J Korean Soc Food Sci Nutr
38(3), 302~308(2009)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2009.38.3.302

약용식물 추출물 급여가 닭 다리육의 항산화 기능에 미치는 영향

조철훈[1] · 장애라[2] · 정사무엘[1] · 최준호[1] · 김빛나[1] · 이경행[3†]

[1]충남대학교 동물자원생명과학 전공
[2]농업진흥청 축산과학원 축산물이용과
[3]충주대학교 식품생명공학부

Effect of Dietary Herb Extract Mix on Antioxidative Activity of Chicken Thigh Meat

Cheorun Jo[1], Aera Jang[2], Samooel Jung[1], Jun-Ho Choe[1], Binna Kim[1], and Kyong Haeng Lee[3†]

[1]Dept. of Animal Science & Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
[2]Quality Control and Utilization Division, National Institute of Animal Science, RDA, Gyeonggi 441-706, Korea
[3]Division of Food and Biotechnology, Chungju National University, Chungbuk 368-701, Korea

Abstract

This study was performed to investigate the effect of dietary medicinal herb extract mix (MHEM, mulberry leaf : Japanese honeysuckle : goldthread=48.5:48.5:3.0) on antioxidative activity of chicken thigh meat. The dietary treatments consisted of a corn-soybean meal basal diet (control), basal diet with 0.3% and 1% MHEM. At the end of the feeding trial, thigh meat samples were collected and stored in a refrigerator at 4°C to be analyzed on day 0, 3, 7 and 14. The MHEM did not affect proximate composition of the thigh meat. Total phenol contents of the thigh meats in treatment groups were higher than that of the control ($p<0.05$). 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity were higher in dietary treatment group. 2-Thiobarbituric acid reactive substances values of the treatment group were lower than that of control at day 7 and 14 and the added level also affected the inhibition of lipid oxidation of thigh meat. In sensory test, panelists preferred treatment group at day 7 and 14. Therefore, results indicate that dietary MHEM added to chicken may retard the oxidative deterioration of chicken thigh meat during cold storage.

Key words: medicinal herb extract mix, chicken thigh meat, antioxidative, sensory

서 론

항생제 오남용으로 인한 내성균과 부작용의 출현으로 전 세계적으로 항생제 사용을 억제하고 있는 현실이므로 이를 대체하기 위해 최근 생리활성을 갖는 약용식물들을 동물에 급여하여 약용식물들이 가지는 생리활성 기능이 동물의 체내 항산화 및 항균 기능성을 증진시키는 연구가 진행되고 있다(1). 식육은 저장기간이 증가함에 따라 미생물이 발육하여 변패되기 때문에 이를 방지하기 위해 솔빈산 칼륨과 같은 합성 보존제를 첨가해 변패를 지연시키고 있지만 간 비대증, 독성 등 인체에 유해한 문제점이 있어서(2,3) 식물에서 유래한 천연의 항균 및 항산화 특성을 지닌 약용식물들을 추출하여 추출물을 이용한 식육의 저장성 및 기능성 증진도 함께 고려되고 있는 실정이다.

식육의 산화적 변질을 제어하는 것은 품질과 저장기간에 매우 중요한 일이라 할 수 있다. 식육의 산화로 인한 품질의 저하는 기존에 합성 항산화제인 butylated hydroxylanisole (BHA), butylated hydroxyltoluene(BHT), tertiarybutyl hydroquinone, propyl gallate 등은 식품첨가물의 안전성에 관한 연구결과(4)와 소비자들의 기피에 의해 그 사용이 감소하고 있으며 이에 반해 천연 항산화제의 사용이 급격히 증가하고 있는 현실이다. 특히 이러한 약용식물류의 추출물에 풍부한 폴리페놀류는 강한 자유라디칼 소거능으로 인해 항산화 효과가 탁월한 것으로 알려져 인기를 끌고 있다.

한편 약용식물 중 황련(*Coptis chinensis*)은 항생작용을 갖는 약용식물로 알려져 있으며 황련의 주요 성분인 berberine은 isoquinoline 유도체로써 설사 및 당뇨 치료에 널리 사용되고 있다(5). 또한 상엽(*Morus alba* L.)의 경우에는 항산화 활성(6), 항미생물작용(7), 항곰팡이작용(8), 알레르기 억제능(9) 및 혈당강하작용(10) 등 다양한 생리적 기능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 약용식물 중 금은화(*Lonicera Flos*)는 주요 생리활성 물질로 luteolin, inositol, saponin, tannin, ginnol, glycoside 등(11)을 함유하고 있으며 염증 억제작용과 더불어 해독작용을 가진 것으로 알려진 약용식물

†Corresponding author. E-mail: leekh@cjnu.ac.kr
Phone: 82-43-820-5334, Fax: 82-43-820-5272

이다. 이러한 약용식물들은 대개 radical 소거능을 갖는 polyphenol 화합물들을 다량 함유하고 있어 심혈관계 질환, 항산화, 항암작용 등이 있는 것으로 알려져 있다(12,13). 그러나 이러한 약용 식물 또는 그 추출물의 가축에 대한 급여가 실제로 식육에 전이되는가에 대해서는 여전히 논란의 여지가 있다(14).

따라서 본 연구에서는 항균 및 항산화 특성을 가진 약용식물 추출물을 항생제 대체제로 육계에 급여하는 과정에서 약용식물이 갖는 항산화 활성이 계육에 전이될 수 있는가를 확인하기 위하여 다리육을 냉장 저장하면서 항산화 및 그 품질 특성의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

시험사료

본 시험에서 사용한 약용식물 추출물(금은화, 상엽, 황련)은 Fig. 1과 같은 방법으로 추출한 추출물을 각각 48.5:48.5:3.0%(w/w/w)가 되도록 시험사료에 첨가하여 사용하였다. 추출물의 혼합비율은 사료첨가제로서 산업에 이용 가능한 가격과 한의사의 조언을 토대로 결정하였으며, 약용식물로 쓰인 물질들은 항균효과가 탁월하다고 보고된 재료 중 선행 연구를 통하여 선택하였다. 시험사료는 약용식물 추출물을 함유하지 않은 사료를 대조군(control)으로 하였고 대조군과 동에너지-동단백질이 되도록 약용식물 추출물을 0.3%와 1.0%를 각각 첨가한 3가지 사료를 5주 동안 급여하였으며 사료배합비율은 Table 1과 같다.

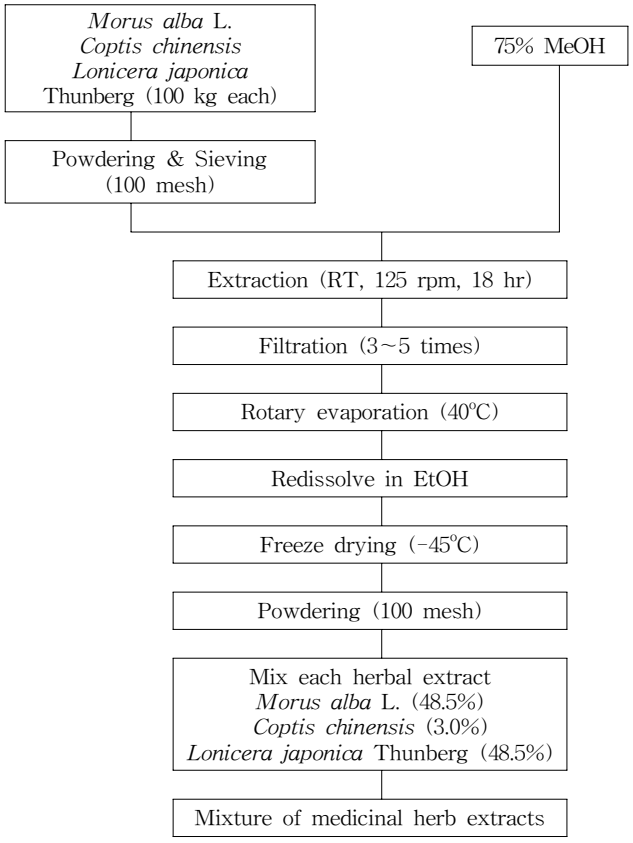

Fig. 1. Processing procedure for medicinal herb extracts.

실험동물

실험에 사용된 동물은 갓 부화한 육계(Cobb 500) 480수를 12개의 펜(3.0 m×1.0 m)에 40수씩 완전임의 배치하고(3처리 4반복) 사료와 물은 자유롭게 섭취할 수 있게 하였고, 깔짚은 톱밥을 사용하였으며 24시간 점등을 실시하였다. 사양시험이 종료되는 36일령에 반복 당 3수씩(처리당 12수) 선발하여 경동맥 방혈로 희생시켰으며 우모를 제거한 후, 다리근육을 채취하여 저장일수별로 구분한 뒤 냉장 보관하며 매 시험일에 꺼내어 시료로 이용하였다.

일반성분 분석

약용식물 추출물이 함유된 사료를 35일 동안 급여시킨 닭 다리육의 일반성분 분석은 AOAC 방법(15)에 따라 수분, 조단백질(micro-kjeldahl법), 조지방(soxhlet 추출법), 조회분

Table 1. Experimental formula of broiler diets

	Diets[1)]		
	Control	0.3%	1.0%
Ingredients		%	
Corn	58.99[4)] (62.89)[5)]	58.99 (62.59)	58.99 (61.89)
Soybean meal	24.02 (24.01)	24.02 (24.01)	24.02 (24.01)
Corngluten meal	8.51 (5.01)	8.51 (5.01)	8.51 (5.01)
Wheat bran	3.00 (3.00)	2.70 (3.00)	2.00 (3.00)
Soybean oil	2.00 (2.00)	2.00 (2.00)	2.00 (2.00)
TCP	1.78 (1.23)	1.78 (1.23)	1.78 (1.23)
Limestone	0.79 (1.10)	0.79 (1.10)	0.79 (1.10)
Salt	0.40 (0.40)	0.40 (0.40)	0.40 (0.40)
DL-methionine	0.19 (0.08)	0.19 (0.08)	0.19 (0.08)
L-lysine HCl	0.12 (0.08)	0.12 (0.08)	0.12 (0.08)
Vitamin premix[2)]	0.10 (0.10)	0.10 (0.10)	0.10 (0.10)
Mineral premix[3)]	0.10 (0.10)	0.10 (0.10)	0.10 (0.10)
Herb mixture	0	0.3 (0.3)	1.0
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)
Ca	1.00 (0.90)	1.00 (0.90)	1.00 (0.90)
Lysine	1.10 (1.00)	1.10 (1.00)	1.10 (1.00)
Methionine	0.50 (0.38)	0.50 (0.38)	0.50 (0.38)
AP	0.45 (0.35)	0.45 (0.35)	0.45 (0.35)

[1)]Basal diet with 0% (Control), 0.3 and 1.0% medicinal herb extract mix.
[2)]Provided per kilogram of diet: Vit. A, 5,500 IU; Vit. D_3, 1,100 IU; Vit. E, 11 IU; Vit. B_{12}, 0.0066 mg; riboflavin, 4.4 mg; niacin, 44 mg; pantothenic acid, 11 mg (Ca-pantothenate, 11.96 mg); choline, 190.96 mg (choline chloride 220 mg); menadione, 1.1 mg (menadione sodium bisulfite complex, 3.33 mg); folic acid, 0.55 mg; pyridoxine, 2.2 mg (pyridoxine hydrochloride, 2.67 mg); biotin, 0.11 mg; thiamin, 2.2 mg (thiamine mononitrate, 2.40 mg); ethoxyquin, 125 mg.
[3)]Provided in mg per kilogram of diet; Mn, 120; Zn, 100; Fe, 60; Cu, 10; I, 0.46; Ca, min: 150, max: 180.
[4)]Formula of starter diet (8~21 days of age).
[5)]Formula of grower diet (22~35 days of age).

및 조섬유 함량을 분석하였다.

총 페놀화합물 함량

약용식물 추출물을 첨가한 사료를 급여한 닭 다리육의 총 페놀함량을 측정하기 위해 다리육 5 g을 정확히 칭량하여 증류수 15 mL를 첨가하고 균질기(Diax 900, Heidolph, Germany)를 이용하여 12,000 rpm에서 2분 동안 균질화 시켰다. 균질화 된 시료는 지방질 성분을 분리시키기 위하여 9 mL의 chloroform을 첨가하여 세차게 혼합한 후 정치시켜 수용성 획분을 얻었으며 이를 Folin-Ciocalteu 방법(16)에 의하여 총 페놀화합물 함량을 측정하였다. 즉 희석시료(1:4, v/v) 1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 500 μL를 첨가하고 10%의 sodium carbonate 용액 1 mL를 첨가한 후 혼합하고 1시간 동안 방치한 후 UV-VIS spectrophotometer(UV 1600PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 사용하였다.

2-2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl(DPPH) 라디칼 소거활성

약용식물 추출물을 첨가한 사료의 급여가 닭 다리육으로 항산화 활성이 전이되는지를 확인하기 위하여 DPPH 라디칼 소거활성을 Blois(17)의 방법을 약간 변형하여 측정하였다. 즉 총 페놀화합물 함량 측정과 같은 방법으로 다리육 시료를 준비하여 수용성 획분 200 μL에 800 μL의 증류수와 methanol에 용해시킨 0.2 mM의 DPPH 용액 1 mL를 첨가하여 혼합하고 30분 동안 방치시킨 후 UV-VIS spectrophotometer(UV 1600PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 1 mL의 증류수와 0.2 mM의 DPPH 용액 1 mL를 첨가하여 시료 첨가군과 동일한 방법으로 측정하였으며 DPPH 라디칼 소거능은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Radical scavenging activity} = \left(1 - \frac{\text{absorbance value of testing solution}}{\text{absorbance value of control solution}}\right) \times 100$$

$ABTS^+$ 환원력

약용식물 추출물을 첨가한 사료를 급여시킨 후 다리육으로 활성이 전이되는지를 확인하기 위하여 $ABTS^+$ 환원력을 Re 등(18)의 Trolox-equivalent antioxidant capacity (TEAC)법에 의하여 측정하였다. 즉 $ABTS^+$용액은 14 mM ABTS와 4.9 mM potassium persulphate를 1:1(v/v)로 혼합하여 반응시켜 제조하였으며 사용하기 전에 12~16시간 동안 암소에서 실온 저장하였다. $ABTS^+$ 용액은 734 nm에서 흡광도의 값이 0.70±0.02가 되도록 5.5 mM PBS(pH 7.4) buffer로 희석하였다. 총 페놀화합물 함량 측정과 같은 방법으로 준비된 수용성 획분 10 μL에 1 mL의 희석한 $ABTS^+$ 용액을 넣고 초기 혼합한 후 정확히 6분 경과 후에 흡광도를 측정하였으며, 표준곡선은 Trolox standard(0, 0.3, 0.7, 0.9 및 1.2 mM in PBS)를 이용하여 작성하였다.

2-Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)

약용식물 추출물을 첨가한 사료를 급여시킨 후 다리육으로의 항산화 활성이 전이되는지를 확인하기 위하여 Ahn 등(19)의 방법에 따라 TBARS를 측정하였다. 즉 저장기간별로 다리육 5 g을 채취하여 15 mL의 증류수를 넣고 균질화 시켰다. 균질물 5mL를 test tube에 옮기고 7.2 % BHA 용액 50 μL와 TBA/TCA 용액(20 mM thiobarbituric acid in 15% trichloroacetic acid) 5 mL를 넣고 15분 동안 수욕조에서 가열하였다. 그 후 냉각시킨 후 15분 동안 3000 rpm으로 원심분리 하였다. 원심분리 하여 얻은 상층액은 UV-Vis spectrophotometer(UV 1600 PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였으며 지질산화 정도는 mg malondialdehyde/kg meat으로 표기하였다.

관능검사

관능검사는 훈련된 관능검사요원 12명을 이용하였다. 각각의 다리육을 100°C 끓는 물에 넣고 가열하여 심부 온도가 75°C가 되고 난 후 육색, 향, 맛, 조직감, 종합적 기호성을 9점 척도법으로 실시하였다(1=매우 나쁘다, 5=보통이다, 9=매우 좋다).

통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS(20)을 이용하여 General Linear Model로 5% 수준에서 유의성을 검정하고 유의성이 있을시 Duncan의 다중검정법을 이용하여 평균값간의 차이를 표시하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 총 페놀화합물 함량

약용식물 추출물을 0.3%와 1.0%를 첨가한 사료를 35일 동안 급여시킨 닭다리육에서 일반성분 및 총 페놀화합물의 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다.

약용식물 추출물을 첨가하지 않은 사료를 섭취한 대조군의 경우 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 조섬유의 함량이

Table 2. Proximate composition (%) and total phenol content (ppm) of raw thigh meat from chicken fed dietary medicinal herb extract mix for 35 days

Diets[1)]	Moisture	C. protein	C. fat	C. ash	C. fiber	Total phenols
Control	76.97	20.35	3.69	0.07	1.51	21.97[b]
0.3%	76.69	21.28	4.09	0.17	1.37	45.35[a]
1.0%	75.77	20.51	4.84	0.13	2.15	49.96[a]
SEM[2)]	0.597	0.766	0.562	0.058	0.537	4.785

[1)]Basal diet with 0% (Control), 0.3 and 1.0% medicinal herb extract mix.
[2)]Standard errors of the mean (n=12).
[a,b]Means with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$).

각각 76.97, 20.35, 3.69, 0.07 및 1.51%로 나타났으며, 약용식물 추출물 0.3% 및 1.0%를 첨가한 실험군의 일반성분 함량과 비교할 때 큰 차이를 보이지는 않는 것으로 나타났다. Jang 등(21)은 천연물 추출물을 사료에 첨가하여 급여시키고 가슴육의 일반성분 함량을 측정한 결과 대조군과 일반성분의 차이가 없다고 하여 본 결과와 일치하는 경향이었다.

사료에 첨가된 약용식물 추출물의 총 페놀 함량은 526.17 ppm이었다(data not shown). 이 약용식물 추출물을 급여시킨 닭 다리육의 총 페놀 함량을 측정한 결과는 21.97~49.96 ppm 정도로 대조군이 처리구에 비하여 유의적으로 낮게 나타났으며, 0.3% 및 1.0% 첨가 농도에 의한 차이는 보이지 않았다. 이와 마찬가지로 Jang 등(21)은 천연물 추출물을 급여시킨 후 가슴육의 총 페놀 함량을 측정한 결과, 급여시킨 천연물 추출물의 함량이 많을수록 총 폴리페놀 함량이 높다고 하여 본 결과와 일치하고 있다. 그러나 닭 가슴육의 경우 48.82~99.26 ppm의 총 페놀 함량을 보였는데(21) 이는 시료의 차이와 가슴육이 다리육에 비하여 지방함량이 낮기 때문인 것으로 사료되었다.

DPPH 라디칼 소거능

DPPH는 자유라디칼로서 다양한 시료의 라디칼 소거능을 측정할 수 있는 간단한 방법의 하나로(22) 약용식물 추출물을 0.3%와 1.0%로 첨가한 사료를 35일 동안 급여시킨 닭의 다리육에서 저장기간에 따른 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Table 3과 같으며 참고로 약용식물 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 50 ppm의 농도에서 85.1%이었다(data not shown).

약용식물 추출물을 첨가하지 않은 대조군의 경우에는 25.34%의 소거능을 보였으며 0.3% 처리군은 대조군과 유의적인 차이가 없었으나 1.0% 처리군의 경우는 대조군에 비하여 약간 높은 값을 나타내며 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 저장기간에 따른 변화를 보면 대조군을 비롯한 처리군 모두에서 0일차에 비하여 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보이는 것으로 나타났으며 14일차를 제외하고는 0.3% 및 1.0% 첨가군이 대조군보다 약간 높은 라디칼 소거능을 보이는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로 보아 약용식물 추출물의 급여가 다리육의 DPPH 라디칼 소거능 증가에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 사용된 약용식물 중 황련은 berberin, jateorrhizine, palmatine, coptisine, magnoflorine, epiberberine, berbestine, worenine 및 ferulic acid 등이 함유되어 있는데, 이중 주성분인 berberine은 항균, 항염증, 지혈, 혈압강하 및 항암 작용과 함께 100 ppm 농도에서 에탄올 추출물이 약 27.25%의 전자공여능을 갖는 등 항산화작용을 함유하고 있다고 보고하였다(23). 또한 상엽의 경우에도 flavonoid 계열의 화합물이 다량 함유되어 있어 생체 내 지질의 과산화억제 및 생활습관병에 대한 예방효과가 있으며, 라디칼 소거능이 합성 항산화제인 butylated hydroxytoluene과 비슷한 수준으로 높게 나타났다고 보고하였다(24).

Jang 등(21)은 천연물 추출물을 급여시킨 후 가슴육의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과, 천연물 추출물을 급여시켰을 때 DPPH 라디칼 소거능이 증가한다고 하여 본 결과와 유사하였으나 저장기간에 따른 차이는 없다고 하여 본 결과와는 다소 차이점이 있는 것으로 나타나 약용식물의 첨가에 따른 계육의 DPPH 라디칼 소거능에 관한 심층적인 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

$ABTS^+$ 환원력

사료에 첨가된 약용식물 추출물 자체의 $ABTS^+$ 환원력은 50 ppm의 농도에서 97.1%였으며(data not shown), 약용식물 추출물을 0.3% 또는 1.0% 첨가한 사료를 35일간 급여시킨 닭의 다리육에서 저장기간에 따른 $ABTS^+$ 환원력을 측정한 결과는 Table 4와 같다.

약용식물 추출물을 급여시키지 않은 대조군의 경우에는 32.92%의 $ABTS^+$ 환원력을 나타내었으나 0.3% 첨가군은 39.79%로 대조군에 비하여 높은 환원력을 나타내었으며 1.0% 첨가군의 경우에는 45.55%로 가장 높은 환원력을 나타내어 약용식물 추출물 첨가량에 비례하는 경향이었다.

저장기간에 따른 $ABTS^+$ 환원력의 변화는 저장 7일차를 제외하고는 대조군에 비하여 약용식물 추출물을 급여시킨 0.3% 및 1.0% 첨가군에서 높은 환원력을 나타내었으며 특히

Table 3. DPPH radical scavenging activity (%) of raw thigh meat from chicken fed dietary medicinal herb extract mix during storage at 4°C for 14 days

Diets[1)]	Storage (day)			
	0	3	7	14
Control	25.34[b]	23.39	32.56	36.80
0.3%	24.77[b]	24.39	40.97	37.55
1.0%	26.91[a]	28.74	33.33	33.01
SEM[2)]	0.243	2.054	2.070	1.891

[1)]Basal diet with 0% (Control), 0.3 and 1.0% medicinal herb extract mix.
[2)]Standard errors of the mean (n=12).
[a,b]Means with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$).

Table 4. $ABTS^+$ reducing activity (%) of raw thigh meat from chicken fed dietary medicinal herb extract mix during storage at 4°C for 14 days

Diets[1)]	Storage (day)			
	0	3	7	14
Control	32.92[c]	35.98[c]	30.35	56.45
0.3%	39.79[b]	40.02[b]	27.59	66.80
1.0%	45.55[a]	41.17[a]	28.91	69.22
SEM[2)]	1.221	0.178	2.477	2.804

[1)]Basal diet with 0% (Control), 0.3 and 1.0% medicinal herb extract mix.
[2)]Standard errors of the mean (n=12).
[a-c]Means with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$).

저장 14일에는 0.3% 및 1.0% 첨가군에서 약 67% 이상의 환원력을 나타내었다.

Jung 등(25)은 복합 한약재 추출물(0.3%)과 항생제(0.05%, Albac)를 육계에 급여한 후 닭다리육의 $ABTS^+$ 환원력을 측정한 결과 복합 한약재 추출물 급여구가 가장 높았고, 항생제 급여구, 그리고 대조구(무첨가군) 순으로 나타났다고 보고하였다. Jang 등(21)은 천연물 추출물을 급여시킨 닭의 가슴육에서의 $ABTS^+$ 환원력을 측정한 결과, 3일 저장에서 0.3%의 천연물 추출물을 급여시켰을 때가 가장 높은 환원력을 나타내었고 1%의 추출물을 급여시킨 경우에는 대조군과 비슷한 경향이었다고 하여 본 결과와는 다소 차이가 있는 것으로 나타나 약용식물 추출물을 급여시킨 후 생체 내에서의 환원력에 대한 mechanism 구명이 필요할 것으로 사료되었다.

TBARS 값 측정

약용식물 추출물을 0.3% 또는 1.0%로 첨가한 사료를 35일간 급여시킨 닭의 다리육에서 저장기간에 따른 지방산패도를 측정한 결과는 Table 5와 같다. 지방산패도는 TBARS 값으로 표시하였다.

대조군의 경우 저장 0일차에 TBARS 값은 0.40으로 0.3% 및 1.0% 첨가군에 비하여 다소 낮은 값을 나타내었으나 저장 3일째에는 0.75로 가장 높은 값을 나타내었고 저장 0일차에 비하여 TBARS 값이 높게 나타나 다리육에 존재하는 지방성분의 산패가 일어나는 것을 알 수 있었다.

0.3% 및 1.0% 첨가군의 경우에는 대조군에 비하여 약간 높은 TBARS 값으로 시작하였으나 저장기간에 따른 변화를 보면 대조군에 비해서는 다소 낮은 TBARS 값을 유지하는 것으로 나타나 약용식물 추출물의 첨가 사료급여가 계육의 지방산화를 억제시킬 가능성이 있는 것으로 사료되었다.

Gladine 등(26)은 쥐에 rosemary, grape, citrus, marigold 등 4가지 천연물 추출물을 혼합하여 0.5 g/kg의 수준으로 급여하였을 경우 간에서의 malondialdehyde 생성이 억제되었다고 하였으며, Botsoglou 등(27)도 rosemary 분말을 급여한 칠면조육에서 냉장저장 중 지방산화의 억제를 가져왔다고 보고하였다. 그러나 Jang 등(21)은 한약재 추출물을 급여시킨 닭의 가슴육에서 TBARS 값은 저장기간 동안 유의적인 차이가 없다고 하여 본 결과와 비교하였을 때 다소 차이가 있는 것으로 판단되었다. 또한 Vichi 등(14)은 돼지에 sage와 oregano 또는 두 가지를 혼합 급여시키고 도축 후 등지방의 산화 정도를 측정한 결과 허브류를 급여하지 않은 대조군과 차이를 보지 못하였다고 보고하고 있으며 Lopez-Bote 등(28)도 rosemary와 thyme을 급여한 돼지로부터 얻은 돈육의 항산화성이 향상되는 증거는 없다고 보고하였다.

그러나 약용식물에 존재하여 기능을 담당하는 단일물질의 경우, 그 약용식물을 급여한 돈육에서 검출될 수도 있다고 하였으며, Lopez-Bote 등(28)은 육계의 경우 rosemary와 thyme을 급여했을 경우 계육의 지방산화와 콜레스테롤 산화가 억제되었다고 발표하였다. 그러므로 사료로 급여한 약용식물이나 그 추출물 또는 이로부터 발생하는 대사물질들이 근육이나 지방조직으로의 전이와 식육의 지방산화를 억제시킬 수 있는가에 대해서는 여전히 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

Table 5. TBARS changes of raw thigh meat from chicken fed dietary medicinal herb extract mix during storage at 4°C for 14 days

Diets[1)]	Storage (day)			
	0	3	7	14
Control	0.40	0.75	0.61[a]	0.52[a]
0.3%	0.42	0.70	0.46[b]	0.51[a]
1.0%	0.50	0.62	0.42[c]	0.44[b]
SEM[2)]	0.021	0.041	0.002	0.012

[1)]Basal diet with 0% (Control), 0.3 and 1.0% medicinal herb extract mix.
[2)]Standard errors of the mean (n=12).
[a-c]Means with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$).

관능검사

약용식물 추출물을 0.3% 또는 1.0%로 첨가한 사료를 35일간 급여시킨 닭의 다리육에서 저장기간에 따른 관능검사를 측정한 결과는 Table 6과 같다.

색상의 경우, 저장 0일차에 1.0% 첨가군이 6.0으로 높게 나타났으며 저장 7일째의 1.0% 첨가군이 6.83으로 실험기간 중 가장 높은 값을 나타내었다. 또한 저장 14일에는 비록 색상에 대한 기호도는 5.33으로 감소하였지만 대조군과 0.3% 첨가군에 비하여 높게 나타났다.

약용식물 추출물을 첨가한 사료를 급여시킨 후 닭다리육의 냄새에 대한 관능적 기호도를 살펴보면 저장 0일차에는 0.3% 첨가군이 7.83으로 가장 높은 기호도를 나타내었고 대조군, 1.0% 첨가군의 순이었다. 그러나 저장기간이 증가하면서 냄새에 대한 기호도는 변화하였으며 저장 7일 이후부터는 1.0%, 0.3%, 대조군의 순서였다. 특히 저장 14일에서 1.0% 첨가군은 대조군과 0.3% 첨가군에 비하여 기호 측면에서 크게 낮아지지 않았다.

맛에 대한 기호도는 저장 0일차에는 0.3% 첨가군이 가장 높은 것으로 나타났고 1.0% 첨가군은 0.3% 첨가군보다는 다소 낮지만 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 저장기간에 따른 변화를 보면 저장 0일차에 비하여 다소 맛에 대한 기호도가 감소하는 경향이었으며 대조군이 가장 변화가 많은 것으로 나타났다.

약용식물 추출물을 급여한 육계의 다리육에서 조직감에 대한 관능평가 결과는 저장 0일차의 경우, 0.3% 첨가군이 8.16으로 가장 높았으며 1.0% 첨가군은 7.66으로 0.3% 첨가군에 비하여 낮았지만 유의적인 차이는 없었다. 저장기간에 따른 변화를 보면 1.0% 첨가군이 대조군과 0.3% 첨가군에 비하여 다소 높은 기호도를 나타내었다. 종합적 기호도의 경우에는 조직감의 기호도 값과 유사하게 초기에는 0.3%

Table 6. Sensory properties of cooked chicken thigh meat obtained from the chicken fed the medicinal herb mixture

Diets[1)]	Storage (day)			
	0	3	7	14
		Color		
Control	5.83	6.00	4.83[c]	4.33
0.3%	6.33	5.66	5.66[b]	5.00
1.0%	6.00	6.00	6.83[a]	5.33
SEM[2)]	0.423	0.285	0.182	0.430
		Flavor		
Control	7.33	6.83	5.66[b]	4.66[b]
0.3%	7.83	5.83	6.66[a]	4.66[b]
1.0%	7.00	6.33	6.83[a]	6.33[a]
SEM	0.336	0.349	0.288	0.333
		Taste		
Control	6.66[b]	5.66[b]	5.00[b]	–[3)]
0.3%	8.16[a]	5.83[b]	6.33[a]	–
1.0%	8.00[a]	6.83[a]	6.00[a]	–
SEM	0.367	0.278	0.285	–
		Texture		
Control	6.50[b]	6.66	6.00	–
0.3%	8.16[a]	5.66	5.50	–
1.0%	7.66[a]	7.00	6.33	–
SEM	0.360	0.375	0.275	–
		Acceptability		
Control	6.00[b]	6.00	5.00[b]	4.66[b]
0.3%	7.83[a]	5.83	6.16[a]	5.33[ab]
1.0%	7.33[a]	6.83	6.00[a]	6.00[a]
SEM	0.215	0.327	0.275	0.272

[1)]Basal diet with 0% (Control), 0.3 and 1.0% medicinal herb extract mix.
[2)]Standard errors of the mean (n=12).
[3)]Taste and texture were not observed at 14 day.
[a–c]Means with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$).

및 1.0% 첨가군이 대조군에 비하여 높은 기호도를 보였으며 저장 7일 이후부터는 대조군보다 0.3% 및 1.0% 첨가군이 종합적 기호도가 높은 것으로 나타났다.

한편, 닭다리육 14일째 관능검사는 혹시라도 실제 시식 시 문제가 발생할까 하여 시식하면서 검사하는 항목인 맛과 조직감 측정은 실시하지 않았다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 항산화 활성이 증명된 약용식물을 첨가하여 육계에 급여할 경우 닭 다리육에서 유의적인 항산화 활성을 보일 수 있다고 사료된다. 다만, 이러한 활성은 저장 기간별로 뚜렷하게 지속적으로 나타나지는 않았으며, 또한 정확하게 어떤 물질이 근육이나 지방조직에 축적되어 항산화 활성을 나타내는 것인지에 대하여는 추가적인 연구가 필요할 것을 사료되었다.

요 약

항균 및 항산화 활성을 갖는 약용식물 추출물을 육계에 급여하는 과정에서 약용식물이 갖는 항산화 활성이 계육에 전이될 수 있는가를 확인하기 위하여 다리육을 냉장 저장하면서 항산화 활성과 관능적 특성 변화를 조사하였다. 약용식물 추출물을 0.3%와 1%로 첨가한 사료를 급여시킨 육계의 다리육에서 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량은 차이를 보이지 않았으나, 다리육의 총 페놀 함량을 측정한 결과 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높았으며, 0.3과 1.0% 처리구간 차이는 발견되지 않았다. 닭 다리육의 DPPH 라디칼 소거능은 0.3% 및 1.0% 약용식물 추출물 첨가군에서 대조군보다 약간 높은 라디칼 소거능을 보이는 것으로 나타났다. 또한 TBARS 값은 0.3% 및 1.0% 첨가군의 경우에는 대조군에 비하여 약간 높은 TBARS 값으로 시작하였으나 저장기간에 따른 변화를 보면 대조군에 비해서는 다소 낮은 TBARS 값을 유지하는 것으로 나타났다. 관능검사 결과를 보면 저장 7일 이후에 색, 맛, 냄새 그리고 종합적 기호도에서 약용식물 첨가군이 대조군에 비하여 다소 높은 관능점수를 얻어 계육의 저장 중 산화적 변질이 급여한 약용식물 추출물에 의해 감소되는 것을 확인할 수 있었다.

문 헌

1. Hernáandez 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: 169–174.
2. Park MR, Han DY, Shin YS, Won C, Yeon SC, Jung TS, Kim JS, Lee HJ, Kim YH, Kim EH, Kim GS. 2005. Effects of *Saururus chnensis* B. and *Carthamus tinctorius* L. on physico-chemical properties of broiler chicks. *J Vet Clin* 22: 125–129.
3. Liu B, Li W, Chang Y, Dong W, Ni L. 2006. Extraction of berberine from rhizome of *Coptis chinensis* Franch using supercritical fluid extraction. *J Pharmaceut Biomed Anal* 41: 1056–1060.
4. Han J, Rhee KS. 2005. Antioxidant properties of selected oriental non-culinary/nutraceutical herb extracts as evaluated in raw and cooked meat. *Meat Sci* 70: 25–33.
5. Liu XF, Xia YM, Fang Y. 2005. Effect of metal ions on the interaction between bovine serum albumin and berberine chloride extracted from a traditional Chinese Herb *Coptis chinensis* Franch. *J Inorg Biochem* 99: 1449–1457.
6. Kim SY, Gao JJ, Lee WC, Ryu KS, Lee KR, Kim YC. 1999. Antioxidative flavonoids from the leaves of *Morus alba*. *Arch Pharm Res* 22: 81–85.
7. Nomura T, Fukai T. 1981. Constituents of the cultivated mulberry tree VII. Isolation of three new isoprenoid-flavones, kuwanon D, E, and F from root bark of *Morus alba* L. *Planta Med* 42: 79–88.
8. Takasuki M, Ishigawa S, Massamune T. 1982. Studies on phytoalexins of the Moraceae. 11. Abafurans A and B, geranyl 2-phenylbenzofurans from mulberry. *Chem Lett* 8: 1221–1222.
9. Lee EJ, Chae OH, Lee MS, Lee HK, Huh H. 1998. Purification of anti-allergic compound from Mori Cortex Radicis extract. *Yakhak Hoechi* 42: 395–402.
10. Hikino H, Mozuno T, Oshima Y, Konno C. 1985. Isolation and hypoglycemic activity of moran A, a flycoprotein of *Morus alba* root barks. *Planta Med* 2: 159–160.
11. Suh SC, Cho SG, Hong JH, Choi YH. 2005. Extraction characteristics of flavonoids from *lonicera flos* by supercritical

fluid carbon dioxide (SF-CO_2) with CO-solvent. *Kor J Food Sci Technol* 37: 183-188.
12. Knekt P, Kumpulainen J, Järvinen R, Rissanen H, Heliövaara M, Reunanen A, Hakulinen T, Aromaa A. 2002. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *Am J Clin Nutr* 76: 560-568.
13. Gronbaek M. 1995. Mortality associated with moderate intakes of wine, beer, or spirits. *Brit Med J* 310: 1165-1169.
14. Vichi S, Zitterl-Eglseer K, Jugl M, Franz CH. 2001. Determination of the presence of antioxidants deriving from sage and oregano extracts added to animal fat by means of assessment of the radical scavenging capacity by photochemiluminescence analysis. *Nahrung/Food* 45: 101-104.
15. AOAC. 1999. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Cunniff P, ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 69-74.
16. Subramanian KN, Padmanaban G, Sarma PS. 1965. Folin-Ciocalteu reagent for the estimation of siderochromes. *Anal Biochem* 12: 106-112.
17. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1190-1200.
18. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
19. Ahn DU, Olson DG, Jo C, Love J, Jin SK. 1999. Volatiles production and lipid oxidation on irradiated cooked sausage as related to packaging and storage. *J Food Sci* 64: 226-229.
20. SAS. 2000. *SAS User's Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
21. Jang A, Liu XD, Shin MH, Lee BD, Lee SK, Lee JH, Jo C. 2008. Antioxidative potential of raw breast meat from brioler chicks fed a dietary medicinal herb extract mix. *Poult Sci* 87: 2382-2389.
22. Flaczyk E, Rudzińska M, Wąsowicz E, Korczak J, Amarowicz R. 2006. Effect of craclings hydrolysates on oxidative stability of pork meatballs fat. *Food Res Inter* 39: 924-931.
23. An BJ, Lee JT, Lee CE, Kim JH, Son JH, Kwak JH, Lee JY, Park TS, Bae HJ, Jang MJ, Jo C. 2005. A study on physiological activities of Copits rhizoma and application for cosmetic ingredients. *Korean J Herbol* 20: 83-92.
24. Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of Curdrania tricuspidata. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1310-1315.
25. Jung S, Song HP, Choe JH, Kim B, Shin MH, Lee BD, Jo C. 2008. Effect of dietary medicinal herb mix extract and antibiotics (Albac G 150) on the oxidative stability of chicken meat. *Korean J Poult Sci* 35: 29-37.
26. Gladine C, Morand C, Rock E, Bauchart D, Durand D. 2007. Plant extracts rich in polyphenols (PERP) are efficient antioxidants to prevent lipoperoxidation in plasma lipids from animals fed n-3 PUFA supplemented diets. *Anim Feed Sci Technol* 136: 281-296.
27. Botsoglou N, Govaris AA, Giannenas I, Botsoglou E, Papageorgiou G. 2007. The incorporation of dehydrated rosemary leaves in the rations of turkey and their impact on the oxidative stability of the produced raw and cooked meat. *Int J Food Sci Nutr* 58: 312-320.
28. 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. *Brit Poult Sci* 39: 235-240.

(2008년 12월 29일 접수; 2009년 2월 23일 채택)