglobulin concentration and splenic cytokine mRNA expressions. A total of one hundred ninety-two 1-d-old male broiler chicks (Ross 308) were divided into 2 stress conditions (heat and LPS) experiments. Each experiment was divided into 4 treatment groups with 8 replicates of 3 birds in each group. NC (negative control, no immune substances), PC (positive control, 25 ppm  $\beta$ -glucan), PM (1% plum marc) and RGM (3% red ginseng marc) treatments were administered with respective substance through water supplementation. During heat stress, The Ca/Mg ratio in PM and RGM was significantly decreased in comparison with that of NC ( $P<0.05$ ). The immunoglobulin M was significantly lower in PM than in NC ( $P<0.05$ ). Expression patterns of splenic cytokine mRNAs (IL-1, IL-2 and IL-6) were similar over the treatment. Expression rates of IL-1 and IL-2 in PM were significantly decreased in comparison with NC. Also, expression rates of IL-1, IL-2 and IL-6 were significantly lower in RGM than in NC ( $P<0.05$ ). In conclusion, the dietary supplementation of plum and red ginseng marc improved coping ability to heat stress by preventing Ca/Mg ratio increment and by inhibiting inflammatory response in broiler chicks. However, it is necessary to determine optimal dietary level of red ginseng marc for improving growth performances in broiler chickens. These results suggest the possibility that plum and red ginseng marc could be used as the stress inhibitor under heat stress and inflammatory response in broiler chicks.

(Key words : plum, red ginseng, heat stress, LPS, immune)

## 서 론

1인당 국민소득이 증가함에 따라 웰빙(wellbeing)에 대한 관심 고조되고 다양한 기능성 식품의 수요가 증가되고 있다. 2010년 건강기능성식품 생산액 집계 결과, 2004년제도 도입 이후 처음으로 1조원 시장을 진입하였으며, 특히 홍삼제품 생산액은 전년 대비 11% 상승하면서 전체의 55%를 차지해 꾸준히 강세를 보이고 있다(식약청, 2010). 매실, 홍삼 등의 진액 제품의 경우 추출하고 남은 부산물(매실박, 홍삼박)이 발생하는데 기능성 식품 산업이 성장함에 따라 이러한 부산물의 양도 증가할 것으로 예상된다. 따라서 다양한 산업에서 이러한 부산물의 활용가치를 높이고 자원화하기 위한 기술

이 필요하다. 현재 축산업에서는 가축의 면역력을 개선하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 약용식물에 대한 연구가 증가하고 있다(Chen et al., 2003; Hernandez et al., 2004). 따라서 매실박, 홍삼박 같은 약용식물 부산물을 가축 사료에 활용한다면 자원순환적 측면뿐만 아니라 질병 저항성 개선 측면에서도 중대한 성과를 가져올 것으로 사료된다.

홍삼의 약리 성분은 사포닌 계인 ginsenoside와 비사포닌 계인 panaxytriol, panasdiol 및 산성다당체 등이 있다(Kwak et al., 2003; Ryu, 2003). 이러한 성분들은 중추신경 조절, 기억력 개선, 면역 기능 조절 작용, 간기능 항진, 해독 작용 및 동맥경화 예방 등 다양한 작용을 한다고 보고되어 있으며, 최근에는 AIDS 바이러스의 증식 억제, 항다이옥신 및 성기능 개선 효

\* To whom correspondence should be addressed : john8604@korea.kr

과가 보고되었다(Kwak et al., 2003; Bhattachary and Mirata, 1991). 홍삼 제품을 제조하기 위해 추출 후 배출되는 부산물인 홍삼 박은 산업적으로 동물 사료나 퇴비로 이용되거나 대부분은 폐기되고 있는 실정이다. 이러한 추출 잔사물은 홍삼에 대하여 약 65%가 얻어지고, 상당한 양의 다당체가 용출되지 않고 함유되어 있다(Chang et al., 2007). 따라서 가축사료에 적용시켜 홍삼박의 활용도와 가치를 높이는 것이 필요하다.

매실은 succinic acid, citric acid, malic acid, tartaric acid 등의 다양한 유기산뿐만 아니라(임재웅 등, 1999) sitosterol과 무기질 함량이 많은 알칼리성 식품이며, 간 기능 회복, 소화 촉진, 당뇨병 개선, 항암작용 및 항산화 작용 등 다양한 연구에서 매실의 약리 효과를 구명한 바 있다(Nakajima et al., 2006; Kim and Bae, 1999; Sheo et al., 1990). 또한 매실 제품 생산 후 발생하는 부산물에서도 항균 효과가 있다는 보고가 있으며(Park et al., 2007), 이러한 부산물을 자원화 시키기 위해 국내에서 육계 사료로 적용시키는 연구가 추진된 바 있다(Jeong and Cho, 2007). Jeong and Cho(2007)는 매실 부산물이 육계 장내 유산균을 활성화시켜 영양소 이용성을 높인다고 하였으며, 사료 내 2% 미만으로 첨가하는 것이 생산성에 효과가 있다고 보고하였다. 하지만 ND 백신을 통한 면역 반응에서는 별다른 효과를 나타내지 않았으며, 면역 반응에 대해 추가적인 연구가 필요하다고 하였다. 따라서 육계 사료 내 적정 첨가 수준이라 사료되는 2% 미만에서 면역 반응에 대한 효과를 구체적으로 구명할 필요가 있다.

한편, 주로 효모 세포벽에서 유래되는  $\beta$ -glucan은 면역 증강 효과(Mantovani et al., 2007; Suzuki et al., 1994)와 혈중 콜레스테롤 저하 효과(Queenan et al., 2007)가 있으며, 특히 감염과 종양 생성 및 방사선 조사 이후의 조직 손상에 대한 예방적 효과가 높아 천연 항산화제로서 가치가 매우 높다(Gu et al., 2005; Lipsett, 2006). 따라서 신규 물질의 면역, 항산화 기능 평가 시 양성 대조군으로서 활용 가능성을 검토해 볼 필요가 있다.

본 연구는 매실박과 홍삼박을 사료에 첨가하여 육계 체내 생리활성 효과를 구명하고자 실시하였으며, 이를 위해  $\beta$ -glucan을 양성 대조군으로 설정하고, 고온 스트레스 자극과 LPS 염증 반응을 유도하여 스트레스에 대한 반응을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 부산물 영양가치 분석

#### 1) 일반성분 및 아미노산 조성

매실박과 홍삼박은 진액 추출 후 남은 부산물을 건조 및 분

쇄하여 사용하였으며, 일반성분은 AOAC 방법(1995)을 기초로 하여 분석하였다(Table 1). 수분 함량은 105°C 상압가열 건조법, 조단백질 함량은 Kjeldahl 법으로 측정된 질소량에 질소계수 6.25를 곱하여 산출하였으며, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 조섬유 함량은 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaOH 분해법, 조회분 함량은 직접 회화법으로 측정하였다. 아미노산 함량은 6 N HCl로 110°C에서 16시간 동안 가수분해시킨 후(Mason, 1984), 아미노산 분석기(HITACHI L-8500A, Japan)를 이용하여 분석하였다.

2) 진정대사에너지(Metabolizable Energy: TME) 에너지 및 아미노산 이용률을 측정하기 위해 Sibbald (1976)가 고안한 강제 급여(force-feeding) 방법을 사용하여 실시하

**Table 1.** Chemical and amino acid compositions of plum and red ginseng marc

Chemical composition	Plum marc (%)	Red ginseng marc (%)
Moisture	17.22	8.04
Crude protein	3.99	15.28
Crude fat	0.78	1.69
Crude fiber	18.99	19.06
Crude ash	1.06	1.96
Amino acids		
Cysteine	0.08	0.28
Methionine	0.03	0.29
Aspartic acid	0.69	1.78
Threonine	0.11	0.80
Serine	0.15	0.59
Glutamic acid	0.53	1.77
Glycine	0.15	0.58
Alanine	0.14	0.80
Valine	0.13	0.65
Isoleucine	0.09	0.58
Leucine	0.19	1.42
Tyrosine	0.13	0.68
Phenylalanine	0.23	1.23
Lysine	0.35	0.48
Histidine	0.19	0.43
Arginine	0.29	0.58
Proline	0.16	0.64

였다. 시판 Ross종 6주령 육계 5수를 시판 사료로 사육하고, 강제급여를 시작하기 직전에 24시간 동안 절식시켰다. 그 후 매실박과 홍삼박 원료를 각각 20 g씩 강제 급여시킨 후 24시간 동안 배설된 모든 배설물을 채취하였다. 또한 기초 대사량 측정을 위하여 절식구를 배치하였다. 채취된 모든 배설물은 깃털과 이물질 등을 제거한 후 상온에서 48시간 동안 건조시키고 분쇄하여 분석에 이용하였다. 사료와 분뇨의 총 에너지(gross energy, GE) 함량은 bone calorimeter(Parr 6200 Instrument, US)를 사용하여 측정하였다. TME가는 절식과 사료 급여 시험축에서 채취한 분뇨 배설물을 이용하여 다음 공식으로 Table 2에 나타내었다.

$$TME(Kcal/g) = \{(A \times B) - (C - D)\} / A$$

A = 시험 사료 급여량(g)

B = 시험 사료의 GE(Kcal/g)

C = 사료 급여 시험축의 배설 GE(Kcal/g)

D = 절식 시험축의 배설 GE(Kcal/g)

## 2. 실험 설계

### 1) 공시축 및 사양 관리

공시축으로는 1일령 Ross종 육계 수컷 192수를 선별하여 고온 환경(96수)과 일반 환경(96수)으로 구분하였다. 고온 환경은 불쾌지수 86(33℃, 75%)의 고온 스트레스를 자극하여 5주간의 사양 시험을 실시하였으며, 일반 환경은 5주간의 사양 시험 종료 후 LPS에 대한 면역 반응을 조사하였다. 환경에 따라 각각 처리당 24수(3수×8반복)씩 4처리구에 총 96수를 임의배치하여 실시하였다. 시험구 배치는 무침가구(negative control: C), 베타글루칸 첨가구(positive control: PC, 25 ppm β-glucan), 매실박 1% 첨가구(PM: plum marc), 홍삼박 3% 첨가구(RGM: red ginseng Marc)로 배치하였다. 모든 처리구의 실험 사료는 항생제를 첨가하지 않았으며, 한국사양 표준(가금, 2007)에서 제시한 옥수수-대두박 위주의 기초

**Table 2.** Metabolizable energy values of plum and red ginseng marc in broiler chickens (dry matter basis)

Chemical composition	TME <sup>1)</sup>
	----- kcal/g -----
Plum marc	2.48
Red ginseng marc	1.65

<sup>1)</sup>TME, True metabolizable energy.

사료로 전기(CP 21%, ME 3,100 kcal/kg)와 후기(CP 19%, ME 3,150 kcal/kg)로 나누어 동일한 수준으로 급여하였다 (Table 4, Table 5). 물을 니플급수에 의해 자유로이 음수할 수 있도록 하였다.

2) Lipopolysaccharide(LPS) 처리 및 시료 채취  
정상 온도에서 5주간의 사양 기간이 종료된 후 염증 반응을 유도하기 위해 LPS(*Escherichia coli*; SIGMA) 처리를 하

**Table 3.** Formula and chemical compositions of experimental diets in starter period\* (0~3 weeks)

	NC	PC	PM	RGM
Ingredients (%)				
Corn	49.25	49.25	48.70	47.50
Soybean meal	31.00	31.00	29.70	28.20
Corn gluten meal	8.20	8.20	9.30	9.95
Wheat bran	3.50	3.49	3.25	3.30
Soybean oil	3.70	3.70	3.70	3.70
Limestone	1.30	1.30	1.30	1.30
Tricalcium phosphate	1.70	1.70	1.70	1.70
Salt	0.45	0.45	0.45	0.45
DL-Methionine	0.30	0.30	0.30	0.30
Lysin-HCl	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin-mineral mixture <sup>1)</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50
Calculated value				
ME (kcal/kg)	3,051	3,051	3,051	3,051
Crude protein (%)	23.02	23.02	23.09	23.03
Methionine (%)	0.56	0.56	0.56	0.56
Lysine (%)	1.20	1.20	1.17	1.13
Ca (%)	1.01	1.01	1.01	1.02
Available P (%)	0.45	0.45	0.44	0.44

<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, 5 mg; pantothenic acid, 25 mg; choline chloride, 175 mg; Mn, 60 mg; Zn, 45 mg; I, 1.25 mg; Cu, 10.0 mg; Fe, 72mg; Co, 2.5 mg.

\*NC, Negative control; PC, Positive control; PM, Plum marc; RGM, Red ginseng marc.

**Table 4.** Formula and chemical compositions of experimental diets in finisher period\* (3~5 weeks)

	NC	PC	PM	RGM
Ingredients (%)				
Corn	59.15	59.14	59.10	58.05
Soybean meal	21.00	21.00	20.80	20.80
Corn gluten meal	8.00	8.00	8.30	8.30
Wheat bran	4.00	4.00	2.95	2.00
Soybean oil	3.50	3.50	3.50	3.50
Limestone	1.30	1.30	1.30	1.30
Tricalcium phosphate	1.70	1.70	1.70	1.70
Salt	0.45	0.45	0.45	0.45
DL-Methionine	0.30	0.30	0.30	0.30
Lysin-HCl	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin-mineral mixture <sup>1)</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50
Calculated value				
ME (kcal/kg)	3,150	3,150	3,150	3,150
Crude protein (%)	19.32	19.32	19.30	19.38
Methionine (%)	0.51	0.51	0.51	0.51
Lysine (%)	0.94	0.94	0.93	0.93
Ca (%)	0.98	0.98	0.98	1.00
Available P (%)	0.43	0.43	0.43	0.42

<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.

\*NC, Negative control; PC, Positive control; PM, Plum marc; RGM, Red ginseng marc.

였다. 주입은 처리당 5수를 선발하여 개체당 1 mg/mL의 수준으로 각 처리군 모두 동일하게 복강 주사하였다. 혈액은 LPS 주입 전과 후 2회(0, 2 h)에 걸쳐 익하정맥에서 채취하고, 원심분리(2,000 rpm×10 mins)를 통해 혈청을 분리하여 분석에 이용하였다. 비장조직은 LPS 주입 후(2 h)에 채취하여 diethyl pyrocarbonate(DEPC, SIGMA Aldrich, USA) 처리한 생리식염수로 세척하고, 액체질소를 이용하여 급속 냉동시켜 분석에 이용하기 전까지 -76℃에서 보관하였다.

### 3. 조사 항목

#### 1) 육계 생산성

매주 동일한 시간에 체중을 측정하여 증체량을 구하였다. 사료는 매일 급여량과 잔량을 조사하였으며, 매주 급여된 사료와 사료 잔량의 수분을 측정하여 보정 계산한 후 사료 섭취량을 구하였다. 조사된 사료섭취량과 증체량을 통해 사료 요구율을 산출하였다.

#### 2) 혈액 생화학 조성

시험 종료시 처리당 5수씩을 선발하여 익하정맥에서 혈액을 채취하고 원심분리(3,000 rpm×15 mins)를 통해 혈청을 분리하여 분석에 이용하였다. 혈액 생화학 조성은 자동 혈액 분석기(COBAS MIRA plus, ROCHE diagnostics)를 이용하여 혈청 내 cholesterol, triglyceride, blood urea nitrogen(BUN), total protein, Mg, Ca, aspartate aminotransferase(AST) 및 alanine aminotransferase(ALT)를 측정하였다.

#### 3) LPS 자극에 따른 혈액 Immunoglobulin 함량 변화

혈액 내 immunoglobulin 함량은 chicken IgA, IgG, IgM kit(BETHYL Laboratories, Inc. USA)를 사용하여 측정하였다. Goat anti-chicken IgA IgG, IgM를 coating buffer(0.05 M carbonate-bicarbonate)에 1:100 비율로 희석한 후, 96 well microplate에 100  $\mu$ L씩 넣고 37℃에서 60분간 반응시켰다. 반응 후, 96 well microplate 각 well의 coating buffer를 제거하고 washing solution(50 mM tris, 0.14 M NaCl, 0.05% tween 20)으로 3회 세척하였다. 이어서 blocking solution(50 mM tris, 0.14 M NaCl, 1% BSA)을 넣고 37℃에서 30분간 반응시키고 washing solution으로 3회 세척하였다. Sample diluent solution(50 mM tris, 0.14 M NaCl, 1% BSA, 0.05% tween 20)으로 희석된 혈청을 각 well에 100  $\mu$ L씩 넣고 60분간 37℃에서 반응시킨 다음 5회 세척하고, HRP conjugate 100  $\mu$ L를 넣고 반응(37℃, 60분)시켰다. 이를 다시 5회 세척한 후, enzyme substrate(TMB peroxidase substrate, peroxidase solution B)를 100  $\mu$ L씩 넣고 반응시켰다. 5~30분간 반응에 따른 색 변화를 관찰하여 색이 고정되면 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 넣고 반응을 정지시킨 후, microplate reader(Benchmark plus, Bio-Rad Laboratories, USA)로 450 nm에서 흡광도를 측정하고 작성된 표준곡선을 이용하여 IgA, IgG, IgM의 함량을 산출하였다.

#### 4) LPS 자극에 따른 비장 내 Cytokine mRNA 발현

LPS 주입 후 채취된 비장은 Chomczynski와 Sacchi(1987)

**Table 5.** Primer information for expression analysis of cytokines.  $\beta$ -actin expression was used as an expression control

Gene *	Primer sequence (5' → 3')	PCR conditions		Cycle	Size
		Temp (°C)	Time (min)		
$\beta$ -Actin	(Forward) CCCCCGTGCTGTGTTCCCATCTATCG	94	5:00	30	248 bp
		94	0:30		
		64	0:45		
	(Reverse) GGGTGCTCCTCAGGGGCTACTCTCAG	72	30:00		
		72	7:00		
		4	∞		
iNOS	(Forward) TGATCTTTGCTGCCAAACAG	94	5:00	32	30 bp
		94	0:30		
		64	0:45		
	(Reverse) GCTGTTCCAAACACGGAAAT	72	30:00		
		72	7:00		
		4	∞		
IL-1 $\beta$	(Forward) ATGGCGTTCGTTCCCGACCTGGACGTGCTG	94	5:00	30	795 bp
		94	0:30		
		64	0:45		
	(Reverse) ACTTAGCTTGTAGGTGGCGATGTTGACCTG	72	30:00		
		72	7:00		
		4	∞		
IL-2	(Forward) GGGTCTAAATCACACCGGAAG	94	5:00	31	233 bp
		94	0:30		
		64	0:45		
	(Reverse) GAGCATAACAGTGGTCCCAGAA	72	30:00		
		72	7:00		
		4	∞		
IL-6	(Forward) CTCCTCGCCAATCTGAAGTC	94	5:00	30	164 bp
		94	0:30		
		64	0:45		
	(Reverse) GGATTGTGCCCGAACTAAAA	72	30:00		
		72	7:00		
		4	∞		

\* iNOS, inducible nitric oxide synthase; IL, interleukin.

의 acid/guanidium/phenol/chloroform법(TRizol<sup>®</sup> reagent, Invitrogen<sup>™</sup>, USA)을 사용하여 비장 조직으로부터 total RNA를 추출하였으며, 추출한 total RNA는 Maxime RT PreMix Kit(iNtRon, Korea)를 이용하여 complementary DNA(cDNA)로 합성하였다. 위 과정을 통해 얻어진 cDNA로 Accupower<sup>®</sup> HotStart PCR-PreMix(Bioneer, Korea)를 사용하여 inducible nitric oxide synthase(iNOS), interleukin-1(IL-1), interleukin-2(IL-2) 및 interleukin-6(IL-6) mRNA에 대한 primer와  $\beta$ -actin

mRNA에 대한 primer를 사용하여 Touch down PCR을 통해 DNA를 증폭하고 1.7% agarose gel(Takara, Japan)에서 전기영동을 수행하였다.  $\beta$ -actin, iNOS, IL-1, IL-2 및 IL-6의 primer sequence와 PCR 조건은 Table 6에 나타내었다. DNA marker와 전기영동 후 DNA band를 비교하여 target gene임을 확인한 후, image analyzer(Bio-capt ver. 99.4, Vilber Lourmat, France)를 사용하여  $\beta$ -actin의 DNA band의 OD(optical density)값과 iNOS, IL-1, IL-2 및 IL-6의 OD값을 측정하였

**Table 6.** Effects of dietary plum and red ginseng marc on growth performance in broiler chickens\*

Item	Normal temperature				High temperature				SEM
	NC	PC	PM	RGM	NC	PC	PM	RGM	
Initial BW (g/bird)	44.7**	44.6	44.6	44.6	44.7	44.6	44.6	44.6	0.01
Final BW (g/bird)	2,293	2,269	2,284	2,146	1,868	1,854	1,944	1,854	32.01
BW gain (g/bird)	2,248 <sup>a</sup>	2,224 <sup>a</sup>	2,239 <sup>a</sup>	2,101 <sup>a</sup>	1,823 <sup>b</sup>	1,809 <sup>b</sup>	1,900 <sup>b</sup>	1,809 <sup>b</sup>	32.02
Feed intake (g/bird)	3,726 <sup>a</sup>	3,699 <sup>a</sup>	3,636 <sup>a</sup>	3,575 <sup>a</sup>	3,151 <sup>b</sup>	3,162 <sup>b</sup>	3,269 <sup>b</sup>	3,205 <sup>b</sup>	39.10
Feed/gain	1.66 <sup>ab</sup>	1.66 <sup>ab</sup>	1.63 <sup>b</sup>	1.70 <sup>ab</sup>	1.75 <sup>ab</sup>	1.76 <sup>a</sup>	1.73 <sup>ab</sup>	1.78 <sup>a</sup>	0.01

\*NC, Negative control; PC, Positive control; PM, Plum marc; RGM, Red ginseng marc.

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

으며,  $\beta$ -actin의 DNA band의 OD값으로 각각의 iNOS, IL-1, IL-2 및 IL-6 OD값을 나누어 상대적 비율을 구하여 비교 분석하였다.

#### 4. 통계처리

실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계분석은 Statistical Analysis System(SAS Institute, 2008)의 General Linear Model (GLM) procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구간에 유의성은 Duncan's multiple range-test(Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 고온 스트레스에 대한 생산성 및 혈액 생화학 조성

#### 1) 생산성

일반 환경과 고온 환경에서의 생산성 변화는 Table 6에 나타내었다. 고온 환경에서 증체량, 사료 섭취량 등의 생산성이 일반 환경보다 현저하게 감소하는 것을 확인할 수 있었다( $P<0.05$ ). 처리구간 유의적인 차이는 없었지만 매실박 첨가구의 고온 환경에서 증체량이 높은 경향을 보였다. 이는 매실 추출 혼합물이나 매실박을 육계에게 급여했을 시 증체량이 개선된다는 결과(Ko et al., 2007; Jeong and Cho, 2007)와 유사하였지만, 생산성을 비교하기 위한 처리구별 수수가 적어 유의적인 차이는 나타나지 않은 것으로 사료된다. 또한 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 홍삼박 첨가구의 경우 무첨가구와 비교시 일반 환경과 고온 환경 모두에서 증체량 및 사료 요구율이 불량해지는 경향을 보였다. 최적 첨가 수준이 명확하지 않은 홍삼박에 대해 생산성 개선을 위한 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

#### 2) 혈액생화학 조성

일반 환경과 고온 환경에서의 혈액생화학 조성 변화는 Table 7에 나타내었다. 고온 스트레스로 AST, ALT, cholesterol의 농도가 증가하였으며, Mg의 감소에 따라 Ca/Mg의 비율이 증가하였다( $P<0.05$ ). 혈액 내 AST와 ALT 수준은 대사 장애 및 독소 등에 의한 간 및 신장조직의 손상을 나타내며 (Lumeij, 1997), 새로운 사료 원료나 첨가제의 독성 여부를 판단하기 위한 지표로 이용될 수 있다(Diaz, 2003). 따라서 고온 스트레스 자극이 간 및 신장 조직의 손상을 가져와 AST와 ALT 효소농도를 상승시킨 것으로 추정되며, cholesterol 농도 상승, 마그네슘 저하 증상도 관찰되었다.

**Table 7.** Effects of ambient temperature on blood biochemical parameters<sup>1)</sup> in broiler chicks

Item	Normal temperature	High temperature
Cholesterol (mg/dL)	125±3.7 <sup>ab</sup>	145±3.7 <sup>a</sup>
Triglyceride (mg/dL)	46.4±1.9	41.6±1.9
BUN (mg/dL)	4.0±0.3	3.8±0.3
AST (U/L)	255±7.4 <sup>b</sup>	277±7.5 <sup>a</sup>
ALT (U/L)	1.6±0.5 <sup>b</sup>	4.8±0.5 <sup>a</sup>
Total protein (g/dL)	3.1±0.1	3.3±0.1
Mg (mg/dL)	2.6±0.1 <sup>a</sup>	2.2±0.1 <sup>b</sup>
Ca (mg/dL)	9.2±0.4	10.2±0.4
Ca/Mg ratio	3.6±0.2 <sup>b</sup>	5.6±0.2 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>BUN, Blood urea nitrogen; AST, Aspartate aminotransferase; ALT, Alanine aminotransferase.

\*LSM±SE.

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

Table 8은 고온 환경에서 처리구별 혈액 생화학 조성을 나타내었다. 여러 지표 중 Ca, Mg 및 Ca/Mg 비율에서 처리구 간 유의적인 차이를 발견할 수 있었다. 매실박 첨가구는 무첨가구와 비교해 볼 때, Ca 농도는 차이가 없었으나 Mg 농도가 더 높게 관찰되어 Ca/Mg 비율이 무첨가구보다 낮았다 ( $P<0.05$ ). 혈중 Ca과 Mg의 균형은 심혈관 질환과 깊은 관련이 있어 Mg의 보완을 통해 이러한 질환을 개선할 수 있다 (Altura and Altura, 1981; Corica et al., 1994; Gums, 1987). 또한 Ca/Mg 비율은 cholesterol 농도와 정의 상관관계를 가지며, 심혈관질환에 중요한 지표로 활용될 수 있다고 보고된 바 있다 (Swaminathan et al., 2011).

매실박 첨가구의 cholesterol 농도는 147 mg/dL로 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 무첨가구(161 mg/dL)보다 낮은 경향을 나타내었다. 따라서 매실박은 고온 환경에서 무첨가구보다 Ca/Mg 비율을 낮게 유지하여 ( $P<0.05$ ) cholesterol 수 준을 낮추는데 긍정적으로 작용할 것이라 사료된다.

한편, 홍삼박 첨가구는 무첨가구보다 Mg 농도는 유사하였으나, Ca는 낮게 관찰되어 매실박 첨가구와 반대의 패턴으로 나타났지만 최종적으로 매실박과 같이 Ca/Mg 비율이 무첨가구보다 낮았다 ( $P<0.05$ ). Iseri and Frency(1984)는 Ca 과 Mg은 서로 때로는 길항적으로, 때로는 상승적으로 작용하며, 항상성이 유지된다고 보고한 바 있다. 따라서 홍삼박은 고온 스트레스 시 Mg 수준은 동일하지만 Ca을 낮게 유지하여 Ca/Mg 비율의 상승을 방지할 수 있었다.

식물체 내 존재하는 페놀화합물, terpenoid 및 식이섬유 등의 성분들이 지방 및 cholesterol의 생합성 저해, 지질과산

화 억제를 통한 체내 이용성 증진, 소장 내 micelle 형성 저해를 통한 지방 흡수 억제 및 지방 배설량 증가, 담즙산의 재흡수 억제의 작용을 하여 체내 지질 대사에 영향을 미친다고 알려져 있다 (Muramatsu et al., 1986; Ikeda, 2008). 본 실험에서 매실박과 홍삼박 첨가구는 cholesterol 농도에서 통계적인 차이는 나타나지 않았지만 무첨가구보다 낮게 관찰되었으며, 이는 Ca과 Mg 수준 조절을 통해 긍정적으로 작용한 것으로 사료된다.

## 2. 일반 온도에서 LPS 감염에 대한 면역 반응

### 1) 혈중 Immunoglobulin 농도

일반적으로 동물에서 lipopolysaccharide(LPS) 주입은 선천 면역 반응(급성기 반응)을 유도한다 (Klasing, 1998). LPS 처리에 대한 육계 면역 반응 변화를 확인하기 위하여 immunoglobulin 변화를 Table 9에 나타내었다. LPS 접종 전과 후

**Table 9.** Serum immunoglobulin level before and two hours after LPS challenging in broiler chicks under normal temperature\*

Item	Before (0 h)	After (2 h)
IgA (mg/mL)	0.39±0.04*	0.41±0.04
IgG (mg/mL)	1.61±0.21	2.08±0.21
IgM (mg/mL)	0.39±0.03 <sup>b</sup>	0.76±0.03 <sup>a</sup>

\*LSM±SE.

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

**Table 8.** Effects of dietary plum and red ginseng marc on blood biochemical parameters<sup>1)</sup> in broiler chickens under high temperature\*

Item	NC	PC	PM	RGM
Cholesterol (mg/dL)	161±10.6**	136±9.5	147±9.5	145±9.5
Triglyceride (mg/dL)	38±7.5	37±6.8	42±6.8	43±6.8
BUN (mg/dL)	5.3±1.2	2.8±1.0	3.6±1.0	3.0±1.0
AST (U/L)	242±30.1	279±26.9	298±26.9	278±26.9
ALT (U/L)	6.8±1.4	4.4±1.2	6.8±1.2	6.0±1.2
Total protein (g/dL)	3.4±0.2	3.0±0.2	3.1±0.2	3.4±0.2
Mg (mg/dL)	1.2±0.1 <sup>b</sup>	2.0±0.1 <sup>a</sup>	2.1±0.1 <sup>a</sup>	1.7±0.1 <sup>b</sup>
Ca (mg/dL)	11.1±0.7 <sup>a</sup>	11.5±0.7 <sup>a</sup>	11.1±0.7 <sup>a</sup>	8.2±0.7 <sup>b</sup>
Ca/Mg ratio	6.6±0.4 <sup>a</sup>	5.7±0.3 <sup>ab</sup>	5.4±0.3 <sup>b</sup>	4.8±0.3 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>BUN, Blood urea nitrogen; AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase.

\*NC, Negative control; PC, Positive control; PM, Plum marc; RGM, Red ginseng marc.

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

를 비교해 보면, 접종 후 전체집단의 IgM의 농도가 유의적으로 증가하였음을 확인할 수 있다( $P<0.05$ ). 또한 유의적 차이는 없었지만 IgA와 IgG의 농도도 증가하는 경향을 보였다. Table 10에서 LPS 접종 후 IgM 농도는 매실박 첨가구가 무첨가구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 나타내었으며( $P<0.05$ ), 베타글루칸과 홍삼박 첨가구는 무첨가구에 비해 낮은 경향을 나타냈지만 유의적인 차이는 없었다. IgM은 외부로부터 침입된 항원에 반응하여 일차적으로 생산되는 immunoglobulin 성분이며(Szenberg et al., 1965), 특히 virus, bacteria와 erythrocytes와 같은 미립자 항원들에 대하여 면역 반응을 일으킨다(Szenberg et al., 1965). 또한 다른 immunoglobulin보다 특화된 급성반응을 나타낸다(Koenen et al., 2002). 본 실험에서 매실박 첨가구는 LPS 공격접종 시 IgM의 급성 반응이 감소하였다. 이는 매실박에 포함된 각종 유기산이 항균 작용을 하고(Park et al., 2007), 위장관 환경을 긍정적으로 조절한다(Van de Broek and Ir G, 2000)는 보고로 미루어 볼 때 매실박이 체내에서 LPS 활성을 억제하여 면역 반응이 감소한 것으로 사료된다.

## 2) 비장 내 Cytokine mRNA 발현

매실박과 홍삼박의 급여가 LPS 처리 후 비장 조직 내 cytokine mRNA 발현 양상에 미치는 효과를 Fig. 1에 나타내었으며, OD값 측정 후 house keeping gene인  $\beta$ -actin에 대한 상대적 비율을 Table 11에 나타내었다. 홍삼박 첨가구의 경우 공통적으로 IL-1, IL-2 및 IL-6의 mRNA 발현 비율이 무첨가구에 비해 유의적으로 낮았으며, 매실박 첨가구도 IL-1, IL-2에서 무첨가구와 베타글루칸 첨가제보다 낮게 나타났다( $P<0.05$ ). LPS 공격접종은 TNF- $\alpha$ 와 IL-1, IL-6 및 IL-8 같은 염증성 사이토카인(proinflammatory cytokine)을 분비하고 이들은 염증과 관련된 여러 가지 증상을 일으키는 신호가

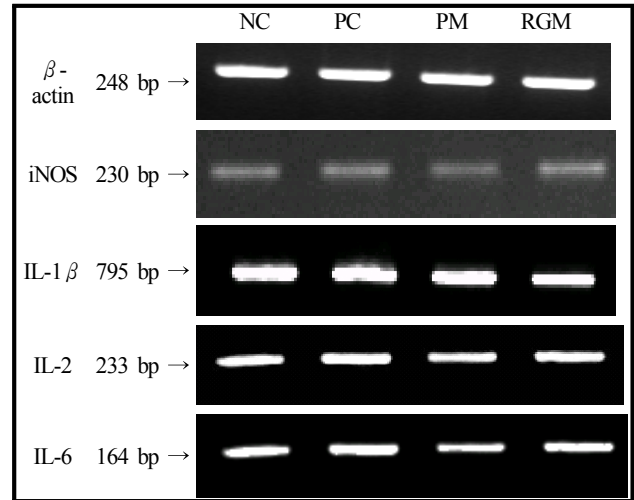
**Table 10.** Effects of dietary Plum and Red ginseng marc on serum immunoglobulin level in broiler chicks two hour after LPS challenging\*

Item	NC	PC	PM	RGM
IgA (mg/mL)	0.48±0.07	0.42±0.07	0.35±0.07	0.37±0.07
IgG (mg/mL)	2.81±0.46	1.63±0.46	1.94±0.46	1.92±0.46
IgM (mg/mL)	0.87±0.05 <sup>a</sup>	0.75±0.05 <sup>ab</sup>	0.61±0.05 <sup>b</sup>	0.81±0.05 <sup>a</sup>

\*NC, Negative Control; PC, Positive Control; PM, Plum Marc; RGM, Red Ginseng Marc.

\*\*LSM±SE.

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



**Fig. 1.** Effects of plum and red ginseng marc on splenic cytokine mRNA expression in broiler chickens. cDNAs were amplified using primers specific for interleukin (IL)-1 $\beta$ , IL-2, IL-6, inducible nitric oxide synthase (iNOS) and  $\beta$ -actin. The sizes of the respective PCR fragments are indicated by arrows.

**Table 11.** Effects of dietary Plum and Red ginseng marc on splenic cytokine mRNA expression in broiler chicks two hour after LPS challenging\*

Item	NC	PC	PM	RGM
Cytokine/ $\beta$ -actin ratio				
iNOS**	100±1.9 <sup>***ab</sup>	103±1.7 <sup>a</sup>	99±1.9 <sup>ab</sup>	95±2.1 <sup>b</sup>
IL-1	100±1.3 <sup>a</sup>	98±1.3 <sup>a</sup>	84±1.3 <sup>b</sup>	68±1.5 <sup>c</sup>
IL-2	100±3.2 <sup>a</sup>	96±4.1 <sup>a</sup>	79±3.2 <sup>b</sup>	70±4.1 <sup>b</sup>
IL-6	100±5.3 <sup>a</sup>	86±5.3 <sup>a</sup>	84±5.4 <sup>a</sup>	65±5.9 <sup>b</sup>

\*NC, Negative control; PC, Positive control; PM, Plum marc; RGM, Red ginseng marc.

\*\*iNOS, inducible nitric oxide synthase; IL, interleukin.

\*\*\*LSM±SE.

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

된다(Givalois et al., 1994; Ottaway et al., 1998). Leshchinsky and Klasing(2003)은 육계에서 LPS 감염 후 1~3시간째 IL-1 $\beta$  발현이 증가하고, IL-2는 차이가 없다고 보고하였는데, 본 실험에서 홍삼박과 매실박은 LPS에 대한 IL-1 발현뿐만 아니라 IL-2 발현까지 억제하는 것으로 나타났다.

Vitamin E 등의 각종 항산화제는 NF $\kappa$ B 유전자 발현을 억제시켜 친염증성 사이토카인의 활성을 감소시키는데(Grimble, 1994; Sen and Packer, 1996), 홍삼박과 매실박 역시 사



포닌, 유기산 같은 항산화 물질을 일부 포함하고 있어 친염증성 사이토카인을 감소시키는 것으로 사료된다.

따라서 육계에서 매실박은 LPS 공격 접종 시 IL-1, IL-2 같은 친염증 사이토카인의 발현을 감소시킴으로 염증 반응을 줄여 IgM의 상승을 억제하는 것으로 사료된다. 홍삼박의 경우 친염증성 사이토카인 억제 효과가 높았지만, 항체 농도는 무첨가구와 같은 수준으로 상승하였는데, 홍삼박 첨가 수준에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 적 요

본 연구는 매실박과 홍삼박을 사료에 첨가하여 육계 체내 생리활성 효과를 구명하고자 실시하였으며, 이를 위해 고온 스트레스 자극과 LPS 염증 반응을 유도하여 스트레스에 대한 반응을 조사하였다. 이를 위해 고온 스트레스 자극에 따른 생산성 및 혈액생화학 변화를 조사하였으며, LPS로 염증 반응이 유도된 육계에서 immunoglobulin 농도 및 비장 조직 내 cytokine mRNA 발현을 조사하였다. 공시계로는 1일령 Ross종 육계수컷 192수를 선별하여 고온 환경(96수)과 일반 환경(96수)으로 구분하였다. 고온 환경은 불쾌지수 86(33℃, 75%)의 고온 스트레스를 자극하여 5주간의 사양 시험을 실시하였으며, 일반 환경은 5주간의 사양 시험 종료 후 LPS를 주입하였다. 환경에 따라 각각 처리당 24수(3수×8반복)씩 4 처리구에 총 96수를 임의 배치하여 실시하였다. 시험구 배치는 무첨가구(negative control; C), 시판 면역 증강제 첨가구(positive control: PC, 25 ppm  $\beta$ -glucan), 매실 부산물 1% 첨가구(PM: plum marc), 홍삼 부산물 3%(RGM: red ginseng marc)로 배치하였다. 고온 스트레스에 대한 혈액생화학 조성에서 매실박 첨가구는 Mg 농도를 높게 유지하여 Ca/Mg 비율을 무첨가구보다 낮게 유지하였으며, 홍삼박 첨가구는 Mg 농도가 무첨가구와 같았지만, Ca 농도를 높여 Ca/Mg 비율을 무첨가구보다 낮게 유지하였다( $P<0.05$ ). 따라서 매실박과 홍삼박 첨가구는 고온 환경에서 무첨가구보다 Ca/Mg 비율을 낮게 유지하여, Ca/Mg 비율과 정의 상관관계에 있는 cholesterol 수준을 낮추는데 긍정적으로 작용할 것이라 사료된다. LPS 접종 후 IgM 농도는 매실박 첨가구가 무첨가구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 나타내었으며( $P<0.05$ ), 홍삼박 첨가구는 무첨가구에 비해 낮은 경향을 나타냈지만 유의적인 차이는 없었다. 또한 비장 조직 내 cytokine mRNA 발현에서 홍삼박 첨가구의 경우 공통적으로 IL-1, IL-2 및 IL-6의 mRNA 발현 비율이 무첨가구에 비해 유의적으로 낮았으며, 매실박 첨가구도 IL-1, IL-2에서 무첨가구와 베타글

루칸 첨가구보다 낮게 나타났다( $P<0.05$ ). 따라서 육계에서 매실박은 LPS 감염 시 IL-1, IL-2 같은 친염증 사이토카인의 발현을 감소시킴으로 염증 반응을 줄여 IgM 상승을 억제하는 것으로 사료된다. 홍삼박 첨가구의 경우 친염증성 사이토카인 억제 효과가 높았지만 항체 농도는 무첨가구와 같은 수준으로 상승하였는데, 생산성, 면역 반응을 개선할 수 있는 첨가 수준에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 이 실험에서 양성 대조군으로 활용한  $\beta$ -glucan 전체적으로 긍정적인 효과를 보이지 않았는데, 양성 대조군 활용 시 첨가 수준에 대한 세밀한 검토가 필요할 것으로 사료된다. 결론적으로 매실박과 홍삼박은 고온 스트레스와 외부 병원성 물질 자극에 대한 반응을 최소화하는데 긍정적으로 작용하는 것으로 사료된다.

(색인어: 고온 스트레스, LPS, 홍삼박, 매실박, 면역)

## 인용문헌

- Altura BM, Altura Bt 1981 Magnesium ions and contraction of vascular smooth muscles: Relationship to some cardiovascular diseases. Fed Proc 40:2672-2679.
- AOAC 1995 Official Method of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC USA.
- Bhattachary SK, Mirata SK 1991 Anxiolytic activity of *Panax ginseng* roots: man experimental study. J Ethnopharmacology 34:87-92.
- Chang EJ, Park TK, Han YN, Hwang KH 2007 Conditioning of the extraction of acidic polysaccharide from red ginseng marc. Korean J Pharmacogn 38(1):56-61.
- Chen HL, Li DF, Chang BY, Gong LM, Dai JG, Yi GF 2003 Effect of Chinese herbal polysaccharides on the immunity and growth performance of young broilers. Poultry Sci 82:364-370.
- Chomczynski P, Sacchi N 1987 Single-step method of RNA isolation by guanidium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. Anal Biochem 162:156-159.
- Corica F, Allegra A, Di Benedetto A, Giacobbe MS, Romano G, Cucinotta D, Buemi M, Ceruso D 1994 Effects of oral magnesium supplementation on plasma lipid concentrations in patients with non insulin dependent diabetes mellitus. Magnesium Res 7(1):43-47.
- Diaz GJ, Roldan LP, Cortes A 2003 Intoxication of *Crotalaria pallid* seeds to growing broiler chicks. Vet Hum

- Toxicol 45:187-189.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1-42.
- Givalois L, Dormand J, Mekaouche M, Solier MD, Bristow AF, Ixart G, Siaud P, Assenmacher I, Barbanel G 1994 Temporal cascade of plasma level surges in ACTH, corticosterone, and cytokines in endotoxin-challenged rats. Am J Physiol 267(R):164-170.
- Gu YH, Takage Y, Nakamura T, Hasegawa T, Suzuki I, Oshima M, Tawaraya H, Niwano Y 2005 Enhancement of radioprotection and anti-tumor immunity by yeast-derived beta-glucan in mice. J Med Food 8:154-158.
- Gums JG 1987 Clinical significance of magnesium : A review. Drug Intell Clin Pharm 7(21):240-246.
- Hernandez F, Madrid J, Garcia V, Orengo J, Megias MD 2004 Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and organ size. Poultry Sci 83:169-174.
- Ikeda I 2008 Multifunctional effects of green tea catechins on prevention of the metabolic syndrome. Asia Pac J Clin Nutr 17:273-274.
- Iseri LT, Frency JH 1984 Magnesium, nature's physiologic calcium blocker. Am Heart J 108:188-193.
- Jeong YD, Cho IK 2007 Effect of feeding *Prunus mume* by-products on productivity and blood composition in semi-broiler chicks. Korean J Poult Sci 34(4):237-243.
- Kim KJ, Bae JH 1999 Effects of sports drink including the extract from *Prunus mume* on the changes of respiratory variables, heart rate, and blood lactate concentration in sub-maximal exercise. J East Asian Dietary Life 9:177-187.
- Klasing KC 1998 Avian macrophage: Regulators of local and systemic immune response. Poultry Sci 77:983-989.
- Ko YH, Yang HY, Kang SY, Kim ES, Jang IS 2007 Effects of a 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 (Kor) 49(5):611-620.
- Koenen ME, Boonstra-Blom AG, Jeurissen SHM 2002 Immunological differences between layer- and broiler-type chickens. Vet Immunol Immunopathol 89:47-56.
- Kwak YS, Park JD, Yang JW 2003 Present and its prospect of red ginseng efficacy research. Food Industry & Nutr 8(2):30-37.
- Leshchinsky TV, Klasing KC 2003 Profile of chicken cytokines induced by lipopolysaccharide is modulated by dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate. Poultry Sci 82:1266-1273.
- Lipsett PA 2006 Surgical critical care: Fungal infections in surgical patients. Crit Care Med 34:S215-224.
- Lumeiji JT 1997 Avian clinical biochemistry. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Keneko JJ, Harvey JW, Bruss ML (eds) Academic Press. pp, 857-883.
- Mantovani MS, Bellini MF, Angeli JP, Oliverira RJ, Silva AF, Ribeiro LR 2008  $\beta$ -Glucan in promoting health: Prevention against mutation and cancer. Mutat Res 658(3):154-161.
- Muramatsu K, Fukuyo M, Hara Y 1986 Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol fed rats. J Nutr Sci Vitaminol 32:613-622.
- Nakajima S, Fujita K, Inoue Y, Nishio M, Seto Y 2006 Effect of the folk remedy, Bainiku-ekisu, a concentrate of *Prunus mume* juice, on *Helicobacter pylori* infection in humans. Helicobacter 11(6):589-591.
- Ottaway CA, Fong IW, da Silva B, Singer W, Karrass L 1998 Integrative aspects of a human model of endotoxemia. Can J Physiol Pharmacol 76:473-478.
- Park LY, Chae MH, Lee SH 2007 Antibacterial activity of fresh *Prunus mume* and *Prunus mume* liqueur byproduct. J Fd Hyg Safely 22(2):77-81.
- Queenan KM, Stewart ML, Smith KN, Thomas W, Fulcher RG, Slavin JL 2007 Concentrated oat  $\beta$ -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. Nutr J 6:1-8.
- Ryu GH 2003 Present status of ginseng products and its manufacturing process. Food Industry & Nutr 8(2):38-42.
- Szenberg A, Lind P, Clarke K 1965 IgG and IgM antibodies in fowl serum. Aust Exp Biol Med Sck 43:451-454.
- Swaminathan S, Mrudula Wilfred, Priya Gangadaran, Mitra Ghosh 2011 Association between lipid profile and macro metals calcium and magnesium. Journal of Experimental Sciences 2(6):7-17.
- SAS, 2008 SAS User's Guide, Statistical. Analysis System Inst. Inc. Cary. NC.
- Sen C, Packer L 1996 Antioxidant and redox regulation of gene transcription. FASEB J 10:709-720.
- Sheo HJ, Lee MY, Chung DL 1990 Effect of *Prunus mume*

- extract on gastric secretion in rats and carbon tetrachloride induced liver damage of rabbits. Korean Soc Food Nutr 19:21-26.
- Sibbald IR 1976 A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. Poultry Sci 48:41-43.
- Suzuki M, Takatsuki F, Maeda Y, Hamuro J, Chihara G 1994 Antitumor and immunological activity of lentinan in comparison with LPS. Int J Immunopharmacol 16:463-468.
- Szenberg A, Lind P, Clarke K 1965 IgG and IgM antibodies in fowl serum. Aust Exp Biol Med Sci 43:451-454.
- Van de Broek, Ir G 2000 Organic acid: Natural link between drug growth promoter. Feed Mix. Special. 9-11.
- 식약청 2010 생산액 집계결과.
- 임재웅 장인석 고영현 강선영 문양수 1999 매실의 생리활성. 한국식품영양학회지 29:19-37.
- 한국사양표준 2007 농촌진흥청 축산과학원.  
(접수: 2011. 8. 10, 수정: 2011. 9. 9, 채택: 2011. 9. 9)