

마늘 부산물을 사료에 첨가 급여한 계육의 총페놀함량, 전자공여능 및 이화학적 특성

김영직*

대구대학교 동물자원학과

Effects of Dietary Supplementation of Garlic by-products on Total Phenol Contents, DPPH Radical Scavenging Activity, and Physicochemical Properties of Chicken Meat

Young-Jik Kim*

*Department of Animal Resource, Daegu University, Kyongsan 712-714, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of garlic by-products on TBARS, WHC (water holding capacity), shear force, pH, total phenol content, DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity, meat color, sensory evaluation, and fatty acid composition of chicken meat. Broiler chicks were fed for 5 wk with experimental diets of 0% garlic by-product (Control), 1% garlic by-product (T1), 2% garlic by-product (T2), and 5% garlic by-product (T3). TBARS and pH were significantly decreased by the supplementation of garlic by-products compared to the control ($p < 0.05$). Compared to the control diet, the total phenol content and DPPH radical scavenging activity were significantly increased by the supplementation of garlic by-products ($p < 0.05$). The total phenol content and DPPH radical scavenging activity of treatment groups were higher than the control; in particular, T3 was significantly ($p < 0.05$) more effective in improving freshness compared to other treatment groups. CIE a^* value of treatment groups (especially T3) showed significantly higher values compared to the control; however, no difference in the CIE L^* and b^* values were observed among treatments. In its fatty acid composition, amounts of linoleic acid and linolenic acid in chicken meat was increased by the supplementation of garlic by-products, but amounts palmitic acid were decreased. In conclusion, supplementation with garlic by-products was effective in decreasing TBARS, pH, and saturated fatty acids, and in increasing total phenol content, DPPH radical scavenging activity, and unsaturated fatty acids.

Key words: garlic by-products, total phenol contents, DPPH radical scavenging activity, TBARS, physico-chemical properties, chicken meat

서 론

오늘날 국민 소득이 높아지고 삶의 질이 향상되면서 건강에 대한 소비자들의 관심이 높아져 기능성 식육을 생산한다든지 육질과 맛이 뛰어난 고품질이고 위생적인 축산물도 요구되고 있다. 그러므로 인체에 무해하고 친환경적인 천연물을 이용한 기능성과 생리활성물질이 축적된 축산물의 생산 필요성이 중요하게 인식되고 있다(Park *et al.*,

1992). 뿐만 아니라 우리나라에서 사용되는 사료는 94%가 수입되어 배합사료의 제조에 이용되고 있어 국제 곡물 가격의 변동에 따라 사료 가격의 등락이 거듭되고 있다. 따라서 국내 부존 자원을 개발하고 적극 활용하여 축산물의 생산 비용을 절감하여 축산물의 경쟁력을 재고해야 하는 상황에 직면하고 있다. 현재 몇몇 국내 부존 자원의 이용 가능성이 확인되었으며, 마늘 부산물도 이용 가능한 자원으로 생각된다. 그러나 마늘 부산물의 이용성에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 마늘 가공 후 발생하는 뿌리와 껍질 및 마늘대는 전량 폐기되고 있으며, 환경오염의 문제가 대두되고 있다.

마늘(*Allium sativum* L.)은 동서양 음식에서 선호되는 양념으로 식용뿐만 아니라 민간 치료제로서 오래 전부터 사

*Corresponding author: Young-Jik Kim, Department of Animal Resource, Daegu University, Kyongsan 712-714, Korea. Tel: 82-53-850-6720, Fax: 82-53-850-6729, E-mail: rladudwlr1@yahoo.ac.kr

용되어 왔으며, 최근 높은 사망률을 나타내는 암이나 고혈압, 동맥경화, 심장질환, 뇌졸중 등의 질환 예방이나 치료에 효능이 있다고 알려지면서 많은 연구가 진행되고 있다 (Amagase *et al.*, 2001; Essman, 1984; Wu and Sheen, 2001). 마늘의 유효성분으로 보고된 allicin은 마늘 특유의 향기성분으로 마늘 조직이 파괴될 때 자체효소인 allinase에 의해 allin이 분해되어 생성된다(Fenelli *et al.*, 1998). 육계를 이용한 실험에서 Qureshi 등(1983)은 마늘 분말을 육계 사료에 첨가하면 HMG-CoA reductase, cholesterol 7 α -hydroxylase와 fatty acid synthetase의 활성을 감소시켜 혈중 LDL-cholesterol을 감소시키고 HDL-cholesterol에는 영향을 주지 않았다고 하였으며, Youn 등(1996)은 육계사료에 마늘을 급여하면 콜레스테롤 함량이 저하되고 복강지방이 감소한다 하였고, Skan 등(1992)은 육계에 2%의 마늘을 2주 동안 급여하면 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 보고한 바 있다. 마늘 가공 후 생기는 마늘 껍질은 그대로 폐기되고 있는 실정이지만 마늘 껍질에는 마늘 육질과 마찬가지로 polyphenols, flavonoid 및 항산화 비타민 등 항산화 성분이 다량 함유되어 있는 것으로 보고되고 있고(Nuria *et al.*, 1999), Nuutila 등(2002)의 연구에 의하면 마늘 육질의 총 polyphenols의 함량이 육질보다 많으며, 껍질의 전자공여능이 육질보다 높다고 보고한 바 있으며, Kim 등(2005a)은 마늘 부산물인 마늘 잎으로부터 분리된 flavonoid 등의 항산화능을 보고하였고, Min 등(2010)은 마늘중 추출물의 항산화 효과를 보고하면서 기능성 식육 제품의 이용가능성을 보고하였다. 그리고 Kim 등(2009)은 마늘 육질과 껍질을 육계에 급여함으로 계육의 지방 함량이 낮아지고, 지방의 산화를 지연시키며, 불포화지방산이 증가된다고 보고하면서 마늘 육질보다는 껍질이 이러한 효과는 우수하다고 하였다.

따라서 본 연구는 환경 오염원으로 인식되고 있는 마늘 부산물을 육계 사료로 활용함으로 폐자원을 효율적으로 활용하여 환경문제를 해결하며, 기능성 계육 생산의 가능성을 모색하고 적정 첨가량을 구명하기 위한 기초 자료를 얻고자 마늘 부산물의 첨가량이 다른 사료를 급여하여 사양실험을 수행한 후 계육에 함유된 항산화 성분 및 계육의 이화학적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험동물

본 실험은 부화 1일령의 Arbor Acre Broiler 무감별 병아리 360수를 4처리 3반복, 반복당 30수를 공시하였고, 사양 시험은 5주간 평사에서 사육하였다. 사료와 물은 자유 채식토록 하였고, 점등은 24시간 실시하였다. 사육실내의 온도는 처음 1주간은 30 \pm 1 $^{\circ}$ C로 한 뒤 매주 2 $^{\circ}$ C씩 감소시켜 시험 종료 마지막 주에는 24 \pm 1 $^{\circ}$ C가 유지되도록 하여

사육하였다. 전기 3주 동안 사료 내 영양소 함량은 조단백질 21.5%로 ME는 3,100 kcal/kg 수준으로 급여하였고, 후기에는 조단백질 19%, ME 3,100 kcal/kg 수준으로 급여하였다. 마늘 부산물은 마늘을 가공하고 난 후의 부산물로 뿌리와 껍질 및 마늘대로서 송풍 건조한 후 분쇄하여 사용하였다. 처리구는 마늘 부산물을 급여하지 않은 대조구(Control), 마늘 부산물 1% 첨가구(T1), 마늘 부산물 2% 첨가구(T2) 및 마늘 부산물 5% 첨가구(T3)로 구분하여 수행하였으며, 예비사양 기간인 처음 1주일만 시험사료를 급여하지 않았으며, 2주째부터 급여하였다. 도체 조성을 조사하기 위해 각 처리구별로 체중이 비슷한 개체 10수씩 임의로 선발하여 경동맥 절단 방법으로 도체한 후 다리살을 이용하여 분석하였다.

조사항목 및 방법

TBARS(Thiobarbituric Acid Reactive Substance)

TBARS는 Witte 등(1970)의 방법에 따라 시료 20 g에 20% Trichloroacetic acid 50 mL를 넣어 균질한 뒤 증류수로 100 mL를 조정하여 Whatman No.1 여과지에 여과한 뒤 여액 5 mL를 취하여 5 mM 2-TBA 용액 5 mL를 넣어 흔든 후 15시간 냉암소에 보관한 후 530 nm에서 흡광도 (Sequoia Tumer Co., USA)를 측정하였다.

보수력(Water Holding Capacity)

보수력은 세절육 10 g을 원심분리관에 넣고 70 $^{\circ}$ C 항온 수조에서 30분간 가열하고 방냉하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 원심분리관의 하부에 분리된 육즙량을 측정하고, 총 수분량을 측정하여 아래 공식에 대입하여 계산하였다.

$$\text{보수력(\%)} = \frac{\text{분리된 수분량(mL)} \times 0.951}{\text{총수분량(g)}} \times 100$$

0.951은 70 $^{\circ}$ C에서 분리된 육즙 중에 순수한 수분함량을 나타낸다.

전단력

전단력은 다리살을 2 \times 2 \times 2 cm 두께로 절단하고 75 $^{\circ}$ C 항온 수조에서 가열 후 방냉하여 근섬유 방향과 평행하게 시료채취기로 취하여 조직측정기(CR-311, Sun Scientific Co, Japan)로 측정하였으며, 하중량 5 kg, 기준위치 40 mm, 작동속도 30 mm/min으로 하였다.

pH

pH는 세절육 10g에 증류수 90mL를 가하고, 교반기(NS-50, Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 pH 측정기(691 pH meter, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

총 페놀 함량

시료 5 g에 80% 에탄올 용액 100 mL를 가하여 환류 냉각기가 부착된 가열판에서 80°C로 2시간 동안 반복 추출한 후 Whatman No. 5로 여과하였다. 여과액을 hexane으로 지방을 제거한 다음 40°C로 진공 농축한 후 80% 에탄올 용액 5 mL로 정량하였다. 정량액 1 mL와 Folin-Denis 시약 3 mL를 혼합하여 30분간 방치한 다음 10% Na₂CO₃ 용액 3 mL를 가하여 혼합하고 1시간 정치시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 garlic acid를 이용하여 작성하였다.

전자공여능(DPPH 라디칼 소거능)

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능은 Blois(1958)의 방법에 준하여 측정하였다. DPPH 16 mg을 100 mL 에탄올에 녹인 후 여과지로 여과하고 냉암소에 보관하였다. 조제한 DPPH 용액 0.8 mL에 에탄올을 2-3 mL를 가하고 10초 동안 강하게 진탕하여 흡광도 값이 0.95-0.99가 되도록 에탄올의 양을 조정하였다. 시료용액 0.2 mL를 취하여 앞에서 조절한 에탄올 1 mL와 DPPH 용액 0.8 mL를 가하여 10초 동안 강하게 진탕하여 10분 동안 방치하고, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 1 mM Ascorbic Acid를 사용하였고 다음 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거능을 계산하였다. DPPH 라디칼 소거능 = (1-시료의 흡광도/대조군의 흡광도)×100

육색

육색은 계육을 절단하여 공기 중에 30분간 노출하여 발색시킨 뒤 색차계(Color difference meter, Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 명도(CIE L*), 적색도(CIE a*), 황색도(CIE b*)를 측정하였다. 이때 사용한 표준색판은 L*=99.11, a*=0.23, b*=0.28인 백색의 보정판을 이용하였고, 5회 반복하여 측정한 후 평균값을 나타내었다.

관능검사

관능검사는 계육의 다리살을 70-80°C의 수조에서 30분 동안 가열한 후 훈련된 10명의 관능검사 요원이 다즙성, 연도, 육향을 5점 척도법으로 실시하였다(5=아주 좋다, 4=중

다, 3=보통이다, 2=싫다, 1=아주 싫다).

지방산 조성

계육의 지방산 분석은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 시료를 세절하여 시료 25 g에 Folch 용액(CHCl₃: CH₃OH = 2:1) 180 mL와 BHT 0.5 mL를 넣고 균질기(2,500 rpm)로 균질화하여 0.08% NaCl 50 mL를 첨가 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 그 후 추출된 지질 50 mg을 시료병에 넣고 4% H₂SO₄(in methanol) 3 mL를 첨가하여 90°C 항온수조에서 20분간 methylation 시킨 후 hexane 3 mL와 증류수 2 mL를 넣고 섞은 다음 상층을 회수하여 GC(GC 14A, Shimadzu, Japan)로 분석하였으며, 이 때 GC의 분석조건으로 컬럼의 초기온도는 140°C에서 시작하여 2°C/min의 속도로 230°C까지 온도를 상승시켜 2분간 유지하였다. 이때 주입기와 검출기의 온도는 240°C와 250°C로 하였다.

통계분석

본 실험에서 얻어진 결과는 SAS program(2002)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구간에 따른 평균간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

TBARS, WHC 및 전단력

마늘 부산물의 첨가수준(0, 1, 2, 5%)에 따라 사육한 계육의 TBARS, WHC 및 전단력은 Table 1과 같다. TBARS는 대조구보다 T1, T2 및 T3에서 낮았으며, T3가 가장 낮은 값을 나타내어($p < 0.05$), 마늘 부산물의 급여는 지방의 산화를 억제하고 마늘 부산물의 급여량이 증가할수록 TBARS는 낮아지는 결과이었다. 식육의 지방산패도가 높아지는 것은 지방분해효소와 미생물 대사 및 자동산화 등에 의해 지방이 분해됨으로 형성되는 분해물질에 의한 것인데(Brewer *et al.*, 1992), 마늘에는 flavonoids와 sulfur-containing compounds같은 polyphenols 물질이 다량 함유되어 있으며(Gorinstein *et al.*, 2005; Nuutila *et al.*, 2002;

Table 1. Effect of dietary supplementation garlic by-products on TBARS, WHC, and shear force of chicken meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
TBARS (mg MA/kg)	0.046±0.004 ^{a2)}	0.039±0.002 ^b	0.039±0.003 ^b	0.033±0.003 ^c
WHC (%)	56.89 ±0.41 ^b	57.08 ±0.81 ^b	58.07 ±0.43 ^a	58.19 ±0.25 ^a
Shear force (kg)	3.73 ±0.21	3.76 ±0.07	3.56 ±0.14	3.67 ±0.26

^{a-b}Means within row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾Control, Basal diet; T1, Basal diet with 1% garlic by-products; T2, Basal diet with 2% garlic by-products; T3, Basal diet with 5% garlic by-products.

²⁾Means±SD.

Ly *et al.*, 2005), 마늘에 함유된 allicin, diallyl disulphide 와 diallyl trisulphide 등 마늘의 휘발성 물질이 항산화 기능을 갖는다고 하였다(Kim *et al.*, 1997). 마늘 껍질에는 마늘 육질과 마찬가지로 polyphenols, flavonoid 및 항산화 비타민 등의 항산화 성분이 많이 함유되어 있으며, 마늘 껍질의 총 polyphenols의 함량이 육질보다 많으며 라디칼 소거능이 육질보다 우수함을 보고하여 마늘 껍질의 항산화 가능성을 보고하였으며(Nuria *et al.*, 1999; Nuutila *et al.*, 2002), Kim 등(2009)은 마늘 육질과 껍질을 계육에 급여하였을 때 마늘 육질보다 껍질의 TBARS 값이 낮아짐을 보고하여 마늘 부산물의 항산화 기능을 보고한 바 있다.

보수성은 대조구와 T1에 비해 T2와 T3에서 높게 나타나 마늘 부산물의 급여량이 증가함에 따라 보수성이 좋아지는 결과이었고, 전단력은 마늘 부산물 급여량이 증가할수록 낮아지는 결과지만 처리구간의 유의성은 없었다.

pH, 총페놀 함량 및 전자공여능

마늘 부산물을 첨가수준에 따라 급여한 계육의 pH, 총페놀 함량 및 전자공여능은 Table 2와 같다. pH는 대조구보다 마늘 부산물 급여구에서 낮았고, T3에서 유의적으로 감소하였다($p<0.05$).

일반적으로 식육에 있어서 pH의 변화에 따라 신선도, 보수력, 육색 및 조직감 등의 품질변화에 영향을 미치는데(Miller *et al.*, 1986), Chen 등(2008)은 마늘 분말을 사료 kg당 1 g을 급여하였을 때 pH가 높아지지만, 2 g을 급여할 경우에는 낮아진다고 보고하여 본 실험과 유사한 경

향이었으나, Holden 등(1998)은 돼지에게 마늘을 급여하였을 때 pH가 상승하고 조리감량이 감소한다고 하여 본 실험과 상반된 결과를 보고하고 있다. 지금까지 매우 다양한 천연 생리활성 식물성 소재들이 소개되고 있고, 이들 소재들은 우수한 항산화 능력과 다양한 약리작용을 지니고 있는 것으로 보고되고 있다(Amella *et al.*, 1985; Hsieh and Yen, 2000).

총페놀함량은 대조구보다 T1, T2 및 T3 등의 마늘 부산물 급여구에서 유의적으로 높았으며, 특히 T3에서 가장 많은 함량을 나타내어 마늘 부산물의 급여량이 증가할수록 높은 함량을 보이고 있다($p<0.05$). 전자공여능은 총페놀함량과 유사하게 대조구보다 마늘 부산물 급여구에서 높은 함량을 보이고 T1과 T2는 유의적인 변화가 없으나 마늘 부산물 5% 급여구인 T3에서 그 함량이 많았다($p<0.05$). 마늘에는 여러 종류의 flavonoids, phenol성 항산화 물질 등이 많이 함유하고 있음을 보고하였는데(Gorinstein *et al.*, 2005; Nuutila *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 1997), 본 실험 결과 마늘 부산물을 급여한 계육에서 총페놀함량과 전자공여능이 향상됨은 마늘 부산물을 급여한 계육의 저장성 개선에 도움이 되리라 판단되고 Table 2의 TBARS와도 관련이 있을 것으로 생각된다.

육색

마늘 부산물을 첨가수준에 따라 급여한 후 도계한 계육의 육색은 Table 3과 같다.

밝기를 나타내는 CIE L*값은 55.68-57.00의 범위로 처

Table 2. Effect of dietary supplementation garlic by-products on the pH, total phenol contents, and DPPH radical scavenging activity of chicken meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
pH	6.05±0.07 ^{a2)}	5.99±0.05 ^{ab}	5.89±0.04 ^b	5.68±0.06 ^c
Total phenol contents(mg GAE/100 g)	73.54±1.13 ^d	75.73±0.61 ^c	78.03±0.82 ^b	80.72±0.68 ^a
DPPH radical scavenging activity (%)	27.04±0.62 ^c	29.43±0.54 ^b	29.68±0.21 ^b	32.09±0.80 ^a

^{a-b}Means within row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

¹⁾Control, Basal diet; T1, Basal diet with 1% garlic by-products; T2, Basal diet with 2% garlic by-products; T3, Basal diet with 5% garlic by-products.

²⁾Means±SD.

Table 3. Effect of dietary supplementation garlic by-products on the meat color of chicken meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
CIE L*	56.48±0.70 ²⁾	55.99±0.91	55.68±0.56	57.00±0.89
CIE a*	10.79±0.58 ^b	12.15±0.43 ^a	12.20±0.58 ^a	12.22±0.38 ^a
CIE b*	9.42±0.17	9.55±0.17	9.62±0.17	9.70±0.21

^{a-b}Means within row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

¹⁾Control, Basal diet; T1, Basal diet with 1% garlic by-products; T2, Basal diet with 2% garlic by-products; T3, Basal diet with 5% garlic by-products.

²⁾Means±SD.

Table 4. Effect of dietary supplementation garlic by-products on the sensory evaluation of chicken meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
Tenderness	4.19±0.07 ^{c2)}	4.34±0.06 ^b	4.55±0.05 ^a	4.55±0.03 ^a
Juiciness	4.46±0.14	4.45±0.09	4.46±0.06	4.47±0.07
Flavor	4.38±0.07	4.38±0.02	4.41±0.06	4.66±0.29

^{a-b}Means within row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾Control, Basal diet; T1, Basal diet with 1% garlic by-products; T2, Basal diet with 2% garlic by-products; T3, Basal diet with 5% garlic by-products.

²⁾Means±SD.

리구간에 일정한 차이가 없었으며 유의성은 없었다. 적색도를 나타내는 CIE a*값은 대조구보다 마늘 급여구에서 높은 결과를 보이고 있으며, 마늘 급여량 차이에 의한 처리구간의 유의적인 변화 없이 마늘 부산물 1% 이상 급여는 적색도를 높이는 결과이었다($p < 0.05$). 황색도를 나타내는 CIE b*값은 마늘 부산물 급여량이 많아질수록 증가하는 경향이나 처리구간에 유의성은 없었다.

육색은 육색소인 myoglobin이 육색소내의 산소유무에 크게 영향을 받는데 육조직내의 효소 활동, 저장온도, 미생물의 오염도, pH 등에 따라 다르며 사료의 영향을 많이 받는다고 하였다(Dugan *et al.*, 1999). Oxy-myoglobin (OxyMb)이 MetMb로 전환되는 이유는 지방산화와 직접적으로 관련이 있으며 항산화 상태에 의존적이고(Yin *et al.*, 1993), 지방산화가 일어나는 동안에 생성되는 free radical이 헴색소를 산화시키며(Faustman and Cassens, 1990), 고기에 항산화 물질을 첨가하면 MetMb 형성이 억제된다 하였다(Greene *et al.*, 1971). Fernandez-Lopez 등(2005)은 마늘의 강한 항산화력을 갖는 성분에 의해 MetMb

형성을 억제하여 L*값이 낮아지고, a*값이 높아진다는 보고와 본 실험의 결과는 유사하였다.

관능검사

마늘 부산물을 첨가수준에 따라 사육한 계육의 관능검사 결과는 Table 4와 같다.

관능검사요원이 평가한 연도는 대조구보다 마늘 부산물 급여구에서 유의적으로 높았고, 다즙성과 육향은 급여구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Birrenkott 등(2002)은 마늘 분말을 3%까지 급여하여도 육색과 육향에는 영향을 미치지 않는다는 보고와 본 실험의 결과는 유사함을 보임으로 육계사료에 마늘 부산물의 이용가능성이 시사된다.

지방산조성 변화

마늘 부산물의 첨가수준에 따라 급여한 계육의 지방산 조성은 Table 5와 같다. 계육의 지방산 조성은 oleic acid, palmitic acid, linoleic acid, palmitoleic acid순이었다. 대조구보다 마늘 부산물 급여구에서 linoleic acid와 linolenic

Table 5. Effect of dietary supplementation garlic by-products on the fatty acid composition (%) of chicken meat

Items	Treatments ¹⁾			
	Control	T1	T2	T3
Myristic acid	0.73±0.01	0.72±0.01	0.73±0.03	0.71±0.01
Palmitic acid	24.13±0.45 ^a	23.95±0.58 ^{ab}	23.22±0.29 ^b	23.13±0.33 ^b
Palmitoleic acid	6.13±0.04	6.12±0.02	6.08±0.10	6.12±0.03
Stearic acid	8.53±0.19	8.35±0.23	8.52±0.24	8.42±0.34
Oleic acid	40.78±0.36	40.42±0.54	41.09±0.33	40.93±0.74
Linoleic acid	17.52±0.31 ^b	18.23±0.22 ^a	18.18±0.08 ^a	18.46±0.04 ^a
Linolenic acid	1.15±0.01 ^b	1.19±0.01 ^b	1.16±0.02 ^b	1.22±0.02 ^a
Arachidonic acid	1.04±0.01	1.03±0.01	1.06±0.03	1.03±0.02
SFA ²⁾	33.37±0.67	33.01±0.34	32.46±0.55	32.25±0.67
UFA ³⁾	66.64±0.67	66.99±0.34	67.54±0.55	67.75±0.67
UFA/SFA	2.00±0.06	2.03±0.03	2.07±0.04	2.09±0.66

^{a-b}Means within row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾Control, Basal diet; T1, Basal diet with 1% garlic by-products; T2, Basal diet with 2% garlic by-products; T3, Basal diet with 5% garlic by-products.

²⁾SFA: saturated fatty acid.

³⁾UFA: unsaturated fatty acids.

acid가 유의적으로 증가하였으며, palmitic acid는 마늘 부산물 급여구에서 감소하는 경향으로 T2와 T3에서 유의적으로 감소하였다. 그리고 마늘 부산물 급여량이 증가함에 따라 포화지방산 함량은 감소하고 불포화지방산의 함량이 증가하는 경향이나 유의성은 없었다. 또한, UFA/SFA가 대조구는 2.00, T1은 2.03, T2는 2.07, T3는 2.09로 대조구보다 마늘 부산물 급여구에서 높았고, 급여량이 많을수록 증가함을 보이고 있지만 통계적 유의성은 없었다

단위동물의 근육 내 지방산 조성은 급여사료를 통해서 변화될 수 있다고 하였는데, Pascual 등(2007)은 급여 지방의 종류가 지방산조성에 영향을 미친다 하였고, Hansen 등(2006)은 목초사료가 지방산조성을 변화시킨다고 보고한 바 있다. 본 실험 결과 마늘 부산물을 육계 사료에 첨가하면 지방산 조성에 영향을 미치는 결과이었다. 일반적으로 불포화지방산이 많을수록 산화에 민감하고 자동산화의 비율이 높고, 조리된 육에서 빠르게 풍미를 저하시킨다고 보고하였는데(Pearson *et al.*, 1983), 본 실험에서 통계적 유의성은 인정되지 않았지만 마늘 부산물을 급여할 경우 불포화 지방산의 함량이 높아진다는 것을 염두에 두고서 지방의 산화를 방지하는데 역점을 두어야 할 것으로 생각된다. Kim 등(2005b)은 마늘 분말을 육계에 급여하면 palmitic acid와 stearic acid의 함량 감소로 포화지방산은 줄어들고, 불포화지방산은 증가한다고 하였다.

요 약

본 시험은 육계에 마늘 부산물을 급여하여 5주간 사육한 계육의 TBARS, WHC, 전단력, pH, 총페놀함량, 전자공여능, 육색, 관능검사 및 지방산조성을 조사하였다. 실험구는 마늘 부산물을 첨가 급여하지 않은 처리구를 대조구, 마늘 부산물 1% 급여구는 T1, 마늘 부산물 2% 급여구는 T2 그리고 마늘 부산물 5% 급여구는 T3 등 4개 처리구로 나누어 사양하였다. 계육의 TBARS, pH는 마늘 부산물 급여구에서 대조구보다 유의적으로 낮았고, 급여량이 증가할수록 더욱 낮아지는 결과를 보임으로 마늘 부산물의 급여는 계육의 저장성 개선에 도움이 되리라 생각된다. 보수성은 대조구보다 T2와 T3에서 높았다($p<0.05$). 총페놀함량과 전자공여능은 대조구보다 마늘 급여구에서 높아졌으며 마늘 부산물 급여량이 증가함에 따라 특히 T3에서 함량이 다소 증가하였다. 육색 중 적색도를 나타내는 CIE a^* 값은 대조구보다 마늘 급여구에서 높았고, 마늘 급여량에 의한 처리구간의 유의적인 변화 없이 마늘 부산물 1% 급여구부터 적색도를 높이는 결과이었고($p<0.05$), CIE L^* 값과 CIE b^* 값은 처리구간에 유의성이 없었다. 지방산 조성 중 linoleic acid와 linolenic acid는 마늘 부산물 급여구에서 증가하였으나 palmitic acid는 감소하였다($p<0.05$). 결론적으로 마늘 부산물의 급여는 pH와 TBARS

가 낮아지고, 총페놀함량이 높아지고 전자공여능이 향상됨으로 계육의 저장성 개선에 도움이 되리라 생각된다.

참고문헌

- Amagase, H., Petesch, B. L., Matsuura, H., Kasuga, S., and Itakura, Y. (2001) Recent advances on the nutritional effects associated with the use of garlic as a supplement: Intake of garlic and its bioactive components. *J. Nutr.* **131**(S3), 955S-962S.
- Amella, M., Bronner, C., Briancon, F., Haag, M., Anton, R., and Landry, Y. (1985) Inhibition of mast cell histamine release by flavonoids and biflavonoids. *Plant Med.* **1**, 16-20.
- Birrenkott, G., Brockenfett, G. E., Owons, M., and Halpin, E. (2000) York and blood cholesterol levels and organoleptic assessment of eggs from hens fed garlic supplement diet. *Poult. Sci.* **79**(Suppl. 1), 75.
- Blois, M. S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **4617**, 1199-2000.
- Brewer, M. S., Ikims, W. G., and Harbers, C. A. Z. (1992) TBA values, sensory characteristic and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effect of packing. *J. Food Sci.* **57**, 558-564.
- Chen, Y. J., Kim, I. H., Cho, J. H., Yoo, J. S., Wang, Q., Wang, Y., and Huang, Y. (2008) Evaluation of dietary L-carnitine or garlic powder on growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, blood profiles and meat quality in finishing pigs. *J. Anim. Feed Sci. Tech.* **141**, 141-152.
- Dugan, M. E. R., Aalhue, J. L., Jeremiah, L. E., Kramer, J. K. G., and Schaefer, A. A. (1999) The effect of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can. J. Anim. Sci.* **79**, 45-52.
- Essman, E. J. (1984) The medical uses of herbs. *Fitoterapi* **55**, 279-289.
- Faustman, C. and Cassens, R. G. (1990) The biochemical basis for discoloration in meat: a review. *J. Muscle Foods.* **1**, 1217-1221.
- Fenelli, S. L., Castro, G. D., Toranzo, E. G., and Castro, J. A. (1998) Mechanism of the preventive properties of some garlic compounds in the carbon tetrachloride promoted oxidative stress. Diallyl sulfide. *Res. Commun. Mol. Pathol. Pharmacol.* **110**(2), 163-169.
- Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Perez-Alvarez, J. A., and Kuri, V. (2005) Antioxidant and antibacterial of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Sci.* **69**, 371-380.
- Folch, J., Lee, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
- Gorinstein, S., Drzewiecki, J., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Najman, K., and Jastrzebski, K. (2005) Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish Ukrainian, and Israel garlic. *J. Agri. Food Chem.* **53**, 2726-2731.
- Greene, B. E., Hsin, I., and Zipser, W. (1971) Retardation

- of oxidative color changes in raw ground beef. *J. Food Sci.* **36**, 940-942.
15. Hansen, L. L., Claudi-Magnussen, C., Jensen, S. K., and Andersen, H. J. (2006) Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Sci.* **74**, 605-615.
 16. Holden, P. J., McKean, J., and Franzenburg, E. (1998) Biotechnicals for pigs-garlic (ASLR1559). 1998 ISU Swine Research Report. p. 12. Iowa State University, Ames. IA. USA.
 17. Hsieh, C. L. and Yen, G. C. (2000) Antioxidant actions of du-zhong (*eucommia ulmoides* oliv) toward oxidative damage in biomolecules. *Life Sci.* **66**, 1387-1400.
 18. Kim, M. Y., Kim, Y. C., and Chung, S. K. (2005a) Identification and *in vitro* biological activities of flavonoids in garlic leaf and shoot inhibition of soybean lipooxygenase and hyaluronidase activities and scavenging of free radicals. *J. Sci. Food Agric.* **85**, 633-640.
 19. Kim, S. M., Kubota, K., and Kobayashi, A. (1997) Antioxidative activity of sulfur-containing flavor compounds in garlic. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **61**, 1482-1485.
 20. Kim, Y. J., Chang, Y. H., and Jeong, J. H. (2005b) Changes of cholesterol and selenium levels, and fatty acid composition in broiler meat fed with garlic powder. *Food Sci. Biotechnol.* **14**(2), 202-211.
 21. Kim, Y. J., Jin, S. K., and Yang, H. S. (2009) Effects of dietary garlic bulb and husk on the physicochemical properties of chicken meat. *Poult. Sci.* **88**, 398-405.
 22. Ly, T. N., Hazama, C., Shimoyamach, M., Ando, H., Kato, K., and Yamauchi, R. (2005) Antioxidative compounds from the outer scale of onion. *J. Agri. Food Chemi.* **53**, 8183-8189.
 23. Miller, W. O., Saffle, R. L., and Zirkle, S. S. (1986) Factors which influence the water holding capacity of various types of meat. *J. Food Technol.* **22**, 1139-1144.
 24. Min, D. R., Park, S. Y., and Chin, K. B. (2010) Evaluation of antioxidative and antimicrobial activities of garlic stem and red cabbage, and their application to pork patties during refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **30**, 291-297.
 25. Nuria, M. C., Goni, I., and Larrauri, J. A. (1999) Reduction in serum total and LDL cholesterol concentration by a dietary fiber and polyphenol-rich grape product in hypercholesterolemic rats. *Nutr. Res.* **9**, 1371-1381.
 26. Nuutila, A. M., Puupponen-Pimia, R., Aarmi, M., and Oksman-Caldentey, K. M. (2002) Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chem.* **81**, 485-493.
 27. Park, U. T., Jang, D. S., and Cho, H. R. (1992) Antimicrobial effect of lithospermiradix (*Lithospermum erythrorhizon*) extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* **21**, 97-100.
 28. Pascual, J. V., Rafecas, M., Canela, M. A., Boaatella, J., Bou, R., and Barroeta, A. C. (2007) Effect of increasing amounts of a linoleic rich dietary fat on the fat composition of four pigs breeds. *Food Chem.* **100**, 1639-1648.
 29. Pearson, M. D., Gray, J. I., Wolzak, A. M., and Horenstein, N. A. (1983) Safety implication of oxidized lipids in muscle foods. *Food Technol.* **37**, 121-129.
 30. Qureshi, A. A., Abuimeileh, N., Din, Z. Z., Elson, C. E., and Burger, W. C. (1983) Inhibition of cholesterol and fatty acid biosynthesis in liver enzymes and chicken hepatocytes by polar fraction of garlic. *Lipids* **18**, 343-348.
 31. SAS Institute Inc. (2002) SAS/STAT User's Guide: Version 8.2. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
 32. Skan, D., Bermer, Y. N., and Rabinowitch, H. (1992) The effect of dietary onion and garlic on hepatic lipid concentrations and activity of antioxidative enzymes in chicks. *J. Nutr. Biochem.* **3**, 322-325.
 33. Witte, V. C., Krause, G. F., and Baile, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 352-358.
 34. Wu, C. C. and Sheen, L. Y. (2001) Effects of organosulfur compounds from garlic oil on the antioxidation system in rat liver and red blood cells. *Food and Chemical Toxicology* **39**, 563-569.
 35. Yin, M. C., Faustman, C., Riesen, J. W., and Williams, S. N. (1993) α -tocopherol and ascorbate delay oxy-myoglobin and phospholipid oxidation *in vitro*. *J. Food Sci.* **58**, 1273-1276.
 36. Youn, B. S., Nam, K. T., Kim, C. W., Kang, C. W., Ohtani, S., and Tanaka, K. (1996) Effects of dietary garlic supplementation on performance and HMG-CoA reductase in broiler chicks. *Korean J. Poult. Sci.* **23**, 129-134.

(Received 2010.6.1/Revised 2010.10.4/Accepted 2010.10.13)