

가시오갈피와 두충의 첨가 급여가 브로일러의 생산 능력, 혈장 생화학 지표 및 텔로미어 함량에 미치는 영향

손시환[†] · 장인석 · 문양수 · 김영주 · 이수희 · 고영현 · 강선영 · 강혜경

진주산업대학교 동물생명과학과

Effect of Dietary Siberian Ginseng and Eucommia on Broiler Performance, Serum Biochemical Profiles and Telomere Length

S. H. Sohn[†], I. S. Jang, Y. S. Moon, Y. J. Kim, S. H. Lee, Y. H. Ko, S. Y. Kang and H. K. Kang

Department of Animal Science & Biotechnology, Jinju National University

ABSTRACT The Siberian ginseng and Eucommia are a kind of medicinal plant with powerful anti-oxidant activity. An experiment was conducted to investigate the effect of Siberian ginseng leaf and Eucommia leaf at level of 0.5% and 1% per feed in Ross commercial broiler for 4 to 35 days of age on performance, organ weight, blood biochemical profiles and telomere quantity. Chickens consuming diets containing 1% Siberian ginseng had higher feed conversion ratio than the other treated chicken during experimental period whereas no significant differences were detected in body weight, weight gain and feed intake. The weight of bursa of fabricius was significantly increased in chickens with dietary supplementation compared with chickens fed control but this was not seen in liver, spleen and thymus. In blood biochemical profiles, chickens with dietary supplementation had higher concentration than chickens fed control in triglyceride, cholesterol and glucose. The concentration of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, albumin and total protein, however, was not significantly different between dietary supplemented chickens and control chickens. The relative amount of telomeric DNA of lymphocytes in chickens with dietary supplementation was significantly higher than that of control chickens but the difference was not found in liver, heart and testis tissues. In conclusion, dietary supplementation of Siberian ginseng and Eucommia in broiler improved immune activity and telomere length without decreasing chicken growth performance.

(Key words : Siberian ginseng, Eucommia, anti-oxidant, telomere, growth performance, broiler)

서 론

최근 동물성 단백질의 소비 증가와 더불어 고 품질 안전성 육류의 선호도가 높아지고 있다. 또한, 과도한 동물성 식품 섭취로 비만과 같은 원발성 질환 발생이 증가됨에 따라 소비자는 저지방 육류나 기능성 향진 축산물을 요구하고 있다. 이러한 사회적 관점에 비추어 근육 내 지방의 축적이 상대적으로 적은 가금류의 소비는 앞으로도 지속적으로 증가될 전망이다. 닭고기의 선호와 더불어 최근 선진국에서는 보다 친환경적이고 건강 지향적인 닭고기 생산을 위한 사육 방법들에 관심을 경주하고 있다. 이들 중 다양한 천연식물성 소재들을 이용한 기능성 사료 첨가물의 개발이 활발히 이루

어지고 있는데, 이는 주로 항산화 기능이 탁월한 것으로 알려지고 있다. 이런 물질은 지방산의 산패에 의한 사료 품질을 보호하는 기능 및 체 조직의 항산화, 면역 증진, 번식 능력 개선 등과 같은 생리적 작용뿐만 아니라 고기의 보존성에도 긍정적 영향을 미친다.

현재 육계 사료의 경우, 지방 등을 첨가한 고 에너지 사료가 사용되고 있는데, 사료 내 불포화 지방산은 장기 보존시 쉽게 산화되어 맛, 색깔, 냄새 등의 변화를 초래한다. 따라서 사료 성분 중 지방 산화를 방지하고 영양소 파괴를 최소화하기 위하여 천연 항산화제로서 비타민 E, 합성 항산화제로서 BHA, exthoxyquin 등이 널리 사용되고 있다. 이러한 항산화제 급여는 육계의 생산성에 중요한 영향을 미치는 복수

[†] To whom correspondence should be addressed : shsohn@jinju.ac.kr

증 예방, 고기의 안전성 및 보존성에 개선 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 뿐만 아니라 항산화 물질은 생산성 증가, 지방산의 산화 방지, 세포 면역 증진 등 생체 조직에서 지질 과산화 작용으로 발생하는 유해산소기의 생성을 억제 또는 제거하여 체내 항상성을 증가시키는 작용을 한다(Galvin 등, 1997; Lopez-Bote 등, 1998; Hernandez 등, 2004; Rebole 등, 2006; Brenes 등, 2008).

이러한 천연 식물성 소재 중 가시오갈피(Siberian ginseng)는 elutheroside가 다량 함유되어 있는 약용식물로서 이들 추출물이 강력한 항 스트레스 및 항산화 작용을 가지고 있는 것으로 보고되고 있다(Lee 등, 2003). 또한, 두충(Eucommia)에는 혈압 강하 작용이 있는 (+)-pinoresinol-di- β -D-glucoside와 비타민 C가 다량 함유되어 있어 산화적 스트레스로부터 DNA를 보호하는 항산화 작용이 매우 우수한 것으로 알려져 있다(Hsieh와 Yen, 2000).

따라서 본 연구는 지역 특산물인 가시오갈피와 두충과 같은 천연 생리활성 항산화제를 육계의 사료 첨가제로 급여하고 이에 따른 브로일러의 생산 능력을 살펴보고, 혈장 생화학 성분 및 장기 무게를 분석하여 면역 및 항상성 관련 지표에 미치는 영향을 고찰하고자 하였다. 또한, 이들 물질의 첨가 급여가 생리 활성도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 백혈구, 간, 심장, 폐 및 정소 세포 내 텔로미어(telomere) 함량을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

1. 공시 동물 및 사양 관리

본 시험에 공시된 시험동물은 브로일러 Ross종 수컷 200수로서 (주)올팜에서 구입하였으며, 구입 후 2일간의 적응 기간을 거친 후 4일령 병아리를 완전 임의 배치법에 의해 5개 처리구로 하고 케이지 당 4수씩 배치하였다. 시험에 사용한 기초 사료는 상업용 육계 사료를 이용하였고, 가시오갈피 및 두충잎을 w/w 비율로서 0.5% 및 1.0% 수준으로 각각 첨가하였다. 시험 사료의 조성 및 화학적 성분은 Table 1과 같다. 공시 동물들은 35일령까지 control, T1(가시오갈피 0.5%), T2(가시오갈피 1.0%), T3(두충 0.5%), T4(두충 1.0%)의 처리 사료로 자유 급이를 실시하였고, 사양 관리는 본 대학 종합농장 무창 시험계사에서 Ross 육계 사육 관리 지침(Ross Broiler Management Manual, 2002)에 따라 사육하였다.

2. 샘플 채취 및 표본 제작

혈장 성분 분석을 위하여 시험이 종료된 후 각 처리구 당

8수씩 경정맥을 절개하여 헤파린 튜브에 채혈을 실시하고 3,000 rpm에서 15분간 원심 분리한 다음 혈장을 채취하였다. 각 장기를 획득하기 위하여 복강을 가위로 절개하고 위장의

Table 1. Formula and chemical composition of basal diets

Items	Diets	
	Starter	Finisher
Ingredients (%)		
Corn	38.26	44.28
Wheat	20.00	20.00
Wheat bran	5.00	4.00
Animal fat	2.20	3.00
Corn gluten	4.00	4.00
Soybean meal (44% CP)	23.00	16.50
Rapeseed meal	1.50	2.00
Fish meal	1.00	1.00
Meat meal	2.00	2.00
Salt	0.20	0.23
Calcium carbonate	0.40	0.20
Tricalcium phosphate	1.40	1.60
Lysine (liquid)	0.46	0.66
Methionine	0.13	0.12
Choline-HCl	-	0.01
Vitamin premix ¹	0.20	0.20
Mineral premix ²	0.20	0.20
Maduramycin+nicarbazine	0.05	-
Antibiotics	0.0133	0.001
Chemical composition (%)		
Crude protein	21.00	19.00
Ether extract	4.80	5.20
Crude fiber	4.30	3.90
Crude ash	5.00	4.90

¹ Contained per kg: Vit. A 5,500,000 IU; Vit D₃ 1,500,000 IU; Vit E 15,000 mg; Vit K 800 mg; thiamin 1,000 mg; riboflavin 4,000 mg; niacin 25,000 mg; biotin 30 mg; folic acid 500 mg; pantothenic acid 5,000 mg; pyridoxine 1,500 mg; Vit B₁₂ 15 mg; Cu 12,000 mg; Fe 35,000 mg; Zn 25,000 mg; Co 150 mg; I 500 mg; Se 120 mg; Mn 38,000 mg.

유문부에서 맹장 앞부분까지 절단하여 소장을 획득하고 이어서 간, 비장, 흉선 및 F-낭 등의 조직을 채취하여 무게를 측정하였다. 채취된 조직들은 멸균된 생리식염수로서 세척하고 여분의 수분을 제거 후 초 저온 냉동고(-72 °C)에 보관하여 분석에 사용하였다. 텔로미어의 함량 분석은 혈액, 간, 폐, 심장 및 정소 조직을 대상으로 하였으며, 도살 개체의 각 조직들을 떼어 분석하였다. 채집된 조직들은 D-PBS(Gibco, Invitrogen Corp. Grand Island, N.Y, USA) 용액으로 세척한 다음 RPMI 1640 배양액(Gibco)이 들어있는 시험관으로 옮겨 200 × g에서 10분간 원심분리 시켰다. 침전된 세포에 0.9% sodium citrate (Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA) 용액을 첨가하여 15분간 저장처리하고 이후 고정액을 10방울 정도 첨가하여 원심분리 시켰다. 고정처리하는 methanol과 acetic acid 가 3:1로 혼합된 고정액을 이용하고 이를 3회 반복 처리한 후 세포액을 3~5방울 정도 떨어뜨려 슬라이드 표본을 제작하였다.

3. 분석 항목

1) 체중 및 사료 섭취량 측정

체중 측정은 시험 개시(4일령), 21일령 및 시험 종료 (35일령)에 처리별 반복구 전체를 측정 조사하였다. 사료 섭취량은 사양 시험 전기간 동안 매주 잔량을 측정하여 조사하고, 사료 섭취량 대비 증체량으로서 사료 요구율을 계산하였다.

2) 혈장 생화학적 성분 분석

혈장 aspartate aminotransferase(AST), alanine aminotransferase(ALT), albumin, total protein, triglyceride, cholesterol 및 glucose 분석은 자동생화학분석기(Hitachi 747, Japan)를 이용하여 실시하였다.

3) 텔로미어 함량 분석

텔로미어 접합 특이 probe 제작을 위하여 (CCCTAA)₇으로 구성된 42 mers 단일 oligomers를 primer로 이용하여 Polymerase Chain Reaction(PCR)을 수행하고 이의 증폭된 산물을 PCR-DIG Probe Synthesis Kit(Roche, Mannheim, Germany)로서 digoxigenin labeling을 하였다.

본 연구에서 수행한 형광접합보인법(fluorescence *in situ* hybridization; FISH)은 먼저 슬라이드 표본을 RNase(Sigma-Aldrich) 처리 후 Hybridization 용액(13 μL formamide, 5 μL hybridization buffer, 2 μL(100 ng/μL) chicken telomeric DNA probe; Roche)으로 85 °C에서 5분간 변성(denaturation)하고

38.5 °C에서 12시간 접합(hybridization)시켰다. 접합 후 슬라이드를 2×SSC로서 72 °C에서 5분간 처리하고 PN buffer(0.1% sodium phosphate, 0.1% Nonidet P-40; Roche)로 세척하였다. 형광 접합 탐지를 위하여 anti-digoxigenin-fluorescein(FITC; Roche)으로 38.5 °C에서 30분간 반응시키고 PN buffer로 세척한 후 암소에서 건조시켰다. 배경 염색은 propidium iodide solution(PI; Sigma-Aldrich)을 이용하였으며, 형광 접합 발현 양상은 PI와FITC 파장대의 검용 필터를 부착한 형광현미경(Model AX-70 with WIB filter, Olympus, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다. 처리된 슬라이드를 형광현미경으로 관찰한 후 100배의 대물렌즈 하에서 평균 5개의 간기 상을 한 프레임으로 하여 디지털 카메라(Model DP-70, Olympus, Tokyo, Japan)로 촬영하고 이를 컴퓨터에 저장하였다. 저장된 상은 이미지 분석 프로그램(Image analyzer program, MetaMorph, UIC, Pennsylvania, USA)을 이용하여 핵 대비 telomeric DNA 분포량을 계산하였다.

4. 통계 분석

처리 간 생산 능력, 장기 무게, 혈장 생화학 지표 및 닭의 각 조직 내 telomeric DNA 함량을 비교 분석하기 위하여 SAS package program(SAS Institute Inc, Cary, NC, USA)을 이용하여 one-way ANOVA 및 Turkey 다중검정분석법으로 처리 평균간 유의성 검증을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 가시오갈피 및 두충 첨가 급여에 따른 생산 능력

가시오갈피와 두충 첨가에 따른 육계의 생산 능력을 Table 2에 제시하였다. 육계 성장 전기(4~21일)에 체중 및 증체량에 있어서는 대조구를 포함한 모든 처리구간에 유의적 차이가 없었으나, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 가시오갈피 첨가구(0.5% 및 1.0%)가 대조구에 비해 상대적으로 불량한 성적을 나타내었다($P < 0.05$). 성장 후기(22~35일)에서는 사료요구율에서 두충 0.5% 첨가구가 다른 처리구에 비해 다소 양호한 성적을 보인 것을 제외하고 체중, 증체량, 사료 섭취량 등 대부분의 생산 능력에서 처리구 간 차이가 없는 것으로 나타났다. 시험 전체 기간(4~35일) 동안의 사양 성적을 살펴보면 증체량 및 사료 섭취량에서는 처리구간 유의적 차이를 보이지 않았으나, 사료 요구율에 있어서는 가시오갈피 첨가 급여구가 대조구 및 두충 첨가구에 비해 다소 저조한 결과를 나타내었다.

Table 2. Effect of dietary supplementation of Siberian ginseng and Eucommia on growth performance, feed intake and feed conversion ratio in broiler chickens

Item ¹	Treatments				
	Control	0.5% Siberian ginseng	1% Siberian ginseng	0.5% Eucommia	1% Eucommia
Initial BW	69.38 ± 0.72	70.14 ± 0.69	69.38 ± 0.49	69.69 ± 0.59	70.00 ± 0.64
<u>4~21 days</u>					
BW (g)	807.29 ± 11.78	811.19 ± 42.37	774.06 ± 49.21	799.38 ± 13.88	789.69 ± 9.18
Gain (g)	737.92 ± 11.98	741.05 ± 42.06	704.69 ± 49.08	729.69 ± 13.83	719.69 ± 9.23
FI (g)	1118.96 ± 17.42 ^b	1305.96 ± 65.88 ^a	1288.61 ± 77.36 ^a	1226.29 ± 30.38 ^{ab}	1100.63 ± 19.86 ^b
FCR	1.52 ± 0.02 ^c	1.77 ± 0.06 ^{ab}	1.84 ± 0.04 ^a	1.68 ± 0.02 ^b	1.53 ± 0.04 ^c
<u>22~35 days</u>					
BW	2035.00 ± 46.55	2016.79 ± 54.54	1893.91 ± 45.93	2014.84 ± 2.28	1973.75 ± 56.14
Gain	1227.71 ± 36.61	1205.60 ± 81.72	1119.84 ± 41.63	1215.47 ± 20.42	1184.06 ± 49.65
FI	1735.94 ± 56.14	1774.41 ± 58.57	1797.88 ± 90.53	1623.28 ± 50.02	1815.57 ± 75.06
FCR	1.42 ± 0.06 ^{ab}	1.50 ± 0.08 ^{ab}	1.63 ± 0.13 ^a	1.34 ± 0.03 ^b	1.55 ± 0.07 ^{ab}
<u>4~35 days</u>					
Total gain	1965.63 ± 46.83	1946.64 ± 54.32	1824.53 ± 45.93	1945.16 ± 27.66	1903.75 ± 55.83
Total FI	2854.90 ± 64.83	3129.52 ± 122.94	3135.69 ± 183.85	2844.38 ± 57.83	2962.81 ± 125.11
Total FCR	1.46 ± 0.04 ^b	1.61 ± 0.05 ^{ab}	1.72 ± 0.10 ^a	1.46 ± 0.02 ^b	1.56 ± 0.06 ^{ab}

¹ Item; BW (Body weight), Gain (Weight gain), FI (Feed intake) and FCR (Feed conversion ratio).

^{a-c} Values with different superscripts differ significantly among treatments ($P < 0.05$).

지금까지 매우 다양한 천연 생리 활성 식물성 소재들이 소개되고 있고, 대개 이들 소재들은 우수한 항산화 능력을 지니고 있는 것으로 보고되고 있다. 육계에 있어 천연 생리 활성물질의 급여는 복수증 예방이나 면역력의 증강 및 고기의 보존성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 육계에 있어 천연 항산화 물질로서 포도씨끼(Goni 등, 2007; Brenes 등, 2008), 해바라기 씨앗(Galvin 등, 1997; Rebole 등, 2006; Rama Rao 등, 2006), 올리브유(O'Neill 등, 1998), 로즈마리(Lopez-Bote 등, 1998), essential oil(Hernandez 등, 2004) 등을 이용한 첨가 시험이 수행된 바 있는데, 이들 대부분이 생산 능력의 저하 없이 항산화 효과와 더불어 고기의 보존성과 안정성에 개선의 효과를 보고하고 있다. 가시오갈피와 두충은 지역에 산재하는 값싼 천연 부존 식물로서 항산화 효과와 더불어 다양한 약리 작용을 지니는 것으로 알려져 있다(Amella 등, 1985; Uchida, 1991; Hsieh 와 Yen, 2000; Lee 등, 2003; Shi 등, 2003). 따라서 본 연구에서는 이를 이용하여 육계의 생리활성 사료 첨가제로 개발 가능성을 살펴보고자 우선 첨가 급

여에 따른 생산 능력에 미치는 영향을 고찰하였다. 사양 시험 결과 육계에 있어 가시오갈피 및 두충의 첨가 급여는 1% 첨가 수준 이하에서 소재와 관계없이 체중 및 증체량과 같은 생산 능력에 부정적인 영향이 없는 것으로 나타났으며, 사료 섭취량에 있어서도 첨가 급여에 따른 섭취량의 저하가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과로부터 육계에 있어 가시오갈피와 두충의 소량 첨가(0.5%)는 생산 능력의 저하 없이 개체의 생리 활성도를 증진할 수 있는 것으로 판단되어 개발 가능성이 높은 천연 생리활성 식물성 사료 첨가 소재로 사료된다.

2. 장기 무게 변화

가시오갈피 및 두충 첨가에 따른 육계의 각종 장기 무게의 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 시험 결과 간, 비장 및 흉선의 무게는 가시오갈피 및 두충 급여와 수준에 상관없이 대조구와 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 파브리시우스낭(bursa of Fabricius; F낭)은 두충 1.0% 첨가구가 다

Table 3. Effect of dietary supplementation of Siberian ginseng and Eucommia on organ weights in broiler chickens

Item	Treatments				
	Control	0.5% Siberian ginseng	1% Siberian ginseng	0.5% Eucommia	1% Eucommia
	----- % (organ weight/body weight×100) -----				
Liver	2.26 ± 0.10	2.35 ± 0.25	2.26 ± 0.11	2.20 ± 0.08	2.30 ± 0.15
Spleen	0.13 ± 0.01	0.15 ± 0.03	0.12 ± 0.02	0.15 ± 0.02	0.13 ± 0.02
Thymus	0.25 ± 0.02	0.36 ± 0.08	0.30 ± 0.03	0.42 ± 0.06	0.36 ± 0.04
Bursa of fabricius	0.18 ± 0.02 ^b	0.25 ± 0.02 ^{ab}	0.26 ± 0.03 ^{ab}	0.24 ± 0.02 ^{ab}	0.31 ± 0.04 ^a

^{a,b} Values with different superscripts differ significantly among treatments ($P < 0.05$).

른 처리구에 비해 유의적($P < 0.05$)으로 증가되었으며, 모든 천연물 첨가구가 대조구에 비해 전반적으로 F낭의 무게가 높게 나타났다. F낭은 가금류에만 존재하는 체액성 면역과 관련된 림프구를 형성하는 조직이다(Ribatti 등, 2006). 따라서 가시오갈피 및 두충 급여구에서 이의 크기가 작은 본 조직의 기능적 활성도가 상대적으로 높다는 것을 간접적으로 시사하는 것으로 가시오갈피 및 두충의 급여가 개체의 면역작용 활성화에 매우 긍정적 영향을 미치는 것으로 사료된다.

3. 혈액 생화학적 성분 변화

천연 항산화 물질인 가시오갈피 및 두충 급여에 따른 육계의 혈액 생화학적 성분에 대한 결과는 Table 4와 같다. 시험 종료 후 35일령 개체로부터 얻은 혈장 내 albumin, AST, ALT 및 total protein과 같은 대부분의 생화학적 성분은 대조

구와 처리구 간에 거의 비슷한 수치를 나타내었다. 그러나 triglycerides는 대조구에 비해 가시오갈피 1% 처리구에서 유의적($P < 0.05$)으로 높게 나타났으며, cholesterol은 두충 처리구가 다른 시험구에 비해 높게 나타났다. 혈중 glucose 수준은 생리활성 물질 첨가 급여구 모두에서 대조구에 비해 현저히 높게 나타났($P < 0.05$). 이와 같은 결과는 대조구에 비해 천연물 급여구가 혈중 생화학 성분 중 에너지 대사에 관련된 성분이 현저히 증가된 양상이다. 이는 가시오갈피 및 두충의 급여가 지방 및 탄수화물 대사를 보다 활성화 하는 것으로 해석되나, 이에 대한 원인과 기작에 대해서는 또 다른 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다. 그러나 천연물 급여에 따른 간 기능 수치 관련 지표에서는 모든 처리구간에 유의적 차이가 없는 것으로 나타나 저 수준의 가시오갈피 및 두충 급여는 육계의 생리적 대사 작용에 부정적 영향이 없는 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of dietary supplementation of Siberian ginseng and Eucommia on blood biochemical profiles in broiler chickens

Item	Treatments				
	Control	0.5% Siberian ginseng	1% Siberian ginseng	0.5% Eucommia	1% Eucommia
Albumin (g/dL)	1.2 ± 0.03	1.2 ± 0.04	1.2 ± 0.05	1.3 ± 0.06	1.3 ± 0.09
AST (IU/μL)	305.1 ± 25.01	309.2 ± 25.46	302.7 ± 16.81	333.0 ± 15.61	330.7 ± 25.46
ALT (IU/μL)	3.6 ± 0.30	3.3 ± 0.42	3.4 ± 0.37	4.0 ± 0.22	3.9 ± 0.51
Total protein (g/dL)	3.8 ± 0.24	3.3 ± 0.11	3.4 ± 0.09	3.4 ± 0.19	4.0 ± 0.31
Triglyceride (mg/dL)	19.3 ± 1.51 ^b	19.8 ± 1.28 ^b	29.4 ± 3.39 ^a	26.0 ± 2.43 ^{ab}	23.9 ± 2.03 ^{ab}
Cholesterol (g/dL)	147.7 ± 5.94 ^b	160.0 ± 6.45 ^{ab}	169.9 ± 9.41 ^{ab}	182.0 ± 6.66 ^a	181.7 ± 14.65 ^a
Glucose (mg/dL)	216.9 ± 5.64 ^b	256.0 ± 10.76 ^a	254.1 ± 6.34 ^a	253.1 ± 8.83 ^a	253.9 ± 15.66 ^a

^{a,b} Values with different superscripts differ significantly among treatments ($P < 0.05$).

4. 가시오갈피 및 두충 첨가 급여에 따른 텔로미어 함량 분석

실용 브로일러를 대상으로 가시오갈피 및 두충 첨가 급여가 세포의 생리적 활성도에 미치는 영향을 살펴보고자 35일령 개체의 각 조직별 세포들에 대한 텔로미어 함량을 분석하였다.

Table 5는 시험 종료시 처리구 별 개체들의 혈액, 간, 폐, 심장 및 정소 세포의 평균 텔로미어 함유율을 분석 제시한 값이다. 전체적으로 조직 별 세포간 텔로미어 함유율은 거의 차이가 없는 것으로 나타나나, 조직에 따라 생리활성 물질 첨가 급여에 따른 함량의 차이는 있는 것으로 보여진다. 백혈구 세포의 텔로미어 함유율은 평균 2.83%로 처리구 간 생리활성물질 첨가 급여에 따른 유의적인($P < 0.01$) 영향을 있음을 나타내고 있다. 가시오갈피(2.9%) 및 두충(2.8%)의 첨가 급여가 급여치 않은 개체(2.7%)들에 비해 유의적으로 높은 텔로미어 함유율을 보이고, 특히 가시오갈피 첨가가 두충에 비해 더욱 효과적임을 나타내었다. 반면 0.5% 및 1%의 첨가 수준간에는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 가시오갈피와 두충의 첨가 급여가 브로일러의 백혈구 세포의 생리활성도에 영향을 미치므로 특히 개체의 노화 및 면역과 관련하여 유의한 효과가 있음을 시사하는 것이다. 또한, 폐와 같은 호흡기 세포의 경우 생리활성 물질 첨가 급여가 대조구에 비해 유의적으로 높은 텔로미어 함유율을 보이고 있는데, 특히 가시오갈피 1% 처리구 및 두충 첨가구가 높은 함유율을 나타내었다. 이는 본 급여 물질들이 호흡기계 세포들의 생리활성도에도 영향을 미치는 것으로 생각되어 이들 조직의 특성과 텔로미어간의 관계에 대해 보다 면밀한 검토가 필요한 것으로 사료된다. 그러나 비 증식성 세포인 간이

나 심장과 증식성 세포인 정소에서는 생리활성 물질 첨가 급여에 따른 텔로미어 함유율의 차이는 없는 것으로 나타났다.

텔로미어는 염색체 말단부에 위치한 DNA-단백질 복합체로서 (TTAGGG) $_n$ 의 DNA 염기 서열로 구성되어 있고 염색체 안정성에 주된 작용을 한다. 세포 분열이 진행함에 따라 텔로미어 길이는 짧아지고 일정 길이 이하가 되면 세포 사망(apoptosis)이 유도되므로 텔로미어 길이와 세포의 노화간에는 매우 밀접한 관련이 있다(Greider와 Blackburn, 1985; Ahmed와 Tollefsbol, 2001; Cottliar와 Slavutsky, 2001; Sohn 등, 2002). 뿐만 아니라 개체의 생리활성도와 텔로미어 길이간에도 밀접한 관련성이 있는 것으로 알려져 텔로미어 길이를 이용한 생리적 표지 연구가 활발히 진행되고 있다(Frenck 등, 1998; Jeanclos 등, 2000; Benetos 등, 2001; Okuda 등, 2002). 텔로미어의 감축은 세포 분열시 말단 DNA가 복구가 되지 않으므로 유도되는 현상인데, 이의 유실량과 속도는 여러 환경적 요인들에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 이들 중 세포의 산화적 스트레스(oxidative stress)가 텔로미어 감축을 촉진시키는 가장 큰 요인으로 알려져 있는데(Saretzki와 von Zglinicki, 1999; von Zglinicki, 2000; Kurz 등, 2004), 항산화제는 이러한 현상을 완화 또는 지연시킨다(Xu 등, 2000; Bar-Or 등, 2001; Haendeler 등, 2004). 따라서 이러한 항산화제 첨가 급여가 생체 세포 내 텔로미어 감축에 미치는 영향을 근거로 본 시험에서는 육계에 가시오갈피 및 두충을 첨가 급여하여 텔로미어의 함량을 비교 분석하므로 항산화의 효과를 살펴본 것이다. 시험 결과 육계에 있어 소량의 가시오갈피 및 두충의 첨가는 면역 관련 세포들의 텔로미어 감축을 현저히 완화함으로써 첨가 물질들이 개체의 항산화와 관련하여 매우 긍정

Table 5. The relative amount of telomeric DNA in interphase nuclei of the tissues in broiler chickens at 35 days

Treatments	Control	0.5% Siberian ginseng	1% Siberian ginseng	0.5% Eucommia	1% Eucommia
Blood	2.72 ± 0.06 ^b (n=700)	2.90 ± 0.04 ^a (n=700)	2.92 ± 0.04 ^a (n=700)	2.85 ± 0.04 ^{ab} (n=600)	2.76 ± 0.04 ^{ab} (n=700)
Liver	2.25 ± 0.06 (n=150)	2.36 ± 0.04 (n=150)	2.38 ± 0.04 (n=150)	2.31 ± 0.06 (n=150)	2.32 ± 0.07 (n=150)
Lung	2.22 ± 0.06 ^b (n=150)	2.26 ± 0.05 ^{ab} (n=150)	2.33 ± 0.04 ^a (n=150)	2.30 ± 0.04 ^a (n=150)	2.32 ± 0.05 ^a (n=150)
Heart	2.30 ± 0.04 (n=150)	2.37 ± 0.07 (n=150)	2.40 ± 0.24 (n=150)	2.36 ± 0.04 (n=150)	2.37 ± 0.04 (n=150)
Testis	2.33 ± 0.04 (n=150)	2.36 ± 0.04 (n=150)	2.37 ± 0.03 (n=150)	2.32 ± 0.05 (n=150)	2.33 ± 0.04 (n=150)

^{ab} Values (Means ± SE) with different superscripts differ significantly among treatments ($P < 0.01$).

적 효과를 나타낸 것으로 생각된다.

적 요

가시오갈피와 두충은 강력한 항산화 작용을 가진 약용 식물로 알려져 있다. 본 연구에서는 상업용 브로일러를 대상으로 가시오갈피 잎과 두충 잎의 첨가 급여(0.5% 및 1%)가 개체의 생산 능력, 장기 무게, 혈장 생화학적 성분 및 텔로미어 함량에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 시험 전체 기간(4~35일) 동안 체중, 증체량 및 사료 섭취량에서는 처리구 간 유의적 차이를 보이지 않았으나, 사료 요구율에 있어서는 가시오갈피 첨가 급여구가 대조구 및 두충 첨가구에 비해 다소 저조한 결과를 나타내었다. 장기 무게에 있어서 간, 비장 및 흉선의 무게는 처리구 간 차이가 없었으나, F낭(bursa of Fabricius)의 무게는 가시오갈피 및 두충 첨가 급여가 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 혈액 생화학적 성분 분석에서는 혈장 내 albumin, AST, ALT 및 total protein은 대조구와 처리구 간에 거의 비슷한 수치를 나타내었으나 triglycerides, cholesterol 및 glucose 수준은 생리활성 물질 첨가 급여구가 대조구에 비해 높게 나타났다. 가시오갈피 및 두충 첨가에 따른 각 조직 별 텔로미어 함량 분석에 있어 백혈구 내 텔로미어 함유율은 모든 첨가 급여구가 대조구에 비해 현저히 높은 함량을 보이거나 간, 심장, 정소 조직 간에는 처리구별 차이가 없었다. 이상의 결과로부터 브로일러에 가시오갈피와 두충의 첨가 급여는 생산의 능력 저하 없이 개체의 면역 활성을 증진시키고, 텔로미어 길이의 감축을 상대적으로 완화시키는 것으로 판단된다.

사 사

본 논문은 농림부 농림기술개발사업(과제번호 106118-3)의 지원에 의해 수행되었습니다.

인용문헌

- Ahmed A, Tollefsbol T 2001 Telomeres and telomerase: basic science implications for aging. *J Am Geriatr Soc* 49(8): 1105-1109.
- Amella M, Bronner C, Briancon F, Haag M, Anton R, Landry Y 1985 Inhibition of mast cell histamine release by flavonoids and biflavonoids. *Planta Med* 1:16-20.
- Bar-Or D, Thomas GW, Rael LT, Lau EP, Winkler JV 2001 Asp-Ala-His-Lys (DAHK) inhibits copper-induced oxidative DNA double strand breaks and telomere shortening. *Biochem Biophys Res Commun* 282(1):356-360.
- Benetos A, Okuda K, Lajemi M, Kimura M, Thomas F, Skurnick J, Labat C, Bean K, Aviv A 2001 Telomere length as an indicator of biological aging: the gender effect and relation with pulse pressure and pulse wave velocity. *Hypertension* 37(2):381-385.
- Brenes A, Viveros A, Goñi I, Centeno C, Sáyago-Ayerdy SG, Arija I, Saura-Calixto F 2008 Effect of grape pomace concentrate and vitamin E on digestibility of polyphenols and antioxidant activity in chickens. *Poult Sci* 87(2):307-316.
- Cottliar AS, Slavutsky IR 2001 Telomeres and telomerase activity: their role in aging and in neoplastic development. *Medicina* 61:335-342.
- Frencik RW Jr, Blackburn EH, Shannon KM 1998 The rate of telomere sequence loss in human leukocytes varies with age. *Proc Natl Acad Sci* 95(10):5607-10.
- 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(5):499-504.
- Goñi I, Brenes A, Centeno C, Viveros A, Saura-Calixto F, Rebolé A, Arija I, Estevez R 2007 Effect of dietary grape pomace and vitamin E on growth performance, nutrient digestibility, and susceptibility to meat lipid oxidation in chickens. *Poult Sci* 86(3):508-516.
- Greider CW, Blackburn EH 1985 Identification of a specific telomere terminal transferase activity in Tetrahymena extracts. *Cell* 43:405-413.
- Haendeler J, Hoffmann J, Diehl JF, Vasa M, Spyridopoulos I, Zeiher AM, Dimmeler S 2004 Antioxidants inhibit nuclear export of telomerase reverse transcriptase and delay replicative senescence of endothelial cells. *Circ Res* 94(6):768-775.
- Hernández F, Madrid J, García V, Orengo J, Megías MD 2004 Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poult Sci* 83(2):169-174.
- Hsieh CL, Yen GC 2000 Antioxidant actions of du-zhong (*Eucommia ulmoides* Oliv.) toward oxidative damage in biomolecules. *Life Sci* 66(15):1387-1400.

- Jeanclous E, Schork NJ, Kyvik KO, Kimura M, Skurnick JH, Aviv A 2000 Telomere length inversely correlates with pulse pressure and is highly familial. *Hypertension* 36(2):195-200.
- Kurz DJ, Decary S, Hong Y, Trivier E, Akhmedov A, Erusalimsky JD 2004 Chronic oxidative stress compromises telomere integrity and accelerates the onset of senescence in human endothelial cells. *J Cell Sci* 117:2417-2426.
- Lee SE, Shin HT, Hwang HJ, Kim JH 2003 Antioxidant activity of extracts from *Alpinia katsumadai* seed. *Phytother Res* 7(9):1041-1047.
- Lopez-Bote CJ, Gray JI, Gomaa EA, Flegal CJ 1998 Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *Br Poult Sci* 39(2):235-240.
- O'Neill LM, Galvin K, Morrissey PA, Buckley DJ 1998 Comparison of effects of dietary olive oil, tallow and vitamin E on the quality of broiler meat and meat products. *Br Poult Sci* 39(3):365-371.
- Okuda K, Bardeguet A, Gardner JP, Rodriguez P, Ganesh V, Kimura M, Skurnick J, Awad G, Aviv A 2002 Telomere length in the newborn. *Pediatr Res* 52(3):377-381.
- Rama Rao SV, Raju MV, Panda AK, Reddy MR 2006 Sunflower seed meal as a substitute for soybean meal in commercial broiler chicken diets. *Br Poult Sci* 47(5):592-598.
- Rebolé A, Rodríguez ML, Ortiz LT, Alzueta C, Centeno C, Vi-veros A, Brenes A, Arijia I 2006 Effect of dietary high-oleic acid sunflower seed, palm oil and vitamin E supplementation on broiler performance, fatty acid composition and oxidation susceptibility of meat. *Br Poult Sci* 47(5):581-591.
- Ribatti D, Crivellato E, Vacca A 2006 The contribution of Bruce Glick to the definition of the role played by the bursa of Fabricius in the development of the B cell lineage. *Clin Exp Immunol* 145(1):1-4.
- Ross Broiler Management Manual 2002 Aviagen Incorporated, Huntsville, Alabama
- Saretzki G, von Zglinicki T 1999 Replicative senescence as a model of aging: the role of oxidative stress and telomere shortening. *Z Gerontol Geriatr* 32(2):69-75.
- Shi Y, Wang W, Mo J, Du L, Yao S, Tang W 2003 Interactions of growth inhibitory factor with hydroxyl and superoxide radicals. *Biometals* 16(3):383-389.
- Sohn SH, Multani AS, Gugnani PK, Pathak S 2002 Telomere erosion-induced mitotic catastrophe in continuously grown Chinese hamster Don cells. *Exptl Cell Res* 279(2):271-276.
- Uchida Y 1991 Growth-inhibitory factor. *No To Shinkei* 43(12):1114-1120.
- von Zglinicki T 2000 Role of oxidative stress in telomere length regulation and replicative senescence. *Ann N Y Acad Sci* 908:99-110.
- Xu D, Neville R, Finkel T 2000 Homocysteine accelerates endothelial cell senescence. *FEBS Lett* 470(1):20-24.

(접수: 2008. 09. 06, 수정: 2008. 09. 12, 채택: 2008. 09. 15)