

Quercetin의 급여가 육계 다리육의 산화 안정성에 미치는 영향

장애라[†] · 박정은 · 김상호 · 채현석 · 함준상 · 오미화 · 김현욱 · 설국환 · 조수현 · 김동훈
농촌진흥청 국립축산과학원

Effect of Dietary Supplementation of Quercetin on Oxidative Stability of Chicken Thigh

Aera Jang[†], Jung-Eun Park, Sang-Ho Kim, Hyun-Seok Chae, Jun-Sang Ham, Mi-Hwa Oh, Hyoun-Wook Kim,
Kuk-Hwan Seol, Soo-Hyun Cho and Dong-Hun Kim

National Institute of Animal Science, RDA, Republic of Korea

ABSTRACT This study was carried out to determine the effect of dietary supplementation of quercetin and methoxylated quercetin extracted from onions on oxidation of chicken thigh during cold storage. For 35 days, 1-day-old 320 broiler chicks (Ross) were divided into 8 groups and supplemented the diet; basal diet only (T1), T1 with antibiotics (T2), vitamin E 20 IU (T3), vitamin E 200 IU (T4), quercetin 20 ppm (T5), quercetin 200 ppm (T6), methoxylated quercetin 20 ppm (T7), methoxylated quercetin 200 ppm (T8). After slaughtering the broilers, thigh meats were collected and analyzed the oxidation stability during storage at 4°C for 7 days. Volatile basic nitrogen (VBN) was ranged from 10.98~15.37 mg% until day 3 and quercetin 20 ppm (T5) significantly reduced ($p<0.05$) the VBN value of thigh as much as antibiotics treatment group (T2). The supplementation of quercetin at a 200 ppm level significantly reduced 2-thiobarbituric acid reactive substances value when compared with the control. Supplementation of 20 ppm quercetin also affected fatty acid composition of chicken thigh and resulted in increase of C18:1w9 and decrease of C18:2w6 on day 3. In microbes of chicken thigh during storage, supplementation of 20 ppm quercetin significantly reduced total microbes compare to control on day 7 ($p<0.05$). There was no effect on the number of coliforms in thigh with quercetin diet. From these results, the dietary supplementation of 20 ppm of quercetin may have effects on enhancing oxidation stability.

(Key words : quercetin, broilers, oxidation, VBN, TBRAS)

서 론

닭고기는 고단백 저칼로리의 대표적인 육류로서, 우리나라 1인당 연간 소비량은 6.9 kg(2000)에서 2002년엔 8.0 kg, 2006년에는 8.6 kg으로 점차 증가하고 있다(MAF, 2007). 특히 닭고기는 도살 과정 및 복잡한 유통 과정을 통해 쉽게 미생물에 오염되며 닭 껍질 자체의 지방으로 인한 변패 속도도 빨라서 위생적 취급이 매우 중요하다(안 등, 2008). 또한 닭고기의 지방 산화는 식육의 가공, 조리, 냉장 저장 과정에서 중요한 문제가 된다. 이는 지방 산화가 이루어지면 식육의 색, 냄새, 풍미의 감소가 일어나고 저장 기간이 단축되기 때문이다. 가금육은 저지방이면서 상대적으로 높은 불포화 지방산을 함유하는 영양학적으로 바람직한 식품이지만, 이 높은 불포화지방산 때문에 역시 지방 산화에 취약하다. 한편, 식품의 저장 기간을 증가시키기 위해 합성 항산화제가

이용이 되고 있다. 그러나 일반적으로 알려진 합성 항산화제인 butylated hydroxytoluene와 butylated hydroxyanisole는 독성학자들에 의해 잠재적인 발암 가능 인자로서 의구심이 제기되고 있는 실정이다(Reishe et al., 1998). 아울러서 전반적인 소비자들의 합성 식품첨가제에 대한 거부 반응이 지속적으로 증가하고 있어 이를 대체하기 위한 천연 첨가제에 대한 관심이 증가하고 있다(Jang et al., 2008; Brenes and Roura 2010, 최준호 등, 2008). 이러한 소비자의 관심을 바탕으로 지방 산화를 억제하고 가축의 건강을 유지하고 축산물의 생산성과 품질을 향상시키기 위해 최근 사료에 천연 항산화 물질을 첨가하여 급여하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 그 예로 비타민 E, 로즈마리, 녹차, oregano 추출물 등 식물 추출물이 이용되었고, 매우 간편하고 효과적인 방법으로 알려지게 되었다(O'Neill et al., 1999; Govaris et al., 2007; Tang et al., 2001). 플라보노이드는 다양한 화학 구조와 고유의 특성을

[†] To whom correspondence should be addressed : ajang@korea.kr

가진 폴리페놀 화합물로서 거의 모든 고등식물에 존재하고 있고, 일종의 색소로서 식물의 색과 풍미에 영향을 미친다 (Hwang, 2009). 모든 플라노이드는 항산화 특성이 있고, 이들 골격의 기본 화학 구조에 따라 flavonols, flavones, isoflavones, flavanones, anthocyanidins, flavanols 등으로 구분된다 (Hwang, 2009). Quercetin은 flavonols로 polyphenol 화합물이며 양과에 다량 함유되어 있으며, free radical 소거, 지질 과산화 억제, 발암 물질의 활성 감소, 암세포 저해, 변이암세포의 활성 억제 등 광범위한 기능성이 보고되고 있다 (Jin et al., 2009; Leighton et al., 1992). 이외에도 항균, 항바이러스, 항알레르기, 면역 조절, 항염증, 간 손상 보호, 위궤양 예방, 항혈전, 항고혈압, 항당뇨 등의 기능성이 보고되고 있다 (Hwang, 2009, Farombi and Onyema, 2006). 그러나 quercetin은 생물 이용성이 낮아 그 이용이 제한적이다. 이는 hydroxylated flavonoids인 quercetin이 *in vivo* 상태에서 신속하게 대사되어 배설되고 transcellular 수송이 낮은 단점이 있기 때문이다 (Lee et al., 2010). 이를 보완하기 위해 methoxylation 처리하여 대사 안정성과 세포내 수송율을 높일 수 있다. Vincent et al.(2005)은 quercetin을 돼지에 급여했을 때 간과 신장에 높은 수준으로 잔류하고, 뇌, 심장, 비장 및 근육에는 미량이 축적된다고 하였다. Cho et al.(2010)은 산양에 200 ppm의 quercetin의 급여가 도축 직후 2,2'-azinobis-3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS⁺) radical 소거 능력이 높았다고 하였으며, 관능 검사에서도 색, 조직감, 전반적인 선호도에서 유의적으로 높은 점수를 나타내었다고 하였다. 또한, Gowda et al.(2004)은 사료내 발생할 수 있는 아플라톡신 B1을 억제하기 위해 양과를 사료에 0.5, 1.0% 첨가하였을 때 각각 73, 77%의 억제 효과를 나타내었다고 보고하였다. 위와 같이 quercetin의 다양한 기능성이 보고되고 있음에도 불구하고, 이러한 천연 물질이 동물 근육의 항산화성에 미치는 연구 결과는 아직도 논란의 여지가 많고 (Vichi et al., 2001), 또한 닭의 사료내 첨가된 quercetin의 효과에 대해서는 아직까지 알려진 바가 거의 없다. 따라서 본 연구는 육계 사료내 항생제 및 quercetin과 methoxylated quercetin (각각 20과 200 ppm), 비타민 E를 각각 20과 200 IU 급여하여 닭다리살의 냉장 저장 중의 산패 억제 효과를 알아보기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 처리

육계(1일령, Ross) 320마리를 수원 근처의 부화장에서 구

입하였다. 병아리는 무작위로 8개의 군으로 나누었다. 즉, 대조군(T1)은 항생제가 첨가되지 않은 기본 사료를 급여하였으며, 기본 사료에 항생제(avilamycin 10 ppm + salinomycin 60 ppm) 첨가(T2) 기본 사료에 vitamin E 20 IU 첨가 급여(T3), 기본 사료에 vitamin E 200 IU 첨가 급여(T4), 기본 사료에 quercetin 20 ppm(T5) 첨가 급여, 기본 사료에 quercetin 200 ppm(T6) 첨가 급여, 기본 사료에 methoxylated quercetin 20 ppm(T7) 첨가 급여, 기본 사료에 methoxylated quercetin 200 ppm(T8) 첨가 급여군으로 나누어 35일간 전기(1~21일)와 후기(22~35일)로 구분하여 공시하였다. 본 연구에 이용한 quercetin은 건조 양과 1 kg을 마쇄하여 주정 2 L를 가해 72시간 동안 빛을 차단하고 침지시킨 후 감압 여과하여 잔류물을 동일한 방법으로 2회 더 반복 추출하였다. 이 여과액을 40°C에서 감압 농축한 후 영하 90°C에서 동결 건조하여 실험에 이용하였다. 또한 quercetin보다 대사 안정성이 높은 methoxylated quercetin은 Lee et al.(2010)의 방법에 따라 효소공학적 방법을 이용하여 대장균에 과발현시킨 후 추출하여 이용하였다. 대조군의 사료와 처리군의 사료의 에너지와 단백질 수준은 첨가물과 함께 동일하게 맞추어서 급여하였다. 시험 실시 후 36일에는 육계들을 처리구당 10수씩 무작위로 선별하여 도살한 후 바로 위생적으로 다리육을 발골하여 이화학적 품질 분석에 이용하였다.

2. 조사 항목 및 분석 방법

1) 휘발성 염기태질소 함량(Volatile Basic Nitrogen, VBN)

VBN 측정을 위해 시료 10 g을 취해서 증류수 70 mL와 함께 혼합하고, 100 mL volumetric flask로 옮겨 100 mL로 맞추었다. 다시 여과지를 이용하여 여과한 다음 여과액 1 mL를 Conway unit 외실에 넣고, 내실에는 0.01N boric acid 1 mL와 Conway reagent 50 μ L(0.066% methyl red:bromocresol green/EtOH=1:1)를 떨어뜨렸다. 뚜껑과 접착 부위에 글리세린을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% potassium carbonate 1 mL를 외실에 주입하였으며, 즉시 밀폐하여 섞어주었다. 이후 37°C에서 120분간 방치 후 0.02 N 황산으로 적정하여 무색이 되는 양을 측정하였다. VBN 함량은 아래의 식을 이용하여 계산하였으며, S 는 시료 무게(g), a 는 시료 부피(mL), b 는 blank 부피(mL), f 는 황산의 factor이다.

$$\text{VBN mg\%} = (a - b) \times f \times 0.01 \times 14.007 / S \times 100 \times 100$$

2) 지방산패도

시료 5 g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50 μ L와 증류수 15 mL를 첨가하여 균질화한 후 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 여기에 2 mL 20mM thiobarbituric acid(TBA)/10% trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90°C의 항온수조에서 15분간 열처리한 후 냉각시켜 2,700 \times g에서 10분간 원심분리하였다. 원심 분리한 시료의 상층을 회수하여 531 nm에서 흡광도(O.D.)를 측정하였다. TBARS 값은 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$\text{TBARS value (mg malondialdehyde/kg)} = \text{O.D.} \times 5.88$$

3) 지방산 조성

닭다리육의 지방산 조성 분석은 Folch et al.(1957)의 방법에 따라 지방을 추출한 후 methylation은 Morrison and Smith (1964)의 방법을 이용하여 gas chromatography(Star 3600, Varian, USA)를 이용하여 분석하였다. 컬럼은 silica capillary column (Omegawax 205, 30 m \times 0.32 mm I.D. 0.25 μ m film thickness)이었으며, 주입기 온도는 250°C, 검출기 온도는 260°C로 유지하였다. 이동상은 질소가스를 이용하였으며, 전체 피크 면적에 대한 비율로 계산하였다.

4) 미생물 오염도

미생물 오염도 검사는 멸균된 polyethylene bag에 각 처리된 시료 1 g을 넣고 증류수 9 mL를 넣은 후 16,000 rpm에서 약 3분간 균질화하였다. 그 후 멸균된 피펫을 이용하여 1 mL씩 연속 희석법을 통해 희석한 후 희석액 0.1 mL씩 일반 세균용 및 대장균군용 페트리 필름(3M Health, St. Paul, Minnesota, USA)에 분주하여 37°C에서 48시간 배양 후 총 균수와 대장균군수를 계수하였다.

3. 통계처리

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(1995)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고, Duncan의 multiple range test를 이용하여 처리간 유의성을 95% 신뢰수준에서 검증하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 휘발성 염기태질소 함량(VBN)

육계 사료에 quercetin과 methoxylated quercetin을 20, 200 ppm의 농도로 처리하여 닭다리살의 저장 중 휘발성 염기태질소 함량 생산에 미치는 영향은 Table 1에 나타내었다. 저장일별 처리군간의 차이는 도계 직후에 대조군에 비해 비타민 E 200 ppm 처리군(T4)에서 10.84 \pm 0.36 mg%로 가장 낮은 수준을 보였으며, 항생제 처리군(T2)과 quercetin 20 ppm 처리군(T5)은 각각 10.98 \pm 0.27, 11.25 \pm 0.27 mg%를 나타내어 quercetin 20 ppm 처리군이 항생제 처리군과 유사한 단백질 변패 억제 효과($p < 0.05$)를 나타냄을 보였다. 저장 3일에는 대조군보다 항생제처리군(T2), 비타민 E처리군(T3, T4)과 quercetin 20 ppm 처리군(T5)에서 유의적인 감소를 나타내어 quercetin 20 ppm의 높은 단백질 변패 억제 효과를 보였다($p < 0.05$). 도계 직후와 냉장 저장 3일 동안의 VBN 함량은 10.98~15.37 mg%을 보여 우리나라 식품공전상의 제시된 신선육의 범위인 20 mg% 이내의 수준으로 신선함을 보였으나, 저장 7일에는 모든 처리군에서 20 mg% 초과하여 단백질이 변패되었음을 나타내었다. 저장 7일의 경우는 비록 모든 처리군에서 단백질 변패 한계인 20 mg% 이상을 보였지만, 항생제 처리군(T2)과 비타민 E 200 ppm 처리군(T3)에서 유의적인 감소를 보였다($p < 0.05$). 반면, methoxylated quercetin은 단백질 변패 억제

Table 1. Volatile basic nitrogen (VBN, mg%) contents of legs of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin for during cold storage

Day	Treatments							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
0	12.17 \pm 0.16 ^{Cc}	10.98 \pm 0.27 ^{EFc}	11.43 \pm 0.16 ^{Dc}	10.84 \pm 0.36 ^{Fb}	11.25 \pm 0.27 ^{DEb}	13.31 \pm 0.14 ^{Bc}	12.53 \pm 0.16 ^{Cc}	13.86 \pm 0.14 ^{Ac}
3	12.81 \pm 0.16 ^{Cb}	11.75 \pm 0.35 ^{Db}	12.17 \pm 0.42 ^{Db}	11.80 \pm 0.27 ^{Db}	12.03 \pm 0.70 ^{Db}	14.31 \pm 0.29 ^{Bb}	14.04 \pm 0.08 ^{Bb}	15.37 \pm 0.27 ^{Ab}
7	26.62 \pm 0.48 ^{BCa}	24.88 \pm 0.16 ^{Da}	22.32 \pm 0.16 ^{Ea}	25.89 \pm 1.58 ^{CDa}	27.53 \pm 1.35 ^{ABa}	24.97 \pm 0.27 ^{Ba}	28.13 \pm 0.14 ^{Aa}	27.21 \pm 0.21 ^{ABCa}

^{a-c} Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

^{A-F} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

T1: Basal diet, T2: T1+antibiotics, T3: T1+vitamin E 20 IU, T4: T1+vitamin E 200 IU, T5: T1+quercetin 20 ppm, T6: T1+quercetin 200 ppm, T7: T1+methoxylated quercetin 20 ppm, T8: T1+methoxylated quercetin 200 ppm.

작용이 없는 것으로 나타났다. 단백질 변패가 진행되면서 육 단백질은 아미노산, 저분자 무기태 질소 등으로 분해되고, 그 중 암모니아 질소는 육의 선도 관정에 유효하게 이용될 수 있다(안 등, 2001). 본 실험 결과 20 ppm의 농도에서 quercetin의 단백질 변패 억제 효과를 보인 것은 quercetin이 항산화 물질이면서 또한 항균 효과도 갖고 있어(Nishino et al., 1987; Hernandez et al., 2000) 미생물의 성장을 억제시켜 단백질 분해 작용을 억제한 것으로 판단이 되며, 추후 육계 사료의 첨가제로서 사용이 기대된다.

2. 지방산패도(TBARS)

일반적으로 식육의 저장 기간 동안 식육내 존재하는 지방산이 분해되면서 생성되는 여러 가지 물질 중에서 malonaldehyde와 2-thiobarbituric acid와 결합하여 생기는 분홍색 물질의 강도를 UV-spectrophotometer에 의해 측정된 값으로 값이 클수록 지방산패도가 크다는 것을 의미한다(안 등, 2008). 육계 급여 사료 내 20, 200 ppm의 quercetin의 첨가 급여가 닭고기 다리육의 냉장 저장 0, 3, 7일 동안의 지방산패 억제에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 도계 직후 다리살의 지방산패도는 대조군보다 비타민 E 200 IU급여한 T4에서 가장 낮은 값을 나타내었으며, 이 값은 항생제 처리구인 T2, quercetin 200 ppm 첨가구인 T5와 유의적인 차이를 나타내지 않아 비타민 E 200 IU와 유사한 항산화력을 나타냄을 보여주었다($p < 0.05$). 냉장 저장(4°C) 3일째의 처리군별 닭다리살의 지방산패 정도는 대조군과 항생제 처리군(T2), 비타민 E 처리군(T3, T4), quercetin 처리군(T5, T6)간의 차이는 보이지 않아 지방산패를 억제하지 않았으나 quercetin 유도체인 methoxylated quercetin 처리군(T7, T8)은 대조군보다 지방산패가 가속화 되었음을 나타내었다($p < 0.05$). 저장 7일째에는 지방산패도가 급격하게 증가하여 대조군에서 0.482

mg malonaldehyde(MA)/kg이었으나, 비타민 E 처리군(T3, T4)은 유의적인 감소($p < 0.05$)를 나타내었으나, quercetin 처리군은 대조군과 차이를 볼 수 없었다. 그러나 methoxylated quercetin 200 ppm 처리군의 경우 대조군에 비해 유의적으로 지방산패 억제 활성을 나타내어 비타민 E 처리군과 유사한 특성을 나타내었다($p < 0.05$). 한편, 항생제 처리군은 저장 7일 후 대조군보다 오히려 닭다리살의 지방산패가 증진되는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 高坂(1975)은 지방산패도가 0.5 mg MA/kg 이상에서 산패취를 느낄 수 있다고 하였고, Brewer et al.(1992)은 지방산패시점을 0.20 mgMA/kg으로 선정하고, 이 수준 이하의 범위가 신선한 식육의 범위로 간주하고 있어 본 연구 결과 저장 3일의 경우 methoxylated quercetin 처리군의 경우에만 오히려 대조군보다 높은 지방산패도를 나타내어 지방산패 억제 활성이 없음을 나타내었다. Maraschiello et al.(1999)은 브로일러 사료 내 200 ppm 수준의 α -tocopherol 공급은 닭고기의 TBARS를 감소시킨다고 하였고, Young et al.(2003)은 닭에게 고도 불포화지방산을 함유하는 식물성 기름과 함께 ascorbic acid 200 ppm과 α -tocopherol 200 ppm의 공급은 TBARS 증가를 보호해 준다고 하였다.

안 등(2001)은 오리에 양파 엑기스 5%를 첨가 급여 후에 가슴육의 지방산패 진행이 억제되었다고 보고하였는데, 일반적으로 육의 지방은 숙성 과정에 지방 분해 효소에 의해 가수분해적인 변화와 미생물 대사에 의한 산화적 변화가 일어나면서 탄소 복합물, 알코올, 케톤, 알데하이드 등에 의해 TBA값이 증가하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 강력한 항산화제로 알려진 butylated hydroxytoluene (BHT)과 토코페롤 등은 방향족 고리와 OH기를 가지고 있어 free radical 반응을 억제하여 산화 방지제로 이용되는데, 양파 내 다량 존재하는 quercetin은 이러한 산화 방지제와 같은 방향족 고리와 OH기를 갖고 있어 항산화 효과를 나타내는 것으로 판단

Table 2. 2-Thiobarbituric acid contents (TBARS, mg MA/g) of legs of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin during cold storage

Day	Treatments							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
0	0.11 ± 0.01 ^{Bc}	0.08 ± 0.02 ^{CDc}	0.08 ± 0.01 ^{CDc}	0.07 ± 0.01 ^{Dc}	0.08 ± 0.00 ^{CDb}	0.11 ± 0.03 ^{Bc}	0.09 ± 0.02 ^{BCb}	0.18 ± 0.02 ^{Ab}
3	0.17 ± 0.03 ^{Cb}	0.16 ± 0.02 ^{Cb}	0.17 ± 0.04 ^{Cb}	0.14 ± 0.06 ^{Cb}	0.13 ± 0.02 ^{Cb}	0.16 ± 0.04 ^{Cb}	0.30 ± 0.07 ^{Ab}	0.23 ± 0.03 ^{Bb}
7	0.48 ± 0.07 ^{Ba}	0.70 ± 0.07 ^{Aa}	0.26 ± 0.05 ^{Ca}	0.31 ± 0.02 ^{Ca}	0.40 ± 0.11 ^{BCa}	0.47 ± 0.16 ^{Ba}	0.70 ± 0.22 ^{Aa}	0.31 ± 0.07 ^{Ca}

^{a-c} Means with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

^{A-D} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

T1: basal diet, T2: T1+antibiotics, T3: T1+vitamin E 20 IU, T4: T1+vitamin E 200 IU, T5: T1+quercetin 20 ppm, T6: T1+quercetin 200 ppm, T7: T1+methoxylated quercetin 20 ppm, T8: T1+methoxylated quercetin 200 ppm.

된다(안 등, 2001).

3. 지방산 조성

닭다리육의 지방산 조성 분석 결과는 Table 3~5와 같다. 닭다리육에서는 주로 palmitic acid(C16:0)와 oleic acid(C18:1w9), linoleic acid(C18:2w6)가 주로 차지하고 있으며, 저장기간 동안 포화지방산은 25.42~30.03%를, 불포화지방산의 분포는 72.75~74.58%를 보였다. 도계 직후의 처리군별 지방산 조성을 보면 C18:1w9의 경우 quercetin 20 ppm의 처리군에서 비타민 E 처리군보다는 다소 높은 수준을 보였으나, 대조군과의 차이는 볼 수 없었다. C18:2w6의 경우, 대조군보다 비타민 E

처리군이 유의적으로 높은 함량을 보였으며, methoxylated quercetin도 대조군보다 높은 함량을 나타내었으나, quercetin 20 ppm 처리구는 대조군과 차이가 없었다. 저장 3일에는 비타민 200 IU 처리군(T4)과 quercetin 20 ppm(T5)의 C18:1w9 함량이 대조군에 비해 높았으나, C18:2w6는 비타민 200 IU 처리군(T4)과 함께 오히려 대조군보다 감소하였음을 보였다 ($p<0.05$). 항생제 처리군(T2)과 비타민 E 200 IU(T4) 처리군은 불포화지방산/포화지방산의 비율이 대조군보다 오히려 감소하였다. 저장 7일째에는 C18:1w9은 대조군과 모든 처리기간의 유의차가 없었으며, C18:2w6는 methoxylated quercetin 200 ppm (T8)처리군에서 낮은 값을 보인 것을 제외하고는

Table 3. Fatty acid composition of legs of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin (cold storage day 1)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
C14:0	0.44±0.02 ^A	0.38±0.00 ^B	0.34±0.13 ^B	0.41±0.22 ^{AB}	0.44±0.11 ^B	0.43±0.02 ^A	0.39±0.24 ^B	0.39±0.01 ^B
C16:0	21.82±0.03 ^A	20.13±0.04 ^A	19.58±0.04 ^{AB}	19.60±0.01 ^{AB}	21.61±0.01 ^A	21.27±0.10 ^A	18.85±0.25 ^B	19.92±0.52 ^{AB}
C16:1n7	3.93±0.01 ^{AB}	4.16±0.05 ^A	2.66±0.23 ^B	3.19±0.01 ^{AB}	4.21±0.03 ^A	3.43±0.01 ^{AB}	3.31±0.23 ^{AB}	2.52±0.18 ^B
C18:0	7.77±0.03 ^{AB}	6.73±0.01 ^B	7.39±0.14 ^{AB}	7.36±0.15 ^{AB}	7.37±0.01 ^{AB}	7.59±0.01 ^{AB}	8.05±0.01 ^A	7.52±0.24 ^{AB}
C18:1n9	37.70±0.02	36.68±0.01	31.22±0.12	31.96±0.11	36.72±0.01	31.89±0.15	34.03±0.22	32.34±0.22
C18:2n6	24.44±0.21 ^B	29.12±0.02 ^B	34.90±0.01 ^A	33.30±0.01 ^A	26.72±0.11 ^B	32.25±0.12 ^A	31.64±0.26 ^{AB}	33.18±0.36 ^A
C18:3n6	0.30±0.02 ^A	0.22±0.01 ^B	0.29±0.27 ^B	0.30±0.01 ^A	0.20±0.10 ^B	0.23±0.01 ^B	0.25±0.42 ^B	0.23±0.27 ^B
C18:3n3	2.13±0.32 ^A	1.54±0.02 ^B	2.18±0.26 ^A	1.84±0.12 ^{AB}	1.54±0.01 ^B	1.79±0.15 ^{AB}	1.52±0.11 ^B	2.05±0.29 ^A
C20:1n9	0.40±0.33 ^A	0.17±0.10 ^B	0.25±0.05 ^{AB}	0.25±0.01 ^{AB}	0.40±0.01 ^A	0.23±0.12 ^{AB}	0.20±0.19 ^{AB}	0.38±0.33 ^A
C20:4n6	1.08±0.01 ^B	0.86±0.02 ^{BC}	1.19±0.06 ^B	1.79±0.01 ^A	0.80±0.01 ^{BC}	0.89±0.24 ^{BC}	1.76±0.26 ^A	1.47±0.47 ^{AB}
C22:4n6	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
SFA	30.03±0.45 ^A	27.25±0.22 ^B	27.31±0.23 ^B	27.37±0.25 ^B	29.42±0.27 ^A	29.29±0.33 ^A	27.28±0.64 ^B	27.83±0.35 ^B
USFA	69.97±0.34 ^B	72.75±0.26 ^A	72.69±0.25 ^A	72.63±0.37 ^A	70.58±0.29 ^{AB}	70.71±0.29 ^B	72.72±0.37 ^A	72.17±0.28 ^A
Mono	42.03±0.44 ^A	41.01±0.52 ^{AB}	34.13±0.34 ^B	35.39±0.29 ^B	41.33±0.26 ^{AB}	35.54±0.33 ^B	37.54±0.26 ^B	35.24±0.45 ^B
Poly	27.94±0.21 ^B	31.74±0.35 ^{AB}	38.56±0.26 ^A	37.23±0.54 ^A	29.25±0.37 ^B	35.17±0.21 ^{AB}	35.18±0.64 ^{AB}	36.93±0.25 ^A
n3	2.13±0.22 ^A	1.54±0.21 ^B	2.18±0.41 ^A	1.84±0.56 ^B	1.54±0.35 ^B	1.79±0.64 ^B	1.52±0.26 ^B	2.05±0.19 ^A
n6	25.82±0.36 ^B	30.19±0.01 ^{AB}	36.38±0.42 ^A	35.40±0.51 ^A	27.72±0.46 ^B	33.38±0.29 ^{AB}	33.65±0.74 ^{AB}	34.87±0.27 ^A
n6/n3	12.15±0.32 ^C	19.55±0.43 ^{AB}	16.66±0.26 ^B	19.27±0.53 ^{AB}	18.05±0.37 ^{AB}	18.64±0.01 ^{AB}	22.07±0.55 ^A	16.97±0.41 ^B
MUFA/SFA	1.40±0.25 ^B	4.50±0.23 ^A	1.25±0.34 ^B	1.29±0.34 ^B	1.40±0.26 ^B	1.21±0.24 ^B	1.38±0.38 ^B	1.27±0.23 ^B
PUFA/SFA	0.93±0.26 ^B	1.16±0.11 ^{AB}	1.41±0.33 ^A	1.36±0.36 ^A	0.99±0.01 ^{AB}	1.20±0.36 ^{AB}	1.29±0.41 ^{AB}	1.33±0.47 ^A

^{A-C} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P<0.05$).

T1: basal diet, T2: T1+antibiotics, T3: T1+vitamin E 20 IU, T4: T1+vitamin E 200 IU, T5: T1+quercetin 20 ppm, T6: T1+quercetin 200 ppm, T7: T1+methoxylated quercetin 20 ppm, T8: T1+methoxylated quercetin 200 ppm.

Table 4. Fatty acid composition of legs of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin (cold storage day 3)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
C14:0	0.44 ± 0.00 ^{AB}	0.44 ± 0.02 ^{AB}	0.46 ± 0.05 ^A	0.45 ± 0.00 ^{AB}	0.40 ± 0.03 ^B	0.41 ± 0.02 ^{AB}	0.40 ± 0.00 ^B	0.42 ± 0.08 ^{AB}
C16:0*	18.45 ± 0.28 ^C	19.23 ± 3.20 ^{BC}	21.07 ± 0.75 ^{AB}	21.60 ± 1.37 ^A	20.36 ± 0.21 ^{ABC}	19.70 ± 1.20 ^{ABC}	19.45 ± 2.45 ^{ABC}	18.96 ± 0.68 ^{BC}
C16:1n7	3.00 ± 0.25 ^B	4.09 ± 1.71 ^{AB}	4.09 ± 0.39 ^{AB}	4.00 ± 0.36 ^{AB}	4.42 ± 0.81 ^A	3.60 ± 0.35 ^{AB}	3.78 ± 1.43 ^{AB}	3.27 ± 0.07 ^{AB}
C18:0*	7.54 ± 0.25 ^{AB}	8058 ± 2.50 ^A	7.02 ± 0.15 ^B	7.80 ± 1.28 ^{AB}	6.37 ± 0.14 ^B	6.50 ± 1.04 ^B	6.43 ± 0.52 ^B	6.43 ± 0.06 ^B
C18:1n9*	32.67 ± 2.08 ^C	38.70 ± 2.67 ^{AB}	34.54 ± 5.91 ^{BC}	39.73 ± 1.99 ^A	36.32 ± 4.29 ^{ABC}	35.86 ± 1.21 ^{ABC}	35.42 ± 5.27 ^{ABC}	31.93 ± 1.29 ^C
C18:1n7*	0.00 ± 0.00 ^B	0.73 ± 1.02 ^A	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B
C18:2n6**	33.87 ± 1.92 ^{AB}	24.77 ± 0.24 ^{CD}	29.55 ± 5.34 ^{ABC}	22.91 ± 5.30 ^D	29.17 ± 4.81 ^{DC}	30.20 ± 2.48 ^{ABC}	31.04 ± 7.62 ^{AB}	35.21 ± 2.17 ^A
C18:3n6*	0.27 ± 0.05 ^{AB}	0.24 ± 0.05 ^{BC}	0.30 ± 0.03 ^A	0.29 ± 0.00 ^{AB}	0.22 ± 0.00 ^C	0.25 ± 0.01 ^{BC}	0.25 ± 0.06 ^{BC}	0.27 ± 0.00 ^{AB}
C18:3n3	2.31 ± 0.03 ^A	1.79 ± 0.56 ^{AB}	1.76 ± 0.48 ^B	1.79 ± 0.32 ^{AB}	1.73 ± 0.40 ^B	2.10 ± 0.36 ^{AB}	1.90 ± 0.48 ^{AB}	2.24 ± 0.01 ^{AB}
C20:1n9	0.36 ± 0.02 ^A	0.29 ± 0.17 ^A	0.24 ± 0.11 ^A	0.27 ± 0.15 ^A	0.33 ± 0.14 ^A	0.39 ± 0.00 ^A	0.40 ± 0.03 ^A	0.27 ± 0.13 ^A
C20:4n6	1.10 ± 0.06 ^A	1.14 ± 0.24 ^A	0.98 ± 0.03 ^{AB}	1.11 ± 0.45 ^A	0.70 ± 0.08 ^B	0.99 ± 0.25 ^{AB}	0.91 ± 0.43 ^{AB}	1.01 ± 0.00 ^{AB}
C22:4n6*	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.06 ± 0.08 ^A	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.03 ± 0.04 ^{AB}	0.00 ± 0.00 ^B
SFA**	26.42 ± 0.53 ^{CD}	28.25 ± 0.72 ^{ABC}	28.55 ± 0.65 ^{AB}	29.85 ± 2.66 ^A	27.12 ± 0.04 ^{BCD}	26.62 ± 2.27 ^{BCD}	26.27 ± 1.92 ^{CD}	25.81 ± 0.84 ^D
USFA**	73.58 ± 0.53 ^{AB}	71.75 ± 0.72 ^{BCD}	71.45 ± 0.65 ^{CD}	70.15 ± 2.66 ^D	72.88 ± 0.04 ^{ABC}	73.38 ± 2.27 ^{ABC}	73.73 ± 1.92 ^{AB}	74.19 ± 0.84 ^A
Mono*	36.03 ± 2.30 ^{BC}	43.81 ± 0.10 ^A	38.87 ± 6.41 ^{ABC}	44.01 ± 1.78 ^A	41.06 ± 5.25 ^{AB}	39.85 ± 0.84 ^{ABC}	39.60 ± 6.74 ^{ABC}	35.46 ± 1.36 ^C
Poly**	37.55 ± 1.76 ^{AB}	27.94 ± 0.61 ^{CD}	32.58 ± 5.76 ^{ABC}	26.15 ± 4.44 ^D	31.82 ± 5.30 ^{BCD}	33.54 ± 3.11 ^{ABC}	34.13 ± 8.66 ^{ABC}	38.73 ± 2.20 ^A
n3	2.31 ± 0.03 ^A	1.79 ± 0.56 ^{AB}	1.76 ± 0.48 ^B	1.79 ± 0.32 ^{AB}	1.73 ± 0.40 ^B	2.10 ± 0.36 ^{AB}	1.90 ± 0.48 ^{AB}	2.24 ± 0.01 ^{AB}
n6**	35.24 ± 1.80 ^{AB}	26.16 ± 0.05 ^{CD}	30.82 ± 5.28 ^{ABC}	24.36 ± 4.77 ^D	30.09 ± 4.89 ^{BC}	31.44 ± 2.75 ^{ABC}	32.22 ± 8.17 ^{AB}	36.49 ± 2.18 ^A
n6/n3	15.29 ± 1.02 ^A	15.38 ± 4.81 ^A	17.75 ± 1.87 ^A	14.06 ± 5.22 ^A	17.51 ± 1.29 ^A	15.08 ± 1.28 ^A	16.92 ± 0.03 ^{AB}	16.28 ± 0.84 ^A
MUFA/SFA	1.36 ± 0.11 ^A	1.55 ± 0.04 ^A	1.36 ± 0.25 ^A	1.48 ± 0.07 ^A	1.51 ± 0.19 ^A	1.50 ± 0.09 ^A	1.50 ± 0.14 ^{AB}	1.37 ± 0.00 ^A
PUFA/SFA**	1.42 ± 0.03 ^{AB}	0.99 ± 0.04 ^{CD}	1.14 ± 0.17 ^{BCD}	0.89 ± 0.22 ^D	1.17 ± 0.19 ^{BCD}	1.27 ± 0.22 ^{ABC}	1.31 ± 0.42 ^{AB}	1.50 ± 0.13 ^A

^{A-D}Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

T1: basal diet, T2: T1+antibiotics, T3: T1+vitamin E 20 IU, T4: T1+vitamin E 200 IU, T5: T1+quercetin 20 ppm, T6: T1+quercetin 200 ppm, T7: T1+methoxylated quercetin 20 ppm, T8: T1+methoxylated quercetin 200 ppm.

유의적인 차이를 보이지 않았다.

4. 미생물학적 특성

Quercetin 급여한 닭다리육의 미생물학적 특성을 Table 6에 나타내었다. 총 균수는 도계 직후, 계수하였을 때 3.35~4.49 Log CFU/g 수준을 보였는데, 비타민 E 20 IU처리군(T3)과 quercetin 20 ppm 처리군(T5), methoxylated quercetin 20 ppm 처리군(T7)는 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장 3일의 경우도 역시 T3, T5, T7처리군에서 유의적인 차이가 없었으나, 항생제 처리군에서(T2) 총 균수의 유의적인 감소가 나타났다($p < 0.05$). 그러나 저장 7일에 quercetin 20

ppm 처리군(T5)과 200 ppm 처리군(T6)은 항생제 처리군보다도 낮은 총 균수를 나타내어 높은 항균력을 나타내었다($P < 0.05$). Govaris et al.(2007)은 칠면조 사료 내 폴리페놀을 함유하는 로즈마리를 5와 10g/kg 급여시 가슴육의 총 균수, 젖산균, Enterobacteriaceae, 내냉성균을 억제하였다고 하였으며, 그 기작은 로즈마리내 항균 특성을 갖는 물질이 체내 순환계에 흡수되어 칠면조 가슴육에 분포하기 때문이라고 보고하였다. 대장균군은 도계 직후부터 냉장 저장 7일까지 quercetin 처리에 의한 유의적인 감소 효과는 없었다. 따라서 본 연구 결과, quercetin 20 ppm과 200 ppm의 급여는 저장 7일에 총 균수의 유의적인 감소 효과를 나타내었지만,

Table 5. Fatty acid composition of legs of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin (cold storage day 7)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
C14:0*	0.45 ± 0.04 ^{AB}	0.47 ± 0.03 ^A	0.42 ± 0.03 ^C	0.43 ± 0.01 ^{ABC}	0.45 ± 0.01 ^{AB}	0.40 ± 0.02 ^C	0.41 ± 0.00 ^C	0.44 ± 0.04 ^{ABC}
C16:0*	18.31 ± 1.01 ^B	20.89 ± 1.84 ^A	19.86 ± 2.01 ^{AB}	20.78 ± 1.30 ^A	19.79 ± 1.22 ^{AB}	20.12 ± 0.79 ^{AB}	20.83 ± 1.83 ^A	21.40 ± 0.04 ^A
C16:1n7	3.45 ± 0.03 ^B	3.73 ± 0.72 ^{AB}	3.23 ± 0.58 ^B	4.70 ± 0.39 ^A	3.44 ± 0.97 ^B	3.24 ± 0.56 ^B	4.17 ± 1.23 ^{AB}	4.48 ± 0.90 ^A
C18:0***	6.66 ± 0.63 ^{DE}	7.54 ± 0.00 ^{AB}	7.73 ± 0.64 ^A	6.33 ± 0.22 ^E	7.08 ± 0.11 ^{BCD}	6.85 ± 0.45 ^{CDE}	6.54 ± 0.41 ^{DE}	7.28 ± 0.61 ^{ABC}
C18:1n9	35.65 ± 0.17 ^A	36.37 ± 2.10 ^A	34.89 ± 0.30 ^A	36.21 ± 3.23 ^A	33.96 ± 1.08 ^A	34.39 ± 1.32 ^A	36.42 ± 4.10 ^A	36.63 ± 0.57 ^A
C18:2n6*	31.55 ± 1.38 ^A	27.52 ± 3.97 ^{AB}	30.45 ± 1.85 ^{AB}	28.28 ± 1.97 ^{AB}	31.51 ± 2.58 ^A	31.45 ± 2.26 ^A	28.39 ± 6.12 ^{AB}	26.38 ± 0.65 ^B
C18:3n6*	0.29 ± 0.05 ^{AB}	0.30 ± 0.01 ^A	0.21 ± 0.01 ^C	0.24 ± 0.01 ^{ABC}	0.30 ± 0.08 ^A	0.27 ± 0.06 ^{ABC}	0.23 ± 0.05 ^{BC}	0.27 ± 0.01 ^{ABC}
C18:3n3*	2.23 ± 0.20 ^A	1.74 ± 0.33 ^B	1.85 ± 0.09 ^B	1.73 ± 0.19 ^B	1.95 ± 0.13 ^{AB}	1.98 ± 0.10 ^{AB}	1.73 ± 0.38 ^B	1.75 ± 0.12 ^B
C20:1n9*	0.36 ± 0.02 ^{ABC}	0.37 ± 0.00 ^{AB}	0.37 ± 0.06 ^{AB}	0.30 ± 0.10 ^C	0.35 ± 0.01 ^{BC}	0.36 ± 0.04 ^{ABC}	0.38 ± 0.04 ^{AB}	0.42 ± 0.04 ^A
C20:4n6	1.05 ± 0.19 ^A	1.07 ± 0.41 ^A	0.98 ± 0.33 ^A	1.01 ± 0.00 ^A	1.14 ± 0.31 ^A	0.94 ± 0.00 ^A	0.91 ± 0.23 ^A	0.95 ± 0.27 ^A
C22:4n6*	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.03 ± 0.04 ^A	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B	0.00 ± 0.00 ^B
SFA**	25.42 ± 1.60 ^{CD}	28.90 ± 1.88 ^{ABC}	28.02 ± 1.34 ^{AB}	27.54 ± 1.54 ^A	27.33 ± 1.12 ^{BCD}	27.37 ± 0.36 ^{BCD}	27.78 ± 1.42 ^{CD}	29.12 ± 0.61 ^D
USFA**	74.58 ± 1.60 ^{AB}	71.10 ± 1.88 ^{BCD}	71.98 ± 1.34 ^{CD}	72.46 ± 1.54 ^D	72.67 ± 1.12 ^{ABC}	72.63 ± 0.36 ^{ABC}	72.22 ± 1.42 ^{AB}	70.88 ± 0.61 ^A
Mono*	39.46 ± 0.11 ^{BC}	40.47 ± 2.82 ^A	38.49 ± 0.95 ^{ABC}	41.20 ± 3.72 ^A	37.75 ± 2.04 ^{AB}	37.99 ± 1.93 ^{ABC}	40.96 ± 5.38 ^{ABC}	41.53 ± 0.37 ^C
Poly**	35.13 ± 1.72 ^{AB}	30.63 ± 4.71 ^{CD}	33.50 ± 2.29 ^{ABC}	31.26 ± 2.18 ^D	34.92 ± 3.16 ^{BCD}	34.64 ± 2.29 ^{ABC}	31.26 ± 6.80 ^{ABC}	29.35 ± 0.24 ^A
n3	2.23 ± 0.20 ^A	1.74 ± 0.33 ^{AB}	1.85 ± 0.09 ^B	1.73 ± 0.19 ^{AB}	1.95 ± 0.13 ^B	1.98 ± 0.10 ^{AB}	1.73 ± 0.38 ^{AB}	1.75 ± 0.12 ^{AB}
n6**	32.90 ± 1.52 ^{AB}	28.90 ± 4.37 ^{CD}	31.64 ± 2.20 ^{ABC}	29.53 ± 1.99 ^D	32.97 ± 3.03 ^{BC}	32.66 ± 2.18 ^{ABC}	29.53 ± 6.42 ^{AB}	27.60 ± 0.36 ^A
n6/n3	14.79 ± 0.67 ^A	16.69 ± 0.67 ^A	17.05 ± 0.30 ^A	17.15 ± 0.75 ^A	16.91 ± 0.41 ^A	16.45 ± 0.23 ^A	17.13 ± 0.11 ^A	15.85 ± 1.30 ^A
MUFA/SFA	1.56 ± 0.09 ^A	1.40 ± 0.00 ^A	1.37 ± 0.03 ^A	1.50 ± 0.22 ^A	1.38 ± 0.01 ^A	1.39 ± 0.05 ^A	1.47 ± 0.11 ^A	1.43 ± 0.04 ^A
PUFA/SFA**	1.39 ± 0.15 ^{AB}	1.07 ± 0.23 ^{CD}	1.20 ± 0.14 ^{BCD}	1.13 ± 0.01 ^D	1.28 ± 0.16 ^{BCD}	1.27 ± 0.10 ^{ABC}	1.13 ± 0.30 ^{AB}	1.01 ± 0.03 ^A

^{A-D}Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

T1: basal diet, T2: T1+antibiotics, T3: T1+vitamin E 20 IU, T4: T1+vitamin E 200 IU, T5: T1+quercetin 20 ppm, T6: T1+quercetin 200 ppm, T7: T1+methoxylated quercetin 20 ppm, T8: T1+methoxylated quercetin 200 ppm.

대장균군의 억제에는 효과적이지 않은 것으로 나타났다.

적 요

본 연구는 quercetin의 급여가 닭고기 다리육의 지방산패 억제 효과에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 1일령 Ross 320마리 육계 병아리를 8처리군으로 나누어 대조군(T1), 항생제 처리군(T2), 비타민 E 20 ppm 처리군(T3), 비타민 E 200 ppm 처리군(T4), quercetin 20 ppm(T5), quercetin 200 ppm(T6), methoxylated quercetin 20ppm(T7), methoxylated quercetin 200 ppm(T8) 처리군으로 나누어 35일간 급여하였다.

급여 후 36일째 도계하여 다리육만 분리하였고, 0, 3, 7일 냉장 저장 기간 동안의 단백질 변패도(VBN), 지방산패도(TBARS), 지방산 조성 변화, 미생물학적 특성을 조사하였다. 저장 3일에는 대조군보다 항생제처리군(T2), 비타민 E처리군(T3, T4)와 quercetin 20 ppm 처리군(T5)에서 유의적인 감소를 나타내어 quercetin 20 ppm의 높은 단백질 산패 억제 효과를 보였다($P < 0.05$). 도계 직후 다리살의 지방산패도는 대조군보다 비타민 E 200 IU 급여한 T4에서 가장 낮은 값을 나타내었으며, 이 값은 항생제 처리군인 T2, quercetin 200 ppm 첨가군인 T5와 유의적인 차이를 나타내지 않아, 비타민 E 200 IU와 유사한 항산화력을 나타냄을 보여주었다($p < 0.05$). 그러나 저장 7일에 quercetin 20 ppm 처리군(T5)과 200 ppm 처리군(T6)

Table 6. Microbial characteristics of legs of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin during cold storage (Log CFU/g)

Days	Treatments							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Total microbes								
0	3.36 ^C ± 0.046	3.99 ^B ± 0.115	3.35 ^C ± 0.109	4.49 ^A ± 0.065	3.47 ^C ± 0.038	4.16 ^B ± 0.127	3.41 ^C ± 0.071	4.15 ^B ± 0.109
3	3.28 ^C ± 0.135	2.86 ^D ± 0.106	3.29 ^C ± 0.145	4.23 ^A ± 0.012	3.10 ^{CD} ± 0.13	3.10 ^{CD} ± 0.10	3.14 ^{CD} ± 0.20	3.67 ^B ± 0.045
7	7.83 ^A ± 0.024	7.13 ^C ± 0.074	6.14 ^E ± 0.057	7.45 ^B ± 0.04	6.01 ^E ± 0.049	6.14 ^E ± 0.079	8.02 ^A ± 0.161	6.42 ^D ± 0.042
Coliforms								
0	2.78 ^{CD} ± 0.09	3.16 ^{ABC} ± 0.21	2.58 ^D ± 0.183	3.39 ^A ± 0.01	2.85 ^{BCD} ± 0.17	3.05 ^{ABC} ± 0.03	2.80 ^{CD} ± 0.09	3.23 ^{AB} ± 0.04
3	2.95 ± 0.07	3.00 ± 0.03	2.86 ± 0.06	3.07 ± 0.06	2.98 ± 0.13	3.02 ± 0.17	2.81 ± 0.07	2.90 ± 0.02
7	3.57 ^B ± 0.202	4.12 ^A ± 0.02	3.15 ^C ± 0.04	3.62 ^B ± 0.07	3.36 ^{BC} ± 0.03	3.45 ^B ± 0.05	3.57 ^B ± 0.11	3.50 ^B ± 0.07

^{A-E} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

T1: basal diet, T2: T1+antibiotics, T3: T1+vitamin E 20 IU, T4: T1+vitamin E 200 IU, T5: T1+quercetin 20 ppm, T6: T1+quercetin 200 ppm, T7: T1+methoxylated quercetin 20 ppm, T8: T1+methoxylated quercetin 200 ppm.

은 항생제 처리군보다도 낮은 총 균수를 나타내어 높은 항균력을 나타내었다($P < 0.05$). 대장균군은 도계 직후부터 냉장 저장 7일까지 quercetin 처리에 의한 유의적인 감소 효과는 없었다.

(색인어: quercetin, 육계, 산화, 단백질변패도, 지방산패도)

인용문헌

- Brenes A, Roura E 2010 Essential oils on poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Anim Feed Sci Technol* 158:1-14.
- Brewer MS, Ikins WG, Harbers CAZ 1992 TBA values, sensory characteristics, and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J Food Sci* 57: 558-563.
- Cho SK, Jo C, Jung S, Kim MK, Oh HM, Lee BD, Lee SK 2010 Effects of dietary quercetin on the feed utilization, blood parameters, and meat quality in Korean Native Goats. *J Anim Sci Technol* 52:297-304.
- Farombi EO, Onyema OO 2006 Monosodium glutamate-induced oxidative damage and genotoxicity in the rat : Modulatory role of vitamin C, vitamin E and quercetin. *Hum Exp Toxicol* 25:251-259.
- Folch J, Lees M, Stanley GHS 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226:497-509.
- Govarís A, Florou-Panerib P, Botsogloub E, Giannenasb I, Amvrosiadisc I, Botsogloub N 2007. The inhibitory potential of feed supplementation with rosemary and/or α -tocopheryl acetate on microbial growth and lipid oxidation of turkey breast during refrigerated storage. *LWT - Food Sci Technol* 40(2): 331-337.
- Gowda NKS, Malathi V, Suganthi RU 2004 Effect of some chemical and herbal compounds on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production. *Anim Feed Sci Technol* 116:281-291.
- Hernández NE, Tereschuk ML, Abdala LR 2000 Antimicrobial activity of flavonoids in medicinal plants from Tafi del Valle (Tucumán, Argentina). *J Ethnopharm* 73:317-322.
- Hwang EK 2009 Effect of quercetin supplement on major biochemical parameters in sera of rats fed high fat and high cholesterol diet. *J Vet Clin* 26(5):413-418.
- Jang A, Liu XD, Shin MH, Lee BD, Lee SK, Lee JH, Jo C 2008 Antioxidative potential of raw breast meat from broiler chicks fed a dietary medicinal herb extract mix. *Poultry Sci* 87:2382-2389.
- Jin EY, Park YS, Jang JK, Chung MS, Park H, Shim KS, Choi YJ 2009 Extraction of quercetin and its glucosides from onion edible part using solvent extractoin and various extraction

- assisting methods. *Food Eng Prog* 13:147-153.
- Lee Y, Lee S, Kim BG, Kang K, Ahn JH, Chong Y, Shin SY, Park JC, Lee YH, Lim Y 2010 Rhamnetin production based on the rational design of the poplar O-methyltransferase enzyme and its biological activities. *ChemBioChem* DOI:10.1002/cbic.200.
- Leighton T, Ginther C, Fluss L, Harter W, Cansado J, Notario V 1992 Molecular characterization of quercetin and quercetin glycosides in *Allium* vegetables; Phenolic compounds in foods and their effects on health 2. *Am Chem Soc Sym Ser* 507:220-238.
- MAF (Ministry of Agriculture and Forestry) 2007 Statistics of agriculture and forestry. pp. 325.
- Maraschiello C, Sarraga C, Regueior G 1999 Glutathione peroxidase activity, TBARS, and α -tocopherol in meat from chickens fed different diets. *J Agric Food Chem* 47:867-972.
- Morrison WR, Smith LM 1964 Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J Lipid Res* 5:600.
- Nishino C, Enoki N, Tawata S, Mori A, Kobayashi K, Fukushima M 1987 Antibacterial activity of flavonoids against *S. epidermidis*, a skin bacterium. *Agric Biolog Chem* 51:139-143.
- O'Neill LM, Galvin K, Morrissey PA, Buckley DJ 1999 Effect of carnosine, salt and dietary vitamin E on the oxidative stability of chicken meat. *Meat Sci* 52(1):89-94.
- Reishe DW, Lillard DA, Eitenmiller PR 1998 Antioxidants in food lipids. In: Ahoh CC and Min DB, Editors, *Chemistry Nutrition and Biotechnology*, Marcel Dekker, New York, pp. 423-448.
- SAS 1995 SAS/STAT Software for PC. Release 6.11. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Tang SZ, Kerry JP, Sheehan D, Buckley DJ, Morrissey PA. 2001 Antioxidative effect of dietary tea catechins on lipid oxidation of long-term frozen stored chicken meat. *Meat Sci* 57(3):331-336.
- 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(2):101-104.
- Vincent CJB, Ashwin AD, Hester VDW, Ilja CWA, Siegfried W, Gerrit MA, Ivonne MC, MR, Jaap K, Peter CHH 2005 Tissue distribution of quercetin in rats and pigs. *J Nutr* 135: 1617-1618.
- Young JF, Stagsted J, Jensen SK, Karlsson AH, Henckel P 2003 Ascorbic acid, α -tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality. *Poultry Sci* 82:1343-1351.
- 高坂和久1975 肉製品の鮮度保持と測定. *食品工業* 18:105-111.
- 안병진 장기 김성호 조남철 국길 최봉환 선상수 2001 양과 함유사료를 급여한 오리고기의 저장 기간 중 이화학적 특성 변화. *한국가금학회지* 28(3):289-295.
- 안중남 채현석 유영모 유효순 함준상 정석근 김광엽 장애라 2008 감마선처리에 따른 닭고기 가슴육의 냉장 저장 중 품질특성. *한국축산식품학회지* 28(3):289-294.
- 최준호 장애라 이봉덕 류현덕 송현파 조철훈 2008 복합 한약재 추출물 첨가가 돈육 패티의 저온저장 중 항산화 및 항균성에 미치는 영향 *한국축산식품학회지* 28(2):122-129. (접수: 2010. 11. 9, 수정: 2010. 12. 7, 채택: 2010. 12. 8)