한국가금학회지 제 37권 제 1호, 15~21 (2010)
Korean J. Poult. Sci. Vol. 37, No.1, 15~21 (2010)

산란계에 천연 항산화원으로서 가시오갈피 및 두충 급여가 체내 항산화 작용에 미치는 영향

강선영 · 이민희[1] · 고영현 · 손시환 · 문양수 · 장인석†
진주산업대학교 동물생명과학과, [1]산골농장

Effect of Dietary Supplementation of *Acanthopanax senticosus* and *Eucommia ulmoides* on Antioxidant Defense System in Laying Hens

Sun-Young Kang, Min-Hee Lee[1], Young-Hyun Ko, Sea-Hwan Sohn, Yang-Soo Moon and In-Surk Jang†
Department of Animal Science & Biotechnology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea
[1]Sangol Farm

ABSTRACT To investigate the effect of dietary supplementation of *Acanthopanax senticosus* (AS) and *Eucommia ulmoides* (EU) on antioxidant defense system in laying hens, a total of three hundreds sixty 20-wk old Hyline brown commercial laying hens were assigned to five dietary groups for 10-wk: (1) control diet, (2) control diet supplemented with AS at 0.5%, (3) control diet supplemented with AS at 1.0%, (4) control diet supplemented with EU at 0.5% and (5) control diet supplemented with EU at 1.0%. Total antioxidant status (TAS) in blood and antioxidant enzymes including superoxide dismutase (SOD), gluthathione -S- transferase (GST) and glutathione peroxidase (GSH-Px), and lipid peroxidation in the small intestine and liver were measured. There were no changes in body weight for 10-wk dietary treatment. TAS in blood significantly (P<0.05) increased in birds fed the diet supplemented with 1% AS and 0.5 and 1.0% EU compared with those fed control diet. Especially, dietary EU showed much higher (P<0.05) TAS compared with AS. In the antioxidant defense enzymes, GST activity of the small intestine was shown to be significantly (P<0.05) increased in birds fed the diets supplemented with 0.5 and 1.0% EU compared with those fed the control diet. In addition, intestinal SOD activity significantly (P<0.05) increased in birds fed the diets supplemented with 0.5% of AS and EU. However, we could not observe any significant dietary treatment effect of those antioxidant parameters in the liver. In conclusion, dietary supplementation of 0.5% AS and EU in a laying hen diet could be applied as a potential antioxidant source to improves bio-activity of antioxidant and economical aspect in laying hens.

(Key words : *Acanthopanax senticosus*, *Eucommia ulmoides*, antioxidant, laying hens)

서 론

축산물 생산에 사용되는 기능성 사료 소재로서 항산화제가 주목을 받고 있는바, 사료 첨가제로서 항산화제는 지방산이 공기에 산화되어 맛, 냄새 등의 변화되는 현상을 방지하여(Sevanian and Hochstein, 1985) 사료 품질을 보호하는 역할과 더불어 가축이 섭취 시 체조직의 항산화 작용으로 체내 항상성 유지에 중요한 생리적 작용을 한다(Surai, 2003). 또한 항산화제 급여는 가금의 생산성에 중요한 영향을 미치는 면역증강, 복수증 예방뿐만 아니라 축산물의 안전성 및 보존성을 개선하는 효과 등의 다양한 작용 등에 관여한다고 보고되고 있다(Galvin et al., 1997; Bansal and Kaur, 2002; May, 2002). 이와 같이 항산화 작용은 체 조직에서 지질 과산화 작용 방지에 의한 유해 산소기의 생성을 억제 또는 제거하여 궁극적으로 체내 항상성을 증가시킨다(Kahl and Kappus, 1993). 사료 첨가제로서 사용되는 항산화제는 비타민 E, 셀레늄, butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole, exthoxyquin 등이 있다. 그러나 비타민 E는 항산화제로서 우수한 효과에도 불구하고 경제적 측면에서 사용이 제한적이며, 합성 항산화제 등이 널리 사용되고 있으나, 간 독성 등 안전성의 문제가 제기되고 있다(Siman and Eriksson, 1996). 사료내에

† To whom correspondence should be addressed : isjang@jinju.ac.kr

서 BHT와 BHA는 항산화 첨가제로서 0.02% 정도 허용되고 있으며(한인규 등, 1995), 비타민 E는 산란계 사료 중에 6.5~8.0 IU/kg 정도가 최소 요구량으로 알려져 있다(한국사양표준 가금, 2007).

한편, 식물 유래 천연 항산화 물질은 인체에서 유익하다고 널리 보고되는 바(Frei, 1994), 그 중에서 가시오갈피(*Acanthopanax senticosuss*)와 두충(*Eucommia ulmoides*)은 polyphenolic 계열의 성분을 다량 함유하고 있어 체내 항산화 작용에 중요한 역할을 한다(김종배 등, 2001; 박정섭 등, 2002). 가시오갈피 성분에는 항산화 및 항균 작용이 널리 알려진 coumarin, steroid, triterpene, lignan, saponin 등이 존재하고(최영해와 김진웅, 2002), 두충에는 생리활성 물질인 flavonoid, lignan 및 iridoid 화합물이 주요 성분으로 알려져 있다(Deyama et al., 1987; 홍남두 등, 1988). Lee et al.(2004)은 가시오갈피 추출물이 rat의 간조직내 superoxide dismutase, gluthathione peroxidase 및 catalase 등과 같은 항산화 효소의 활성도를 현저히 증가시키고, 간 조직 손상을 방지하는 효과를 보고하였다.

따라서, 본 연구는 천연 항산화 생리활성 소재를 함유한 자생식물로서 국내에서 손쉽게 구입 가능한 가시오갈피와 두충을 천연 항산화 사료 첨가제로서 이용 가능성을 조사하기 위해 실용 산란계에 급여하여 처리별 혈액, 소장 및 간에서 항산화 대사 작용에 관련된 효소 등과 같은 생화학적 지표를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 시험 재료 및 사양 관리

1) 공시 동물 및 시험 설계

본 시험에 공시된 동물은 20주령 하이라인 브라운 실용 산란계로서 각 처리군은 12반복으로 반복당 6수씩 캐이지에 수용하여 72수로서 모두 5처리군으로 총 360수를 공시하였다. 시험 설계는 항산화 소재의 첨가 수준에 따라 무첨가군(대조군), 가시오갈피잎 분말 0.5%(AS0.5)와 1.0%(AS1.0) 및 두충잎 분말 0.5%(EU0.5)와 1.0%(EU1.0) 수준으로 설정하였다. 시험 사료 급여 기간은 산란 초기인 20주령부터 30주령까지 10주 동안 완전 자유급이를 실시하였다.

2) 시험 사료 및 사양 관리

시험에 사용한 가시오갈피잎과 두충잎은 송풍건조하여 분쇄기(DA-280G)로서 가는 입자 형태로 제조하여 각각 0.5% 및 1.0% 수준(w/w)으로 배합 사료에 첨가하였다. 시험 사료는 항생물질 무첨가 산란계 사료로서 K(주)사에서 주문하여 사용하였다. 가시오갈피잎과 두충잎의 화학적 성분은 Table 1과 같고, 시험 사료의 화학적 성분은 Table 2에 나타낸 바와 같다. 산란계 사양 관리는 산골농장(경남 산청군) 사양 관리 기준에 따라 케이지에서 사육하였으며, 실내 습도는 입기(72%), 중간(74%), 배기(66%)로 자동 설정하였다. 실내 NH_3

Table 1. Chemical composition of *Acanthopanax senticosus* leaves and *Eucommia ulmoides* leaves

Items	*Acanthopanax senticosus* leaves	*Eucommia ulmoides* leaves
	---------- (%) ----------	
Moisture	11.21	10.48
Crude protein	9.86	12.70
Nitrogen free extract	52.55	49.02
Crude fat	5.89	3.97
Crude fiber	12.34	13.41
Crude ash	8.15	10.42
Ca	1.02	1.88
P	0.24	0.24

Table 2. Chemical composition of experimental diets fed to laying hens

Items	Treatment[1]				
	Con	AS0.5	AS1.0	EU0.5	EU1.0
	----------		(%)	----------	
Moisture	14.20	13.93	13.87	12.29	13.52
Crude protein	18.10	17.98	17.67	16.79	16.79
Nitrogen free extract	45.36	44.34	47.87	50.43	45.69
Crude fat	4.13	4.03	4.27	4.00	3.30
Crude fiber	4.75	4.95	4.56	4.52	5.47
Crude ash	13.46	14.77	11.76	11.97	15.23
Ca	4.10	3.95	3.89	3.91	3.88
P	0.90	0.84	0.77	0.73	0.76

[1]Con (Control), AS0.5 (*Acanthopanax senticosus* leaves 0.5%), AS1.0 (*Acanthopanax senticosus* leaves 1.0%), EU0.5 (*Eucommia ulmoides* leaves 0.5%) and EU1.0 (*Eucommia ulmoides* leaves 1.0%).

농도는 2 ppm 이하로 관리하였으며, 계분은 벨트식으로 계사 외부로 배출처리를 하였다. 점등 관리는 오전 6시부터 오후 9시까지 1일 15시간 실시하였으며, 조명 밝기는 20 Lux로 설정하여 관리하였다.

2. 실험 방법

1) 시료 채취 및 준비

사양 시험 개시(20주령) 및 종료(30주령)에 체중을 측정하고, 사양 시험 종료 후 실험동물복지(Kaliste, 2004) 기준에 의거하여 고통을 최소화는 방법으로 각 처리구당 8수씩 모두 40수를 희생하여 혈액을 채취하였다. 채혈한 혈액은 sodium heparin이 함유된 진공 시험관에 넣어 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리하여 혈장을 분리하고 −70 ℃에 냉동 보관한 후 시험 분석에 이용하였다. 소장을 채취하기 위해 복강을 개복하여 위장의 유문부 끝부분에서 결장 앞부분까지 절단하였다. 소장 점막세포는 장간막 경계 부위를 절개한 다음 생리 식염수로 3회 연속 세척하여 소화물을 제거하였다. 소장 내강 부위의 점막세포는 glass slide을 이용하여 완전히 분리한 후 전량 채취하고 일정량의 생리식염수를 혼합, 5,000 × g로 2회 원심분리하여 지방과 내용물을 제거하였다. 간은 일정한 부위로부터 약 40 g 정도 채취하여 조직을 생리식염수로 세척하고 여분의 생리식염수를 제거하였다. 항산화 효소 등의 지표를 분석하기 위해 소장 점막세포와 간 조직을 일정량 채취하여 가위로 세절한 후, sucrose 용액(0.25 M sucrose, 0.1 mM EDTA, pH 7.4)을 1:6 volume으로 혼합하였다. 혼합 후 glass-glass homogenizer로 균질화한 후 4 ℃에서 고속 원심분리기로 10,000 ×g에서 10분간 원심 분리한 다음, 다시 상층액을 초고속 원심분리기(Beckman, J2-21-M/E)를 사용하여 4 ℃에서 105,000 × g로 60분간 원심 분리하였다. 상층액은 cytosol로 분획하였고, 펠렛은 microsome 분획으로 완충용액(150 mM KCl, 10 mM KH_2PO_4, pH 7.4)으로서 일정 단백질 농도(약 20 mg/mL)로 부유시켜 −70 ℃에서 냉동 보관 후, 분석에 이용하였다.

2) 항산화 지표 분석

혈장내 total antioxidant status(TAS)는 Randox kit(NX 2332)를 이용하여 사용자 방법에 따라 측정한 바, 간단히 방법을 기술하면 혈장과 chromogen 용액을 1:50 비율로 혼합하여 ELISA reader를 사용하여 600 nm에서 최초 흡광도를 측정하였다. 계속하여 일정량의 기질을 혼합하여 3분간 배양한 후 다시 600 nm에서 흡광도를 측정하여 최초 흡광도의 차이를 표준 용액과 비교하여 TAS 농도로 계산하였다.

세포 조직의 cytosol에 존재하는 superoxide dismutase(SOD) 활성도 측정은 xanthionine이 xanthine oxidase system에 의하여 superoxide anion이 환원형 cytochrome C로 전환되는 속도를 550 nm에서 1분간 측정하였다(McCord and Fridovich, 1969). Glutathione peroxidase(GSH-Px) 활성도 측정은 Tappel et al. (1978)의 방법을 이용하여 측정한 바 반응 조건은 시료에 반응용액(0.1 mM NADPH, glutathione reductase 1 unit/mL, reduced glutathione, 0.25 mM; pH,7.4)을 가한 후 5분간 37 ℃ incubator에서 배양시킨 다음 H_2O_2을 가하여 340 nm에서 흡광도의 감소 속도를 관찰하였다. GSH-PX 활성도의 unit는 mg protein당 1분 동안 산화되는 NADPH nmol 수로 정의하였다. 세포 조직내 cytosolic glutathione-S-transferase(GST) 활성도는 chloro-dinitrobenzene(CDNB)을 기질로 사용하여 반응시켰으며, 반응 조건은 1 mM GSH reductase와 chlorodinitrobenzene(CDNB) 혼합액에 희석한 시료를 가한 후 340 nm에서 흡광도가 변화하는 비율을 측정하였으며, 1 unit는 mg protein당 1분간 반응하는 CDNB의 μmol수로 표시하였다(Habig et al., 1974). 간의 microsome 지질 과산화물은 일정량의 조직 균질액과 TCA 용액과 혼합하여 분리된 상층액을 100 ℃ 수조에서 thiobarbituric acid(TBA) 용액과 반응시켜 생성된 malondialdehyde(MDA) 양을 532 nm에서 분광광도계로서 흡광도를 측정하여 결정하였다(Bidlack and Tappel, 1973). 효소의 특이적 활성도는 전체 활성도에서 단백질 mg당 농도로 나누어 표시하였다.

3. 통계처리

통계처리는 각 군의 결과를 평균±표준오차로 표시하였고, 처리별로 Proc GLM(SAS Inc., 1996) one-way 분산 분석하였으며, F-값이 유의성이 인정될 경우 다시 Duncan 다중검정(1955) 방법으로 95% 수준에서 각 군의 유의성 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 체중 및 증체량

실용 산란계인 하이라인 브라운을 대상으로 항산화 생리활성소재인 가시오갈피 및 두충 분말잎을 각각 0.5%와 1.0%를 사료에 첨가하여 10주 동안(20~30주령) 급여한 후 체중 및 증체량의 변화는 Table 3에서 나타낸 바와 같다. 가시오갈피 및 두충잎의 급여는 산란계의 체중 및 증체량에 유의적 영향을 미치지 않았으며, 첨가 수준 간에도 차이가 없는 것으로

Table 3. Effects of dietary supplementation of *Acanthopanax senticosus* leaves and *Eucommia ulmoides* leaves on body weight and gain from 20 wks to 30 wks of laying hens

Items	Treatment[1]				
	Con	AS0.5	AS1.0	EU0.5	EU1.0
Initial BW (g)	1,913.4±31.0	1,855.6±21.5	1,879.4±17.0	1,913.9±17.1	1,889.1±17.2
Final BW (g)	2,062.5±34.7	2,000.8±24.2	2,023.3±28.6	2,051.6±27.5	2,031.1±57.3
Gain (g)	149.1±15.9	145.2±22.4	143.9±20.5	137.7±19.5	142.0±49.9

Values Mean±SE (*n*=8).

[1]Con (Control), AS0.5 (*Acanthopanax senticosus* leaves 0.5%), AS1.0 (*Acanthopanax senticosus* leaves 1.0%), EU0.5 (*Eucommia ulmoides* leaves 0.5%) and EU1.0 (*Eucommia ulmoides* leaves 1.0%).

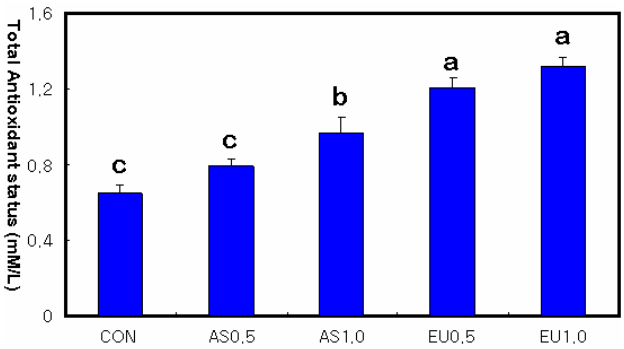

Fig. 1. Effects of dietary supplementation of *Acanthopanax senticosus* leaves and *Eucommia ulmoides* leaves on blood total antioxidant status (TAS) in laying hens.

[ab]Values (Mean±SE, n=8) with different superscripts differ significantl y (P<0.05) among treatments.

[1]Con (Control), AS0.5 (*Acanthopanax senticosus* leaves 0.5%), AS1.0 (*Acanthopanax senticosus* leaves 1.0%), EU0.5 (*Eucommia ulmoides* leaves 0.5%) and EU1.0 (*Eucommia ulmoides* leaves 1.0%).

나타났다. 따라서 본 시험의 결과 가시오갈피와 두충 잎의 급여는 초기 산란계의 성장에 부정적 영향을 미치지 않았다.

2. 혈액, 소장점막세포 및 간 조직의 항산화 작용

가시오갈피 및 두충잎을 급여 후 혈액내 전체 항산화력(TAS) 및 소장 점막세포와 간 조직의 항산화 효소 활성도를 분석한 결과는 각각 Fig. 1 및 Table 4, 5에서 나타낸 바와 같다.

먼저 혈액의 전체 항산화력(TAS)을 조사한 결과(Fig. 1) 가시오갈피 1.0%(AS1.0) 및 두충 급여군(EU0.5, EU1.0)에서 대조군에 비해 혈액의 항산화력이 현저히(P<0.05) 증가하는 것으로 나타났다. 가시오갈피와 두충 급여군간 비교에서는 두충 급여군이 가시오갈피 급여군보다 유의적으로(P<0.05) 항산화력이 증가하는 것으로 관찰되었다.

소장 점막 상피세포의 항산화 효소를 분석한 결과를 보면 (Table 4) GSH-Px 항산화 효소의 특이적 활성도는 대조구와 가시오갈피와 두충잎의 급여 수준별에 따른 차이가 나타나

Table 4. Effects of dietary supplementation of *Acanthopanax senticosus* leaves and *Eucommia ulmoides* leaves on the activities of SOD, GST and GSH-Px and the level of MDA in the small intestine from 30 wks laying hens

Items[2]	Treatment[1]				
	Con	AS0.5	AS1.0	EU0.5	EU1.0
GSH-Px activity(U/g tissue)	0.59±0.05	0.59±0.06	0.57±0.03	0.59±0.02	0.60±0.04
GST activity(U/g tissue)	0.03±0.002[c]	0.04±0.002[bc]	0.04±0.003[bc]	0.06±0.006[a]	0.05±0.003[b]
SOD activity(U/g tissue)	0.93±0.08[b]	1.24±0.12[a]	1.12±0.07[ab]	1.31±0.09[a]	1.20±0.12[ab]
MDA(mg/mL)	2.91±0.29	3.25±0.47	2.51±0.39	3.82±0.75	3.01±0.85

[a~c]Values (Mean±SE, n=8) with different superscripts differ significantly (P<0.05) among treatments.

[1]Con (Control), AS0.5 (*Acanthopanax senticosus* leaves 0.5%), AS1.0 (*Acanthopanax senticosus* leaves 1.0%), EU0.5 (*Eucommia ulmoides* leaves 0.5%) and EU1.0 (*Eucommia ulmoides* leaves 1.0%).

[2]GSH-Px (Glutathione peroxidase), GST (glutathione-S-transferase), SOD (superoxide dismutase) and malondialdehyde (MDA).

Table 5. Effects of dietary supplementation of *Acanthopanax senticosu*s leaf and *Eucommia ulmoides* leaf on the activities of SOD, GST and GSH-Px and the level of MDA in the liver from 30 wks laying hens

Items[2]	Treatment[1]				
	Con	AS0.5	AS1.0	EU0.5	EU1.0
GSH-Px activity(U/g tissue)	0.50±0.04	0.48±0.02	0.44±0.02	0.43±0.03	0.45±0.04
GST activity(U/g tissue)	0.070±0.002	0.070±0.002	0.060±0.002	0.070±0.001	0.061±0.005
SOD activity(U/g tissue)	2.02±0.15	1.91±0.09	1.98±0.13	2.24±0.23	1.88±0.21
MDA(mg/mL)	1.67±0.21	1.48±0.16	1.70±0.22	1.74±0.45	1.35±0.10

Values Mean±SE (n=8).

[1]Con (Control), AS0.5 (*Acanthopanax senticosus* leaves 0.5%), AS1.0 (*Acanthopanax senticosus* leaves 1.0%), EU0.5 (*Eucommia ulmoides* leaves 0.5%) and EU1.0 (*Eucommia ulmoides* leaves 1.0%).

[2]GSH-Px (Glutathione peroxidase), GST (glutathione-S-transferase), SOD (superoxide dismutase) and malondialdehyde (MDA).

지 않았다. 그러나 소장 GST 활성도는 대조군보다 두충 급여군(EU0.5 및 EU1.0)에서 유의적으로(P<0.05) 높게 나타났다. SOD 활성도에서는 가시오갈피 0.5% 급여군(AS0.5)과 두충 0.5% 급여군(EU0.5)이 대조군보다 유의적으로(P<0.05) 높게 나타났다. 그러나 소장점막 상피세포의 microsome에 존재하는 지질 과산화물(MDA)의 양을 측정한 결과에서는 처리간에 뚜렷한 차이를 관찰할 수 없었다.

간 조직내 항산화 효소 활성도를 분석한 결과를 살펴보면 (Table 5) 가시오갈피와 두충잎의 급여는 GSH-Px, SOD 및 GST 항산화 효소의 특이적 활성도에 유의적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한 간세포내의 지질 과산화물(MDA)에서도 처리별에 따른 유의적인 변화는 관찰되지 않았다. 가시오갈피와 두충잎 0.5% 및 1.0% 수준으로 초기 산란계의 사료에 첨가하여 급여할 경우 간 조직의 항산화 효소 활성도에는 특이적 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

본 연구에서 천연 항산화 생리활성소재로서 가시오갈피 및 두충잎을 산란계에 급여하여 소화기 조직내 항산화 작용에 대하여 조사한 결과, 소장 점막세포에서 항산화 방어 작용이 활발하게 일어나는 것으로 조사되었다. 특히 소장 점막세포에서 GST 활성도는 대조구보다 두충잎 급여군에서 유의적으로(P<0.05) 높게 나타났고, SOD 활성도는 가시오갈피 0.5% 첨가 급여군와 두충 0.5% 첨가군에서 다른 처리군들보다 유의적으로 높게 나타났다. 또한 혈장에서 전체 항산화력(TAS)이 증가하여 식물성 항산화제 급여가 산란계 혈액내 산화 스트레스를 억제제로 작용될 수 있음이 나타났다. 그러나 간 조직에서 조사한 모든 항산화 지표에서는 유의적 변화를 보이지 않았다.

가시오갈피와 두충 잎 추출물이 간 조직내 SOD, GSH-Px 및 catalase 등과 같은 항산화 효소의 활성도를 현저히 증가시키고, 간 조직 손상을 방지하는 효과는 주로 랫드를 대상으로 다양한 연구가 보고되었다(Lee et al., 2004; Hung et al., 2006). *In vitro* 항산화력 측정 결과에 의하면 가시오가피 또는 두충 추출물이 유해 활성 산소를 제거하는 항산화 활성도 및 총 페놀 함량이 높아 항산화력이 증가되는 것으로 나타났다 (Yen and Hsieh, 2000; 임소영, 2006). 이러한 항산화 효과에 중요한 작용을 하는 총 페놀 함량이 유의적으로 높아 이들 식물체를 천연 항산화제로서 개발 가능이 매우 높음을 시사한다(Davydov and Krikorian, 2000; Hung et al., 2006). Jung et al.(2005)은 rat에서 가시오갈피 잎 추출물에는 항염증 작용이 있음을 보고하고 이러한 항염증 작용은 가시오갈피가 체 조직에서 항산화 효소인 SOD, GSH-Px 및 catalase 활성도를 증가시켜 활성 산소(reactive oxygen species, ROS)를 제거하는 작용에 의해 기인된다고 보고하였다. 또한 두충잎을 오랫동안 섭취할 경우 산화적 스트레스로부터 DNA를 보호하는 항산화 작용이 우수하여 질병의 방어 효과가 있음을 보고된 바 있다(Hsieh and Yen, 2000). Hung et al.(2006)에 따르면 간 손상이 유발된 쥐에서도 두충잎을 급여할 경우 간 조직에서 항산화 작용에 관여하는 GSH-Px 및 GST 활성도를 현저히 증가시키는 것으로 보고하였다. 따라서 가시오갈피와 두충 등에서 발견되는 사포닌 및 페놀 등과 같은 성분은 천연 항산화제로서 사료를 통해 급여할 경우, 생체세포막 인지질 이중층의 불포화 지방산 과산화 방지 기능과 항산화 효소를 증가시킴으로써 세포막을 방어하는 역할을 동시에 노화, 혈관계 질환을 억제(Packer, 1991; Frei, 1994)와 지방산의 산화를 방지하여 계란 및 계육과 같은 동물성 식품의 보존성에도 유익한 것으로 보고되었다(Ahn et al., 2004; Galvin et al., 1997).

본 연구에서도 가시오갈피 및 두충을 육계 사료에 급여할 경우, 소장 점막세포내 세포 손상을 야기하는 O_2^-(superoxide)를 제거하는 SOD 효소의 활성도를 증가시키는 것으로 관찰되어 이러한 가능성을 뒷받침해 주는 결과를 얻었다. 이러한 결과로 보아 가시오갈피 및 두충잎에 함유된 항산화 생리활성 성분은 직접 사료로 섭취되어 접촉되는 소장점막 상피세포 영향을 미쳐 활성 산소를 제거하여 위장관 점막세포의 손상을 예방하는 효과가 있는 것으로 추론할 수 있다. 이와 유사하게 포도씨앗의 페놀계 물질의 급여는 위장 및 소장 점막세포의 지질 과산화 작용 방지 및 항산화 효소의 증가로 산화적 스트레스를 예방하여 소화기의 손상을 방지할 수 있다(Bagchi et al., 2000; Jang et al., 2007). 가축에서 소장은 내·외부 환경이 만나는 첫 번째 장막으로서, 소화관 질병은 가축 생산성에 미치는 영향이 매우 크다(Argenzio, 1993). 또한 본 시험 결과와 유사하게 가축이 섭취하는 물질의 종류에 따라 체내 방어 작용에 있어서 간보다 소장에서 더욱 민감하게 외부 물질에 반응하는 것으로 보고되고 있다(Albrecht et al., 1992; Nijhoff and Peters, 1992). 그러나 본 연구에서는 체내 흡수된 물질대사 작용의 중추적인 역할을 수행하는 간 조직에서 이들 항산화 지표에서 변화를 관찰할 수 없었다. 이러한 사실로 보아 추출하지 않고 분쇄로 첨가한 시험 물질의 유효 성분의 수준이 낮아 간 조직에 미치는 효과가 없었다고 생각되며, 향후 가시오갈피 및 두충의 사료 첨가 수준 및 추출하여 첨가제로 개발할 수 있는 가능성에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

결론적으로 가시오갈피 및 두충잎과 같은 식물성 천연 항산화제를 사료로 통해 급여할 경우, 적어도 소장조직에서 생체 세포막 인지질 이중층의 불포화 지방산 과산화 방지 기능과 항산화 효소를 증가시킴으로써 세포막을 방어하여 동물체의 항상성 유지에 긍정적인 역할을 나타내는 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 하이라인 브라운 실용 산란계(20주령)를 이용하여 대조군 및 항산화원으로 가시오갈피잎 및 두충잎을 각각 사료 급여량 대비 0.5%와 1.0%를 첨가하여 모두 5군을 설정하여 산란초기에 10주 동안 사양하여 혈액내 항산화력 및 체조직의 항산화 작용에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 항산화 생리 활성 물질의 급여(가시오갈피, 두충) 및 처리 수준(0.5%:1.0%)간에 체중 및 증체량의 변화는 없었다. 한편, 혈액내 항산화력은 식물성 항산화 물질 급여군에서 전체 항산화력(TAS)이 유의적으로($P<0.05$) 증가하였으며, 특히 두충 급여군에서 높게($P<0.05$) 나타났다. 소장 상피세포내의 GST의 활성도는 대조군보다 두충의 첨가 급여군에서 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 체 조직에서 항산화 작용을 살펴보면, 먼저 소장 SOD 활성도는 가시오갈피 0.5% 첨가군과 두충 0.5% 첨가군이 대조군보다 유의적으로($P<0.05$) 높게 나타났다. 간 조직내 항산화 효소의 활성도를 조사한 결과, 대조군과 가시오갈피 첨가군 간에는 특이적 변화가 없는 것으로 관찰되었다. 결론적으로 산란 초기에 가시오갈피와 두충잎 분말의 급여는 혈액내 항산화력 증진과 소장 점막 조직의 항산화 방어기능에 긍정적 영향을 미치는 것으로 사료된다. 본 실험에서 항산력 및 경제성 등을 고려할 경우 0.5% 수준의 식물성 항산화 물질의 급여가 동물체의 건강 증진으로 체내 항상성 유지에 가장 유리하게 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

(색인어 : 가시오갈피, 두축잎, 항산화작용, 산란계)

사 사

본 연구는 2009 농림특정과제(ARPC) 지원으로 연구되었으며 이에 감사드립니다.

인용문헌

Ahn J, Grun IU, Mustapha A 2004 Antimicrobial and antioxidant activities of natural extracts *in vitro* and in ground beef. J Food Prot 67:148-155.

Albrecht R, Pelissier MA, Atteba S, Smaili M 1992 Dietary restriction decreases thibarbituric acid-reactive substances generation in the small intestine and in the liver of young rats. Toxicol Lett 63:91-96.

Argenzio RA 1993 Digestion, Absorption, and Metabolism. In: MJ Swenson and WO Reece Edition. Duke's Physiology of Domestic Animals(11th ed.). Cornell University Press Ithaca.

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.

Bansal MP, Kaur T 2002 Growth characteristics and selenium status changes of yeast cells with inorganic and organic selenium supplementation: Selenium, a chemopreventive agent. J Med Food 5:85-90.

Bidlack WR, Tappel AL 1973 Damage to microsomal membrane by lipid peroxidation. Lipid 8:177-182.

Davydov M, Krikorian AD 2000 Eleutherococcus senticosus (Rupr. & Maxim.) Maxim. (Araliaceae) as an adaptogen: A closer look. J Ethnopharmacol 72: 345-393.

Deyama T, Ikawa T, Kitagawa S, Nishibe S 1987 The constituents of *Eucommia ulmoides* Oliv. VI. Isolation of a new sesquilignan and nelolignan glycosides. Chem Pharm Bull 35:1803-1807.

Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1-42.

Frei B 1994. Natural Antioxidants in Human Health and Disease. Academic Press. San Diago pp 1-21.

Galvin K, Morrissey PA, Buckley DJ 1997 Influence of dietary vitamin E and oxidised sunflower oil on the storage stability of cooked chicken muscle. Br Poult Sci 38:499-504.

Habig WH, Phobst MJ, Jakoby WB 1974 Glutathionine S transferase: The first enzymatic steps in mercapturic acid formation. J Biol Chem 249:7130-7139.

Hsieh CL, Yen GC 2000 Antioxidant actions of du-zhong (*Eucommia ulmoides* Oliv.) toward oxidative damage in biomolecules. Life Sci 66:387-1400.

Hung MY, Fu TY, Shih PH, Lee CP, Yen GC 2006 Du-Zhong (*Eucommia ulmoides* Oliv.) leaves inhibits CCl_4-induced hepatic damage in rats. Food Chem Toxicol 44:1424-1431.

Jang I, Ko YH, Kang YS, Moon YS, Sohn SH 2007 Effect of dietary supplementation of ground grape seed on growth performance and antioxidant status in the intestine and liver in broiler chickens. Kor J Poult Sci 34:1-8.

Jung HJ, Nam JH, Choi J, Lee KT, Park HJ 2005 Antiinflammatory effects of chiisanoside and chiisanogenin obtained from the leaves of *Acanthopanax chiisanensis* in the carrageenan- and Freund's complete adjuvant-induced rats. J Ethnopharmacol 97:359-367.

Kahl R, Kappus H 1993 Toxicology of the synthetic antioxidants BHA and BHT in comparison with natural antioxidant vitamin E. Z Lebensm Unters Forsch 196:329-338.

Kaliste E 2004 The Welfare of Laboratory Animals. Kluwer Academic Publisher, Norwell MD USA.

Lee S, Son D, Ryu J, Lee YS, Jung SH, Kang J, Lee SY, Kim HS, Shin KH 2004 Anti-oxidant activities of *Acanthopanax senticosus* stems and their lignan components. Arch Pharm Res 27:106-110.

May SW 2002 Selenium-based pharmacological agents: an update. Expert Opin Inves Drugs 11:1261-1266.

McCord JM, Fridovich K 1969 Superoxide dismutase: An enzymatic function for erythrocupreine (hemocuprein). J Biol Chem 224:6049-6055.

Nijhoff WA, Peters WHM 1992 Induction of rats hepatic and intestinal glutathione -S- transferases by dietary butyrated hydroxyanisole. Biochemical Pharmacology 44:596-600.

Packer L 1991 Protective role of vitamin E in biological systems. Am J Clin Nutr 53:1050S-1055S.

SAS 1996 User's Guide: Statistics Version 6.12 Edition. SAS inst, Inc., Cary., NC.

Sevanian A, Hochstein P 1985 Mechanisms and consequences of lipid peroxidation in biological systems. Ann Rev Nutr 5:365-390.

Siman CM, Eriksson UJ 1996 Effect of butylated hydroxytoluene on alpha-tocopherol in livre and adipose tissue of rats. Toxicol Letter 87:103-108.

Surai PF 2003 Natural Antioxidnats in Avian Nutrition and Reproduction. Nottingham University Press, UK.

Tappel AL. Fleischer S, Packer L 1978 Glutathionine peroxidase and hydroperoxidies. In: Methods in Enzymology(Ed. S, Fleischer and L, Packer). Academic press. 52:506-513.

Yen GC, Hsieh CL 2000 Reactive oxygen species scavenging activity of Du-zhong (*Eucommia ulmoides* Oliv.) and its active compounds. J Agric Food Chem 48:3431-3436.

김종배 박정륭 전정례 차명화 2001 두충잎의 항암성분 분리 및 동정. 한국식품영양과학회지 30:732-738.

박정섭 오찬호 고하영 최동성 2002 가시오갈피 추출물의 항돌연변이 효과. 한국식품과학회지 34:1110-1114.

임소영 2006 가시오갈피 추출물의 항산화 활성 및 MG-63 조골세포 증식과 Alkaline Phosphatase 활성에 미치는 효과. 연세대학교 대학원.

최영해 김진웅 2002 HPLC-ESI/MS를 이용한 Eleutheroside B와 E의 정량. Kor J Pharmacol 33:88-91.

한국사양표준(가금) 2007 농림부 농촌진흥청 국립축산과학원.

한인규 이택원 고영두 윤재인 박경규 1995 개정사료학. 선진문화사.

홍남두 노영수 김종우 원도희 김남재 조보선 1988 두충나무의 일반 약리활성 연구. 생약학회지 19:102-110.

(접수: 2010. 1. 26, 수정: 2010. 2. 12, 채택: 2010. 2. 17)