

금은화, 황련, 상엽 추출물 혼합물과 항생제(Albac G150) 급여가 계육의 산화 안전성에 미치는 영향

정사무엘 · 송현파 · 최준호 · 김빛나 · 신명호 · 이봉덕 · 조철훈[†]

충남대학교 동물자원생명과학과

Effect of Dietary Medicinal Herb Extract Mix and Antibiotics (Albac G150) on the Oxidative Stability of Chicken Meat

S. Jung, H. P. Song, J. H. Choe, B. Kim, M. H. Shin, B. D. Lee and C. Jo[†]

Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University

ABSTRACT This study was evaluated the oxidative stability of the breast and leg meat from chicken fed extract of medicinal herb mix (*Lonicera japonica* Thunberg : *Morus alba* L. : *Coptis chinensis* = 48.5 : 48.5 : 3.0%) and antibiotics (Albac G150). Ross chickens were divided into three treatments: basal diet (control), basal diet with antibiotics (0.05%) and basal diet with extract of medicinal herb mix (0.3%). They were fed the experimental diets for 35 days and slaughtered. After that, the breast and leg meat samples were stored at 4 °C for 10 days. Total phenol content of breast meat in Ross chicken fed extract of medicinal herb mix was higher than that of antibiotics treatment and control during storage. DPPH radical scavenging activity was the highest in leg meat of Ross chicken fed extract of medicinal herb mix at 0 day. ABTS⁺ reduction activity was higher in chicken meat fed extract of medicinal herb mix than antibiotics treatment and control. This results showed that the diet with extract of mixed medicinal herb was more effective in oxidative stability of chicken meat than basal diet and diet with antibiotics.

(Key words : medicinal herb extract mix, antibiotics (Albac G150), oxidative stability, chicken meat)

서 론

식육과 육가공품은 이를 섭취하는 인간에게 있어 인체의 생리 활성화와 에너지를 공급하여 주는 주요 에너지 공급원으로 인간의 생명과도 밀접한 관련이 있다. 그러나 최근 가축 사육에 남용되고 있는 항생제와 합성 항산화제 등의 식육에 잔류 문제가 보고되면서 소비자의 식육과 육가공품에 대한 불신이 증가하고 그에 따라 소비가 감소하는 경향이다(O'Grady 등, 2008). 따라서 가축에 항생제의 사용이 제한되고 있으며(Hernandez 등, 2004), 대체 방안으로 천연물로부터 추출한 항균, 항산화 등의 생리활성을 갖는 천연 물질들을 가축에게 급여하여 식육의 품질을 높이는 연구가 활발히 이루어지고 있다(Moon 등, 2004; Min 등, 2003; Park and Kim, 2004). 그러나 천연에서 유래한 유용한 물질을 가축에게 급여 시 기능성 물질이 식육에 전이되고 축적되는가에 대해서

는 아직 완전히 밝혀지지 않았으며, 서로 다른 결과들이 보고되고 있다. Vinchi 등 (2001)에 의하면 항산화력이 있는 셀비어(*Salvia officinalis* L.)와 꽃박하(*Origanum vulgare* L.)를 돼지에게 급여하였을 경우 돼지의 정육에서 산화 안정성이 나타나지 않았다고 보고하고 있다. 또한, Lopez-Bote 등(1998)에 의하면 로즈메리(*Rosemary*)와 셀비어(*Sage*)을 급여한 돼지의 정육에서는 산화 안정성이 보이지 않았지만, 브로일러에 급여하였을 시 계육의 산화 안정성이 증가하였다고 보고되고 있다.

금은화(*Lonicera japonica* Thunberg), 상엽(*Morus alba* L.) 및 황련(*Coptis chinensis*)은 폴리페놀을 비롯한 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있어 항산화 및 항균 효과가 뛰어나 예전부터 그 효과를 위해 널리 사용되어 왔다. 금은화를 식중독 유발 세균에 처리하였을 때 우수한 항균 효과가 있었다고 보고되고 있으며(Bae 등, 2005; Suh 등, 2005), 상엽을

[†] To whom correspondence should be addressed : cheorun@cnu.ac.kr

이용하여 차로 섭취하였을 경우 혈중 지질 농도의 감소와 항산화 효과를 보였다고 보고되고 있다(Kim 등, 1999; Lim 등, 2005; Nomura and Fukai, 1981). 그리고 황련 추출물의 생리 활성 실험에서 황련에 우수한 항산화 효과가 나타났다고 보고하고 있다(An 등, 2005; Yamahara, 1976). 이러한 천연 기능성 물질들을 급여하면 가축의 성장을 촉진하고, 식육의 질을 높일 수 있다는 보고가 있으며(Lopez-Bote 등, 1998), 특히 돈육이나 우육에 비해 산화에 더 민감한 계육의 산화 및 저장 안정성에도 큰 효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

따라서 본 연구의 목적은 육계에 천연 한약재인 금은화, 상엽, 황련으로부터 추출한 추출물 혼합물과 현재 시판되고 있는 항생제를 비교 급여하여 닭 가슴육과 다리육의 4 °C 냉장 저장 중 산화 안정성에 어떠한 효과가 있는지 알아보기 위함이다.

재료 및 방법

1. 재료

금은화, 상엽 및 황련은 경동 한약재 시장에서 구입하였으며(Seoul, Korea), 항생제는 알파마사의 Albac G150을 사용하였다(Albac, Alphama. Inc., Belgium).

2. 한약재의 추출

한약재의 추출은 Fig. 1과 같이 행하였다. 금은화, 상엽, 황련을 각각 200 L의 75% 메탄올에 100 kg씩의 비율로 넣어 침지한 후 18시간 후에 실온에서 추출기(CoBiotech, Korea)를 사용하여 추출하였다. 각 추출액을 무명(cheesecloth)으로 3~5차례 걸러낸 후 rotary evaporator를 사용하여 용매를 제거하고 추출물을 얻었다. 각각의 추출물은 동결 건조(SFDSF12, Samwon Co., Ltd., Pusan, Korea)하여 추출물 분말을 제조하고 금은화, 상엽, 황련을 48.5 : 48.5 : 3.0 비율로 혼합하였다(Table 1). 복합 한약재로 쓰인 물질들은 항균 효과가 탁월하다고 보고(Bae 등, 2005)된 것들 중 약 30여 가지의 생약재를 이용하여 *Escherichia coli*와 *Salmonella enteritidis*에 대한 항균력을 비교한 후 금은화, 상엽 및 황련의 항균력이 가장 우수한 것으로 나타나, 이들을 이용하여 복합 한약재 추출물을 만들게 되었으며, 혼합 비율은 사료 첨가제로서 산업에 이용 가능한 가격과 한의사의 조언을 받아 결정하였다.

3. 공시 동물 및 실험 설계

실험에 사용된 동물은 갓 부화한 육계 Ross종 360수를 톱

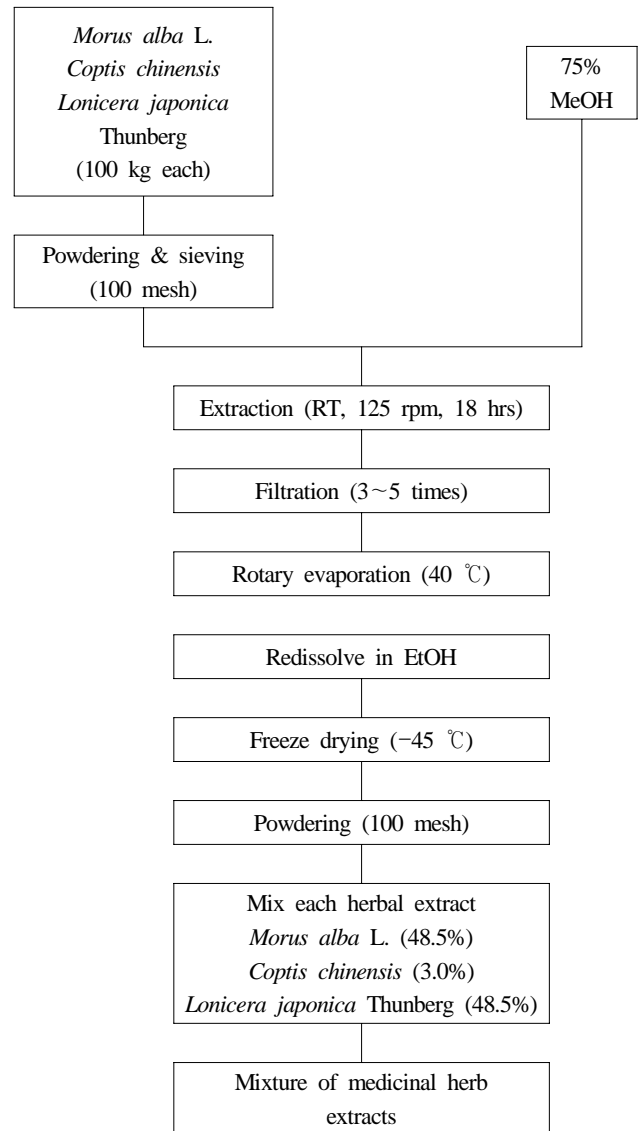


Fig. 1. Processing procedure for medicinal herb extracts.

Table 1. Composition of medicinal herbs added into the diets of experimental animals

Items	Composition (%)
<i>Lonicera japonica</i> Thunberg (金銀花)	48.5
<i>Morus alba</i> L. (桑葉)	48.5
<i>Coptis chinensis</i> (黃連)	3.0
Total	100

밥을 깔짚으로 사용한 12개의 케이지(3.0 m × 1.0 m)에 30수씩 평균 무게를 맞추어 배치하였으며, 사료와 물은 자유채식

할 수 있게 하였다. 사육장의 온도는 처음 34 °C로 시작하여 일주일 간격으로 1 °C씩 낮추어 28 °C로 고정하였고 24시간 점등하였다. 시험 사료는 육계전기(0~14일령)와 후기(15~35일령)로 무항생제 사료를 대조구(Control)로 하고, 대조구와 단백질과 에너지의 양이 같게 항생제(Albac G150) 0.05%와 복합 한약재 추출물 0.3% 첨가한 처리구의 3가지 사료를 사용하였다(Table 2). 육계 전기 사료는 ME 3,100 kcal/kg, 조단백질 21.0%, 후기 사료는 ME 3,100 kcal/kg, 조단백질 19.0%가 되도록 배합하였다(Tables 2 and 3). 실험 기간 중 체중은 14일령과 35일령에 각각 1회씩 측정하였고, 사료 섭취량은 전기 사료와 후기 사료 섭취량을 각각 측정하였으며, 사료 요구율은 총 사료 섭취량을 총 증체량으로 나누어서 산출하였다.

4. 시료

사양 실험이 종료되는 36일령에 반복당 3수씩 임의 선발하여 닭 가슴육과 다리육을 채취하여 바로 4 °C에서 냉장 저장하면서 분석하였다.

5. 총 페놀 함량

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(Subramanian 등, 1965)으로 구하였다. 우선 시료 용액을 얻기 위해 계육 3 g을 증류수 15 mL에 넣은 후 균질기(T25b, Ika Works(Asia), Sdn, Bhd, Malaysia)를 사용하여 16,000 rpm으로 2분간 균질한 후 원심분리기(Union 32R, Hanil Co., Ltd., Korea)를 사용하여 1,509 × g로 15분간 원심분리하였다. 원심 분리된 시료의 상층액을 여과지(Whatman No.4, Whatman Inc., Florham Park, NJ, USA)를 사용하여 여과한 후 chloroform 10 mL를 넣어 섞은 다음 다시 원심분리하여 지질이 제거된 상층액을 시료 용액으로 하였다. 시료 용액 0.1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 0.2 mL를 넣어 23 °C에서 1분간 반응시킨 후 5% sodium carbonate 용액 3 mL를 첨가하고 23 °C에서 2시간 반응시켰다. 이 반응액을 분광광도계(DU®530, Beckman Instruments Inc., Fullerton, CA, USA)를 사용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준 곡선으로 gallic acid equivalents(GAE)로 나타내었다.

6. 전자 공여능

전자 공여능은 Blois(1985)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. 총 페놀 함량을 구하기 위하여 제조한 시료 용액 200 μL에 증류수 800 μL를 넣은 후 0.2 mM αα'-diphenyl-β-picryl-hydrazyl (DPPH) 1 mL를 넣고 교반하여 30분 동안 실온

Table 2. Formula of experimental diets of broiler starters (0~14 d of age)

Ingredients	Diets ¹		
	Control	Antibiotics	Herb mix
	----- (%) -----		
Yellow corn (CP 8.8%)	58.99	58.99	58.99
Soybean meal (CP 44%)	24.02	24.02	24.02
Corn gluten meal (CP 60%)	8.51	8.51	8.51
Wheat bran	3.00	2.95	2.70
Soybean oil	2.00	2.00	2.00
Tricalcium phosphate	1.78	1.78	1.78
Limestone (Ca 37%)	0.79	0.79	0.79
Salt	0.40	0.40	0.40
DL-methionine	0.19	0.19	0.19
L-lysine HCl	0.12	0.12	0.12
Vitamin premix ²	0.10	0.10	0.10
Mineral premix ³	0.10	0.10	0.10
Antibiotic	0	0.05	0
Medicinal herb mix	0	0	0.3
Total	100	100	100
Chemical composition ⁴ (%)			
ME (kcal/kg)	3,100	3,100	3,100
CP	21.00	21.00	21.00
Ca	1.00	1.00	1.00
Lysine	1.10	1.10	1.10
Methionine	0.50	0.50	0.50
AP	0.45	0.45	0.45

¹ Control : 0% Antibiotic, 0% Herbal medicine

Antibiotics: 0.05% Albac G150 (Zn-bacitracin).

Herb mix : 0.3% Herbal medicine (*Lonicera japonica* Thunberg : *Morus alba* L. : *Coptis chinensis* = 48.5% : 48.5% : 3.0%).

² Provided per kilogram of diet: vit. A, 5,500 IU; vit. D₃, 1,100 IU; vit. E, 11 IU; vit. B₁₂ 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, 2.2mg (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 Calculated values.

Table 3. Formula of experimental diets of broiler growers (15~35 d of age)

Ingredients:	Diets ¹		
	Control	Antibiotics	Herb mix
	----- (%) -----		
Yellow corn (CP 8.8%)	62.89	62.89	62.89
Soybean meal (CP 44%)	24.01	24.01	24.01
Corn gluten meal (CP 60%)	5.01	5.01	5.01
Wheat bran	3.00	2.95	2.70
Soybean oil	2.00	2.00	2.00
Tricalcium phosphate	1.23	1.23	1.23
Limestone (Ca 37%)	1.10	1.10	1.10
Salt	0.40	0.40	0.40
DL-methionine	0.08	0.08	0.08
L-lysine HCl	0.08	0.08	0.08
Vitamin premix ²	0.10	0.10	0.10
Mineral premix ³	0.10	0.10	0.10
Antibiotic	0	0.05	0
Medicinal herb mix	0	0	0.3
Total	100	100	100
Chemical composition ⁴ (%)			
ME (kcal/kg)	3,100	3,100	3,100
CP	19.00	19.00	19.00
Ca	0.90	0.90	0.90
Lysine	1.00	1.00	1.00
Methionine	0.38	0.38	0.38
AP	0.35	0.35	0.35

¹ Control : 0% Antibiotic, 0% Herbal medicine.

Antibiotics : 0.05% Albac G150 (Zn-bacitracin).

Herb mix : 0.3% Herbal medicine (*Lonicera japonica* Thunberg : *Morus alba* L. : *Coptis chinensis* = 48.5% : 48.5% : 3.0%).

² Provided per kilogram of diet: vit. A, 5,500 IU; vit. D₃, 1,100 IU; vit. E, 11 IU; vit. B₁₂ 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 Calculated values.

에서 반응시킨 후 분광 광도계(DU[®]530, Beckman Instruments Inc., Fullerton, CA, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자 공여능의 계산은 다음 식에 따랐다.

전자 공여능 (%) =

$$\left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{Blank의 흡광도}} \right) \times 100$$

7. 2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS⁺) 소거능

ABTS⁺ radical을 이용한 항산화력 측정은 Re 등 (1999)의 방법으로 행하였다. 14 mM ABTS와 4.9 mM potassium persulfate를 동량으로 혼합하여 혼합액의 농도를 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate로 만들어 ABTS⁺ 전자를 생성하기 위하여 실온 암실에서 12~16시간 반응시켰다. 이 용액을 에탄올에 약 1 : 88의 비율로 희석한 후 분광 광도계(DU[®]530, Beckman Instruments Inc., Fullerton, CA, USA)로 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS⁺ radical 소거능 (%) =

$$\left(\frac{\text{Blank의 흡광도} - \text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{Blank의 흡광도}} \right) \times 100$$

8. 지방 산패도

지방 산패도의 측정은 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 값으로 측정하였다(Ahn 등, 1999). 계육 시료에서 제거 가능한 모든 외부 지방을 제거한 후 계육 3 g을 증류수 9 mL에 넣은 후 butylated hydroxyanisole (BHA, 7.2%) 50 μL를 첨가하여 균질기를 사용하여 균질시킨 후 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 TBA/TCA용액(20 mM 2-thiobarbituric acid in 15% trichloroacetic acid) 2 mL를 혼합하였다. 혼합액을 15분 동안 90 °C에서 가열한 후 10분간 냉각하여 966 × g로 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 분광광도계(DU[®]530, Beckman Instruments Inc., Fullerton, CA, USA)로 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 지방 산패도는 mg malondialdehyde/kg meat로 표시하였다.

9. pH

시료 1 g을 증류수 9 mL에 넣어 균질 시킨 후 (16,000 rpm, 1분) 균질액을 여과지(Whatman No.4)로 여과하여 각 시료의 여과액을 실온에서 pH meter (750P, Isted Co., Seoul, Korea)

로 측정하였다.

10. 통계 분석

이 실험의 결과는 SAS software version 7을 사용하여 분산 분석(One-way Analysis of Variance)을 시행하였고, Duncan의 다중검정(Steel and Torrie, 1980)을 사용하여 평균값간의 차이를 비교하였다. 각 실험을 3반복 수행하여 3개의 실험값의 평균값으로 나타내었으며, 평균과 표준 편차를 표시하였고, 유의적인 차이는 5% 수준에서 평가하였다.

결과 및 고찰

사양 실험 결과, 대조군(Control), 항생제 급여군(항생제 0.05% 첨가), 복합 한약재 추출물 급여군(복합 한약재 추출물 0.3% 첨가)간 사료 섭취량, 증체량, 사료 요구율 및 생존율 등에서 모두 유의적인 차이가 없게 나타났다($P < 0.05$).

1. 총 페놀 함량

페놀성 화합물은 생체 내에서 다양한 생리 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Park, 2005). 이러한 페놀 화합물의 주요 기능 중 하나로 항산화 기능이 알려져 있으며, 페놀성 화합물이 산화를 억제하는 이유는 phenolic hydroxyl이 수소 원자를 라디칼에 제공하여 산소와 라디칼의 반응을 제어하고 유리 라디칼을 안정화시키기 때문이라고 보고되고 있다(Ahn 등, 2007). 페놀성 물질의 항산화성을 나타내기 위해 gallic acid를 표준 용액으로 한 검정 곡선으로부터 총 페놀 함량(gallic acid equivalent)을 나타내었다(Table 4). 가슴육의 총 페놀 함량은 복합 한약재 추출물 급여군이 대조군과 항생제 급여군보다 저장 기간 동안 높은 함량을 보였으며, 특히 도계 직후인 0일차에 유의적인 차이를 보였다($P < 0.05$). 다리육에서는 저장 기간별로 유의적인 차이가 없었고, 0일차에서는 항생제 급여군이 대조군과 복합 한약재 추출물 급여군보다 유의적으로 높았으며($P < 0.05$), 5 및 10일차에서도 대조군과 복합 한약재 추출물 급여군에 비하여 유의적이지는 않지만 다소 높은 수치를 보였다. 가슴육에서 복합 한약재 추출물 급여군이 총 페놀 함량이 많았던 것은 복합 한약재 추출물 급여군 사료에 첨가된 황련과 상엽의 풍부한 폴리페놀 함량(Gladine 등, 2007; Salah 등, 1995)과 연관이 있을 것으로 생각되며, 항생제 급여군의 실험 사료에 첨가한 항생제가 단백질계 항생제임에도 불구하고 총 페놀 함량이 높게 나온 것은 예상하지 못했던 결과로 추후 이와 관련된 연구가 더 필요

Table 4. Total phenol content (ppm) of the breast and leg meat from chicken fed medicinal herb extract mix and antibiotics during storage at 4 °C

Treatment	Storage(day)			Sem
	0	5	10	
Breast meat				
Control	249.893 ^{ay}	199.49 ^{by}	205.56 ^b	5.134
Antibiotics	261.36 ^{ay}	221.76 ^{bxy}	206.63 ^b	8.576
Herb mix	293.09 ^{ax}	235.63 ^{bx}	215.23 ^b	6.839
SEM	7.190	7.665	6.018	
Leg meat				
Control	163.49 ^y	167.83	171.56 ^{xy}	5.388
Antibiotics	215.49 ^x	176.56	185.69 ^x	13.614
Herb mix	166.16 ^y	155.96	164.76 ^y	4.052
SEM	10.236	9.629	5.771	

¹ Antibiotics (Albac G150) 0.05%, herb mix (*Lonicera japonica* Thunberg : *Morus alba* L. : *Coptis chinensis* = 48.5% : 48.5% : 3.0%) 0.3%.

² Standard errors of the mean ($n = 9$). ³($n = 9$).

^{ab} Different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

^{xy} Different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

요할 것으로 생각된다.

2. 전자 공여능

전자 공여능 측정에 사용한 α, α' -diphenyl- β -picryl-hydrazyl (DPPH) 법은 안정한 활성 라디칼에 시료에서 유래한 전자가 공여되어 산화를 억제하는 잠재력을 평가하는 것으로 항산화성을 알아보는 척도로 특히 식물성 항산화제 탐색에서 널리 사용되는 방법이다(Hyun 등, 2007). Table 5에서 가슴육의 경우, 대조군에서 저장 기간별로 보면 0일차가 5와 10일차에 비하여 전자 공여 능력이 높았음을 볼 수 있지만 항생제 급여군과 복합 한약재 추출물 급여군을 비교하였을 때는 유의적인 차이가 없었다(Table 5). 또한, 항생제 급여군과 복합 한약재 추출물 급여군은 저장 기간에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 다리육에서는 0일차 복합 한약재 추출물 급여군에서 다른 군에 비하여 높은 전자 공여 능력을 보였으며, 가슴육과 마찬가지로 5와 10일차에서는 전자 공여능력이 다른 처리군에 비하여 높기는 하였지만 유의적인 차이는

Table 5. α, α' -diphenyl- β -picryl-hydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of the breast and leg meat from chicken fed medicinal herb extract mix and antibiotics

Treatment	Storage(day)			SEM
	0	5	10	
Breast meat				
Control	6.76 ^a	0.00 ^b	1.02 ^b	1.725
Antibiotics	2.29	2.59	0.00	1.626
Herb mix	1.00	0.00	3.58	1.441
SEM	1.936	1.363	1.445	
Leg meat				
Control	7.24 ^{xy}	13.18	9.57	3.464
Antibiotics	3.95 ^{by}	20.75 ^a	5.18 ^b	3.977
Herb mix	15.08 ^x	20.91	13.79	3.235
SEM	2.763	4.281	3.510	

¹ Antibiotics (Albac G150) 0.05%, herb mix (*Lonicera japonica* Thunberg : *Morus alba* L. : *Coptis chinensis* = 48.5% : 48.5% : 3.0%) 0.3%.

² Standard errors of the mean ($n = 9$). ³($n = 9$).

^{ab} Different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

^{xy} Different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

없었다. 다리육 실험 결과의 표준 편차가 다소 크게 나타난 이유로 유의성이 보이지 않은 것으로 생각된다. 사용된 한약재 중 황련은 isoquinoline계 alkaloid인 berberin, jateorrhizine, palmatine, coptisine, magnoflorine, epiberberine, berbentine, worenine 및 ferulic acid 등이 함유되어 있는데, 이 중 주 성분인 berberine은 항균, 항염증, 지혈, 혈압 강하 및 항암 작용과 함께 100 ppm 농도에서 에탄올 추출물이 약 27.25%의 전자공여능을 갖는 등 항산화 작용도 존재한다고 보고하였다(An 등, 2005). 또한, 상엽의 경우에도 flavonoid 계열의 화합물이 다량 함유되어 있어 생체내 지질의 과산화 억제 및 생활 습관병에 대한 예방 효과가 있으며, Cha 등(1999)은 라디칼 소거능이 합성 항산화제인 butylated hydroxytoluene(BHT)과 비슷한 수준으로 높게 나타났다고 보고하였다.

3. ABTS⁺ Radical 소거능

ABTS⁺ radical 소거 능력은 다양한 물질의 항산화 능력을

평가하는데 광범위하게 사용된다(Erel, 2004). 하지만 실험하는 환경에 따라 시료의 ABTS⁺ radical 소거 능력이 높거나 낮게 측정되어 항산화 능력의 평가가 정확하지 않게 이루어지기도 하기 때문에 정확한 실험을 위해서는 임의의 변수들을 고정해 주어야 한다(Santas 등, 2008). 본 실험 결과, 대조구와 항생제 급여군, 복합 한약재 추출물 급여군 모든 처리군에서 ABTS⁺ radical 소거 능력을 보였다(Table 6). ABTS⁺ radical 소거 능력은 가슴육과 다리육 모두 항생제 급여군과 복합 한약재 추출물 급여군이 대조구에 비하여 저장 기간 동안 유의적으로 높았다($P < 0.005$). 복합 한약재 추출물 급여군과 항생제 급여군간의 ABTS⁺ radical 소거 능력은 유의적인 차이는 없었지만 복합 한약재 추출물 급여군이 보다 높은 활성을 보였다. 따라서 본 실험 결과는 복합 한약재 추출물 급여가 대조구나 항생제 급여구에 비하여 계육에 다소 높은 항산화 효과를 부여함을 확인할 수 있었다.

Table 6. 2,2-azinobis-(3 ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS⁺) reducing activity of the breast and leg meat from chicken fed medicinal herb extract mix and antibiotics

Treatment	Storage (day)			SEM
	0	5	10	
Breast meat				
Control	24.83 ^{by}	29.11 ^{ay}	28.32 ^{ay}	1.050
Antibiotics	30.44 ^{bx}	36.10 ^{ax}	32.13 ^{abx}	1.648
Herb mix	32.40 ^{bx}	36.62 ^{ax}	34.15 ^{bx}	0.811
SEM	1.422	1.070	1.144	
Leg meat				
Control	28.33 ^{ay}	28.08 ^{ay}	21.70 ^{bz}	0.735
Antibiotics	32.82 ^x	33.99 ^x	29.37 ^y	1.875
Herb mix	31.12 ^{xy}	33.545 ^x	33.88 ^x	0.938
SEM	1.361	1.354	1.119	

¹ Antibiotics (Albac G150) 0.05%, herb mix (*Lonicera japonica* Thunberg : *Morus alba* L. : *Coptis chinensis* = 48.5% : 48.5% : 3.0%) 0.3%.

² Standard errors of the mean ($n = 9$). ³($n = 9$).

^{ab} Different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

^{x-z} Different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

4. 지방 산패도

TBATS 값은 수분이 많은 식육과 같은 식품류의 지질 산화의 지표로 쓰이는 방법이다. 가슴육의 경우는 항생제 급여군 저장 5일차에서 대조군과 복합 한약재 추출물 급여군에 비하여 유의적으로 낮은 수치를 보였지만, 저장 10일차에서는 복합 한약재 추출물 급여군이 유의적이지는 않지만 가장 낮은 수치를 보였다(Table 7). 계육의 냉장 저장 중 TBARS 값은 증가하는 것이 일반적이나(Park 등, 1995; Tien 등, 2006) 본 실험에서는 저장 10일차에서 5일차에 비하여 다소 낮은 값을 보였다. TBARS 값은 생육에서는 가열육에 비해 낮으며, 저장기간에도 크게 증가하지 않는 현상이 있다. 다리육에서는 각 처리군 간의 TBARS 값의 유의적인 차이는 없었고, 저장 기간별 차이에서는 대조군에서는 유의적인 차이가 없었으며, 항생제 급여군과 복합 한약재 추출물 급여군에서는 저장 0일차에 비하여 5와 10일차에서 TBARS 값이 증가함이 나타났다. 다리육이 가슴육에 비하여 지방의 산패 정도가 높았던 것은 가슴육과 다리육의 지방 함량, 지방산 조성, 육색

소 및 효소계 등의 차이에 의한 것으로 보이며, 이는 적색육이 백색육보다 TBARS 값이 높게 나타난다는 보고와도 일치하였다(Keskinel 등, 1964).

5. pH

처리군간의 저장 기간별 pH의 변화는 Table 8과 같다. 가슴육의 경우 유의적이지는 않지만 pH가 저장 기간이 증가함에 따라 증가하는 경향이 보였고, 각 처리군별 비교에서는 대조군과 복합 한약재 추출물 급여군이 항생제 급여군에 비하여 유의적으로 낮은 pH를 보였다. 다리육에서는 대조군과 복합 한약재 추출물 급여군이 저장 기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 항생제 급여군은 저장 기간에 따른 유의적인 차이는 없었고, 각 처리군간 비교에서는 복합 한약재 추출물 급여군이 대조군과 항생제 급여군에 비하여 유의적으로 낮은 pH를 보였다. 이것은 저장 기간이 증가 할수록 pH가 증가하는 경향이 있다는 이전의 보고와 일치하며(Park and Kim, 2004), 이러한 이유는 계육의 숙성 중에 단백질 완충 물질이 변화하고, 전해질 해리의 감소 그리고 암모니아의

Table 7. 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value of the breast and leg meat from chicken fed medicinal herb extract mix and antibiotics during sotrage at 4 °C

Treatment	Storage (day)			sem
	0	5	10	
Breast meat				
Control	0.23 ^b	0.30 ^{ax}	0.23 ^b	0.014
Antibiotics	0.21	0.25 ^y	0.28	0.032
Herb mix	0.23 ^b	0.30 ^{ax}	0.21 ^b	0.018
SEM	0.015	0.012	0.033	
Leg meat				
Control	0.34	0.35	0.37	0.035
Antibiotics	0.29 ^b	0.38 ^a	0.31 ^a	0.032
Herb mix	0.26 ^b	0.36 ^a	0.37 ^a	0.021
SEM	0.031	0.032	0.029	

¹ Antibiotics (Albac G150) 0.05%, herb mix (*Lonicera japonica* Thunberg : *Morus alba* L. : *Coptis chinensis* = 48.5% : 48.5% : 3.0%) 0.3%.

² Standard errors of the mean (n = 9). ³(n = 9).

^{ab} Different letters within the same row differ significantly (p < 0.05).

^{xy} Different letters within the same column differ significantly (p < 0.05).

Table 8. pH values of the breast and leg meat from chicken fed medicinal herb extract mix and antibiotics

Treatment	Storage (day)			SEM
	0	5	10	
Breast maet				
Control	5.55 ^{by}	5.61 ^{by}	5.79 ^{axy}	0.043
Antibiotics	5.92 ^x	5.89 ^x	5.94 ^x	0.073
Herb mix	5.51 ^y	5.74 ^{xy}	5.68 ^y	0.096
SEM	0.079	0.065	0.080	
Leg maet				
Control	6.17 ^{bx}	6.15 ^{by}	6.30 ^{ax}	0.031
Antibiotics	6.26 ^x	6.37 ^x	6.37 ^x	0.049
Herb mix	6.00 ^{by}	6.05 ^{by}	6.19 ^{ay}	0.027
SEM	0.046	0.033	0.031	

¹ Antibiotics (Albac G150) 0.05%, herb mix (*Lonicera japonica* Thunberg : *Morus alba* L. : *Coptis chinensis* = 48.5% : 48.5% : 3.0%) 0.3%.

² Standard errors of the mean (n = 9). ³(n = 9).

^{ab} Different letters within the same row differ significantly (p < 0.05).

^{xy} Different letters within the same column differ significantly (p < 0.05).

생성 등에 의해 pH가 상승하기 때문이라는 보고가있으며(Demeyer and Vandekerckhove, 1979), Bartholmew and Blumer (1997)은 사후 강직 이후 계육 내 아미노산이 분해되어 염기성 기가 노출되기 때문에 pH가 상승한다고 보고하였다. 또한, Lee 등 (1994)은 닭다리육의 pH가 가슴육에 비해 저장 중 높게 나타났다고 보고하였으며, 이는 본 연구 결과와 일치하였다. 실험의 결과를 종합적으로 볼 때 항생제 급여구나 대조구에 비해 복합 한약재 추출물 급여구가 계육의 산화 안정성에 효과적이었으며, 기능성 천연 물질의 급여는 항생제 대체뿐만 아니라 계육의 부가적 기능의 향상 가능성도 기대할 수 있다고 본다.

적 요

천연 한약재인 금은화, 상엽, 황련(48.5 : 48.5 : 3.0)으로부터 얻은 복합 한약재 추출물 0.3%와 항생제(Albac G150) 0.05%를 육계에 각각 급여한 후 닭 가슴육과 다리육의 산화 안정성을 평가하였다. 복합 한약재 추출물이나 항생제 모두 급여하지 않은 구를 대조구로 하였다. 닭가슴육의 총 페놀 함량은 복합 한약재 추출물 급여구가 가장 높았고, 항생제 급여구 및 대조구의 순으로 나타났다. 전자 공여능은 복합 한약재 추출물 급여구가 항생제 급여구에 비해 닭다리육 0일차 저장에서 높게 나타났으며, ABTS⁺ radical 소거 활성 또한 복합 한약재 추출물 급여구가 높은 활성을 나타내었다. 저장 중 지방산패도는 일반적으로 처리구간 차이가 없었다. 실험 결과 항생제 급여구나 대조구에 비해 복합 한약재 추출물 급여구가 계육의 산화 안정성에 효과적이었으며, 기능성 천연 물질의 급여는 항생제 대체뿐만 아니라 계육의 부가적 기능의 향상 가능성도 기대할 수 있다고 본다.

색인어 : 복합 한약재 추출물, 항생제(Albac G150), 산화안정성, 계육

사 사

이 논문은 2007년도 충남대학교 학술연구비의 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사를 드립니다.

인용문헌

Ahn DU, Olson DG, Jo C, Love J, Jin SK 1999 Volatiles pro-

- duction and lipid oxidation on irradiated cooked sausage as related to packaging and storage. J Food Sci 64:226-229.
- Ahn SI, Heung BJ, Son JY 2007 Antioxidative activity and nitrite-scavenging abilities of some phenolic compounds. Kor J Food Cookery Sci 23:19-24.
- 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 *Coptidis rhizoma* and application for cosmetic ingredients. Kor J Herbol 20:83-92.
- Bae JH, Kim MS, Kang EH 2005 Antimicrobial effect of *Lonicerae flos* extracts on food-borne pathogens. Kor J Food Sci Technol 37:642-647.
- Bartholmew DT, Blumer JN 1997 Microbial interactions in country-style hams. J Food Sci 42:498-502.
- Blois MS 1958 Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 181:1190-1200.
- 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.
- Demeyer DI, Vandekerckhove P 1979 Compounds determining pH in dry sausage. Meat Sci 3:161-168.
- Erel O 2004 A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. Clinic Biochem 37:277-285.
- 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. Ani Feed Sci Technol 136:281-296.
- Hernandez F, Madrid J, Garcia V, Orengo J, Megias MD 2004 Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. Poult Sci 83:169-174.
- Hyun SH, Jung SK, Jwa MK, Song CK, Kim JH, Lim S 2007 Screening of antioxidants and cosmeceuticals from natural plant resources in Jeju island. Kor J Food Sci Technol 39: 200-208.
- Keskinel A, Ayres JC, Synder HE 1964 Determination of oxidative changes in raw meats by the 2-thiobarbituric acid method. Food Technol 101.
- 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.

- Lee JE, Jung IC, Kim MS, Moon YH 1994 Postmortem change in pH, VBN, total plate counts and K-value of chicken meat. Kor J Food Sci Ani Resours 14:240-246.
- Lim HJ, Cho KH, Choue R 2005 The effects of functional tea (*Mori folium*, *Lycii fructus*, *Chrysanthemi flos*, *Zizyphi fructus*, *Sesamum Semen*, *Raphani semen*) supplement with medical nutrition therapy on the blood lipid levels and antioxidant status in subjects with hyperlipidemia. Kor J Soc Food Sci Nutr 34(1):42-56.
- Lopez-Bote CJ, Gray JI, Gomaa EA, Fligal 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.
- Min BJ, Kim HJ, Kang CK, Lee SK 2003 Effect of dietary and apocarotenoid acid ethyl ester supplementation on the lipid oxidation of broiler meat during storage. Kor J Food Sci Ani Resour 23(3):209-214.
- Moon JS, Kim SJ, Park YM, Hwang IS, Kim EH, Park JW, Park IB, Kim SW, Kang SG, Park YK, Jung ST 2004 Antimicrobial effect of methanol extracts from some medicinal herbs and the content of phenolic compounds. Kor J Food Preserv 11:207-213.
- Nomura T, Fukai T 1981 Constituents of the cultivated mulberry tree VII. Isolation of three new isoprenoid-flavones, kuwanon D, E and from root bark of *Morus alba* L. Planta Med 42:79-88.
- O'Grady MN, Carpenter R, Lunch PB, O'Brien NM, Kerry JP 2008 Addition of grape seed extract and bearberry to porcine diets: Influence on quality attributes of raw and cooked pork. Meat Sci 78:438-446.
- Park CI, Kim YJ 2004 Effect of mugwort and fish oil addition on the meat quality of chicken. Kor J Food Sci Ani Resour 24:225-231.
- Park EJ, Park KJ, Kim YH 1995 Quality changes of chicken meat during chilled and freeze storage. Kor Food Res Ins 37:249-256.
- 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.
- Salah N, Miller N, Paganga G, Tijburg L 1995 Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. Arch Biochem Biophys 322:339-346.
- Santas J, Carbo R, Gordon MH, Almajano MP 2008 Comparison of the antioxidant activity of two Spanish onion varieties. Food Chem 107:1210-1216.
- Steel RGD, Torrie JH 1980 Principles and Procedures of Statistics: A Biomedical Approach, 2nd Ed. McGraw-Hill Book Company, St. Louis, MO, USA.
- Subramanian KN, Padmanaban G, Sarma PS 1965 Folin-Ciocalteu reagent for the estimation of siderochromes. Anal Biochem 12:106-112.
- Suh SC, Cho SG, Hong JH, Choi YH 2005 Extraction characteristics of flavonoids from *Lonicera flos* by supercritical fluid carbon dioxide (SF-CO₂) with CO-solvent. Kor J Food Sci Technol 37:183-188.
- Tien H, Charlotte D, Ursula T, Josefin Z, Bjorn A 2006 Influence of heat treatment on lipid oxidation and glutathione peroxidase activity in chicken and duck meat. Innov Food Sci & Emerg Technol 7:88-93.
- 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.
- Yamahara J 1976 Central depressive action of *Coptidis rhizoma* and its constituents. Nipp Yaku Zas 72:899-908.

(접수일자: 2008. 03. 07, 채택일자: 2008. 03. 25)