

Quercetin과 Methoxylated Quercetin이 육계 다리육의 저장 품질에 미치는 영향

장애라^{1,†} · 함준상¹ · 김동욱^{1,2} · 채현석¹ · 김동욱¹ · 김상호¹ · 설국환¹ · 오미화¹ · 김동훈¹

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²성균관대학교 식품생물공학과

Effect of Quercetin and Methoxylated Quercetin on Chicken Thigh Meat Quality during Cold Storage

Aera Jang^{1,†}, Jun-Sang Ham¹, Dong-Wook Kim^{1,2}, Hyun-Seok Chae¹, Dong-Wook Kim¹, Sang-Ho Kim¹,
Kuk-Hwan Seol¹, Mi-Hwa Oh¹ and Dong-Hun Kim¹

¹National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Republic of Korea

²Department of Food Science and Biotechnology, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, 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 chicken thigh meat quality 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 (CONTROL), CONTROL with antibiotics (AB), vitamin E 20 IU (VE20), vitamin E 200 IU (VE200), quercetin 20 ppm (QC20), quercetin 200 ppm (QC200), methoxylated quercetin 20 ppm (MQ20), and methoxylated quercetin 200 ppm (MQ200). After slaughtering the broilers, thighs were separated and analyzed the quality change of the meat during storage at 4°C for 7 days. The meat quality factors such as pH, color, water holding capacity, and sensory characteristics of thigh meat were determined on the experiment day 0, 3, and 7. After slaughtering, the pH of AB, VE 20, QC 20, and MQ 200 showed no significant difference compare to that of CONTROL. However, VE 200 and QC 20 showed higher pH value than CONTROL on storage day 3. L* value of chicken thigh of MQ 20 was lower than CONTROL on storage day 0, however, no significant difference was found between CONTROL and treatments on storage day 3. Redness (a*) of chicken thigh in CONTROL was increased during storage. QC 20, QC 200, and MQ 200 significantly reduced the b* value of chicken thigh ($p < 0.05$). Water holding capacity of VE 20 and MQ 200 was significantly higher than the CONTROL on the day 0. Also, QC 200 showed higher WHC compare to the CONTROL. In sensory evaluation, overall acceptability of chicken thigh in quercetin and methoxylated quercetin group showed no significant differences compare to that of CONTROL by storage day 3. These results suggested that the quercetin and methoxylated quercetin could be used as additives to enhance broiler thigh meat quality such as pH and WHC without adverse effect on color and sensory characteristics.

(Key words : quercetin, methoxylated quercetin, broilers, meat quality, thighs)

서 론

최근 사료에 천연 항산화 물질을 급여하여 가축의 건강을 유지하고 축산물의 생산성과 품질을 향상시키려는 연구가 많이 이루어지고 있다. 그 예로 비타민 E, 로즈마리, 녹차, oregano 추출물 등 식물 추출물이 이용되었고, 이들의 사용은 매우 간편하고 효과적인 방법으로 보고되고 있다(O'Neill et al., 1999; Govaris et al., 2007; Tang et al., 2001). 식물 추

출물 내 플라보노이드는 다양한 화학구조와 고유의 특성을 가진 폴리페놀 화합물로서 거의 모든 고등식물에 존재하고 있고, 일종의 색소로서 식물의 색과 풍미에 영향을 미친다(Hwang, 2009). 모든 플라노이드는 항산화 특성이 있고, 이들 골격의 기본화학 구조에 따라 flavonols, flavones, isoflavones, flavanones, anthocyanidins, flavanols 등으로 구분된다(Hwang, 2009).

Quercetin은 flavonols로 polyphenol 화합물이며, 양파에 다

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

량 함유되어 있으며, free radical 소거, 지질과산화 억제, 항균, 면역 조절, 항당뇨, 항암 특성 등 광범위한 기능이 보고되고 있다(Jin et al., 2009; Leighton et al., 1992; Hwang, 2009). Vincent et al.(2005)은 quercetin을 돼지에 급여했을 때 간과 신장에 높은 수준으로 잔류하고, 뇌, 심장, 비장 및 근육에는 미량이 축적된다고 하였다. 조성경 등(2010)은 산양에 200 ppm의 quercetin의 급여가 관능검사에서도 색, 조직감, 전반적인 선호도에서 유의적으로 높은 점수를 나타내었다고 하였다.

Quercetin을 급여하여 육계의 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 없지만 플라보노이드가 다량 함유된 프로폴리스 급여시 육계 맛의 증진과 항산화 및 항균 효과가 보고되었다(Seven et al., 2008). 그러나 quercetin 자체는 생물 이용성이 낮아 급여시 그 이용이 제한적이다. 이는 hydroxylated flavonoids인 quercetin이 혈액이나 장기에 도달하기 전에 *in vivo* 상태에서 신속하게 대사되어 배설되고 transcellular 수송이 낮은 단점이 있기 때문이다(Lee et al., 2011; Suresh Babu et al., 2004; Mikstacka et al., 2007). 이를 보완하기 위해 수산화기를 메틸기로 치환함으로써 (methoxylation) 친수성인 quercetin의 지용성을 증가시키고, 음이온을 띠게 하여 대사 안정성과 세포내 수송율을 높일 수 있다(Graf et al., 2005; Wilson et al., 2008). Quercetin의 다양한 기능성이 보고되고 있음에도 불구하고 이러한 천연 물질이 동물 근육의 기능성에 미치는 연구는 시작 단계이고(Vichi et al., 2001; Jang et al., 2008; Jung et al., 2010), 닭의 사료 내 첨가된 quercetin의 닭다리육의 품질에 미치는 효과에 대해서도 아직까지 알려진 바가 거의 없다.

따라서 본 연구는 육계 사료내 항생제 및 quercetin과 methoxylated quercetin (각각 20과 200 ppm), VE E를 각각 20과 200 IU 급여한 닭다리살을 저밀도 폴리에틸렌 지퍼백 (Cleanwarp Co., Ltd., Korea)에 넣어 호기 냉장 저장 중의 품질 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

1. Quercetin 준비 및 시험동물관리

1) Quercetin 및 Methoxylated Quercetin

본 연구에 이용한 quercetin은 다음의 방법을 이용하여 추출하였다. 국내산 건조 양파껍질을 제분기로 3 mm 이하로 분쇄한 후, 에탄올과 1:1(w/v)로 혼합하여 72시간 동안 침지, 여과시켰다. 이후 핵산과 증류수 혼합액(1:1, v/v)으로 3회

분배 추출한 후 핵산층을 제거하고, 증류수층은 다시 클로로포름과 물 혼합액(1:1)으로 3회 분배 추출하여 이용하였다. 또한 quercetin에 포함된 수산화기의 일부를 메틸기로 치환함으로써 지용성을 증가시켜 흡수를 증진시키고 대사안정성이 높은 methoxylated quercetin의 준비는 Lee et al.(2011)의 방법에 따라 효소 공학적 방법을 이용하여 대장균에 과발현시킨 후 추출한 것으로 quercetin의 7번 위치의 hydroxyl group을 methyl group으로 치환한 7-methoxy-quercetin을 이용하였다(Fig. 1).

2) 시험 동물 및 관리

육계(1일령, Ross) 320마리를 수원 근처의 부화장에서 구입하였다. 병아리는 무작위로 8개의 처리구로 나누었다. 시험사료는 NRC(1994)에 근거하여 단백질과 에너지 함량을 동일하게 배합하였으며 육계전기(0~3주)와 육계후기(3~5주)사료로 나누어 35일간 공급하였다(Table 1). 즉 대조구(CONTROL)는 항생제가 첨가되지 않은 기본 사료를 급여하였으며, 기본 사료에 항생제(avilamycin 10 ppm+salinomycin 60 ppm) 첨가 급여군(AB), 기본 사료에 vitamin E 20 IU 첨가 급여군(VE20), 기본 사료에 vitamin E 200 IU 첨가 급여군(VE200), 기본 사료에 quercetin 20 ppm(QC 20) 첨가 급여군, 기본 사료에 quercetin 200 ppm(QC 200) 첨가 급여군, 기본 사료에 methoxylated quercetin 20 ppm(MQ 20) 첨가 급여군, 기본 사료에 methoxylated quercetin 200 ppm(MQ 200) 첨가 급여군으로 나누어 공시하였다. 사양 실험 전 기간 동안 육계 철제 케이지에서 사육하였으며, 사료 급이기 및 급수기의 개수는 반복구별 동일하게 배치하였다. 사료와 물은 자유 채식 및 자유 음수시켰으며, 입추 후 3일간 24시간 점등을 실시하였고, 이후 시험 종료시까지 23시간 점등을 실시하였다. 시험 실시 후 36일에는 육계들을 처리구당 10수씩 무작위로 선별하여 도살한 후 다리육을 발골하여 냉장 저장 각 0, 3, 7일에 꺼내어 품질 분석에 이용하였다.

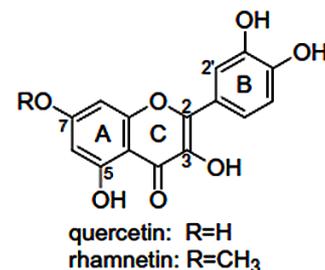


Fig. 1. Structure and nomenclature of quercetin and 7-methoxy quercetin (Lee et al., 2011)

Table 1. Formula and chemical composition of the basal diet

	Starter (0~3 wk)	Finisher (3~5 wk)
	---- % ----	
Corn	53.44	61.64
Soybean meal	33.65	27.88
Corn gluten meal	4.16	4.00
Soybean oil	4.68	3.06
Limestone	1.02	1.23
Tricalcium phosphate	2.01	1.31
Salt	0.25	0.25
DL-Methionine (50%)	0.27	0.08
Lysin-HCl (98%)	0.02	0.05
Vitamin-mineral mixture ¹	0.50	0.50
Total	100.0	100.0
Calculated value		
ME (kcal/kg)	3,100	3,100
Crude Protein (%)	22.0	20.0
Methionine (%)	0.50	0.38
Lysine (%)	1.10	1.00
Ca (%)	1.00	0.90
Available P (%)	0.50	0.35

¹Vitamin-mineral mixture provided following nutrients per kg of diet: vitamin A, 15,000 IU; vitamin D₃, 1,500 IU; vitamin E, 20.0 mg; vitamin K₃, 0.70 mg; vitamin B₁₂, 0.02 mg; niacin, 22.5 mg; thiamin, 5.0 mg; folic acid, 0.70 mg; pyridoxin, 1.3 mg; riboflavin, 5 mg; pantothenic acid, 25 mg; choline chloride, 175 mg; Mn, 60 mg; Zn, 45 mg; I, 1.25 mg; Cu, 10.0 mg; Fe, 72 mg; Co, 2.5 mg.

2. 조사 항목 및 분석 방법

1) pH

닭다리육의 pH는 10g의 시료에 증류수 10 mL를 가하여 균질한 후 pH미터(Orion 410A+, USA)를 이용하여 측정하였다.

2) 색도

표피를 제거한 닭다리육의 근육 부위의 표면 색도는 Chromameter(Minolta Cp. CR 300, Japan)을 이용하여 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)에 대한 CIE(Commision International

de Leclairage)값을 3회 반복하여 측정하였다. 이때 사용한 표준판은 Y=92.40, x=0.3136, y=0.3196의 백색판을 사용하였다.

3) 보수력(Water Holding Capacity, WHC)

닭다리육의 보수력은 Ryoichi et al.(1993)의 방법에 따라 시료를 분쇄하여 지방과 근막을 제거한 후 0.5 g을 미세구멍이 있는 2 mL 필터관에 담아 80℃의 water bath에서 20분간 가열 후 10분간 실온에서 냉각시켜 920×g에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리에 의해 수분이 빠져나간 시료가 담긴 필터관을 꺼내어 칭량한 후 다음 공식에 의해 보수력을 측정하였다.

$$\text{보수력 (\%)} = \frac{\text{시료 전체 수분(\%)} - \text{유리 수분(\%)}}{\text{시료 전체 수분(\%)}} \times 100$$

$$\text{유리 수분 (\%)} = \frac{\text{원심분리 전 무게(g)} - \text{원심분리 후 무게(g)}}{\text{시료 무게(g)} \times \text{지방 계수}} \times 100$$

$$\text{지방계수} = \frac{\text{지방(\%)}}{100}$$

4) 관능 특성

닭다리 육의 저장 기간 동안의 관능특성은 훈련된 관능검사요원 12명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 심부 온도가 70±2℃에 도달하도록 항온수조에 두었던 각 공시 재료를 (1 cm × 1 cm × 1 cm) 제시하였다. 각 검사 요인별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음, 9점은 매우 좋거나 강함으로 그 정도를 표시하도록 하였고, 이취의 경우에만 1점은 매우 좋거나 강함, 9점은 매우 나쁘거나 낮음으로 표시하도록 하였다.

5) 통계 분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(release 9.2)의 General Linear Model(GLM)방법으로 분석하였고, Duncan's Multiple range test 검정법으로 각 요인간의 유의성(p<0.05)을 비교하였다.

결과 및 고찰

1. pH

육계 사료 내 quercetin과 methoxylated quercetin을 35일

간 급여한 닭다리 육의 pH를 Table 2에 나타내었다. 도계 직후의 닭다리 육의 pH는 대조구와 처리구간의 유의적인 차이가 없었다. 그러나 저장 3일에는 대조구보다 VE 200, QC 20에서 높은 pH 함량을 나타내었으나($p<0.05$), AB, VE 20, QC 200, MQ 20, MQ 200간에는 차이를 나타내지 않았다. 저장 7일에는 VE 200, QC 20, MQ 200에서 높은 pH 수준을 나타내었다. 각 처리구의 저장 기간별 pH 변화를 보면 저장 3일에는 도계 직후에 비해 CONTROL, AB, VE 20, MQ 200 처리구에서 감소하였으나($p<0.05$), VE 200, QC 200, MQ 20은 pH 변화를 보이지 않았다. 한편, 저장 7일에는 CONTROL, AB, VE, MQ 20은 도계 직후 pH 수준의 차이를 보이지 않았으나, VE 200, QC 20, QC 200, MQ 200 처리구에서는 pH의 증가를 나타내었다. 저장 기간이 증가하면서 발견되는 pH 증가는 히스타민, 히스티딘 등의 유도체인 imidazol 기가 노출되고, 숙성 중에 단백질의 완충물질변화, 전해질 해리 감소 및 암모니아 생성에 의해 증가하는 것으로 알려져 있다(Deymer and Vandekerckhove, 1979).

2. 육색

Quercetin과 methoxylated quercetin 급여한 닭다리 육의 냉장저장 기간 중 명도, 적색도, 황색도는 Table 3에 나타내었다. 저장 0일에 명도는 대조구에 비해 MQ 20 처리구에서 가장 낮은 값을 나타내었으나, VE 20, VE 200, QC 20, QC 200 처리구와는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 저장 3일에는 MQ 20 처리구에서 대조구와는 차이가 없었으나, QC 200과 MQ 200 처리구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 보였다. 저장 7일에는 QC 20 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 수준을 보였으나, 다른 처리구와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 육색소인 myoglobin은 육색소 내의 산소

유무에 의해 크게 영향을 받는데, 육조직 내 효소 활동, 온도, 미생물 종류 및 오염 정도, pH 등에 따라 다르며, 사료의 영향을 크게 받는다(Dugan et al., 1999; Kim, 2010). 즉, 닭고기의 L*값은 총색소량, myoglobin, 이온농도와 음의 상관관계를 유의적으로 나타낸다(Boulianne and King, 1995). 또한 Livingston and Brown(1981)은 저장 기간 동안 pH와 L*값은 서로 음의 상관관계를 갖고 있어 pH가 높을수록 L*값은 그 수준이 낮게 나타난다고 하였으나, 본 연구에서는 명확한 차이는 볼 수 없었다.

도계 후 닭 다리육의 a*값은 QC 20, AB, MQ 20, MQ 200 처리구에서 대조구에 비해 유의적으로 높은 수준을 보여 이들 급여가 닭 다리육의 적색도를 증가시킨 것으로 판단된다. 저장 3일에는 VE 200, QC 20, QC 200 처리구에서 대조구에 비해 유의적으로 높은 a*값을 나타내었다($p<0.05$). 식육은 저장 기간이 증가함에 따라 a*와 b*값이 증가하게 되는데, 이는 근육 내 효소 및 미생물 분비 효소에 의해 단백질이 분해되어 유리아미노산 및 비단백태질소 화합물도 증가시키고, 단백질 분해 산물들이 pH를 증가시키기 때문이다. 즉, a*값은 총색소량, myoglobin, 이온 농도와 양의 상관관계가 있다(Schmidt and Trout, 1984). 황색도인 b*값은 도계 직후에는 대조구에서 가장 낮은 값을 나타내었으나, VE 20과 VE 200 처리구에서 유의적으로 높은 수준을 나타내어 비타닌 급여구의 닭다리육의 b*값이 높았음을 나타내었다. 그러나 저장 3일에는 QC 20, MQ 20, MQ 200 처리구에서 유의적으로 낮은 수준을 보여 b*값의 상승을 억제함을 나타내었다($p<0.05$). 저장 7일의 경우에는 대조구에 비해 QC 20, QC 200, MQ 20, MQ 200 처리구의 닭다리육의 b*값이 유의적으로 낮은 수준을 보여 육색의 안정화에 작용함을 나타내었다. 따라서 본 연구 결과, QC 20와 MQ의 처리는 냉장 저장 기

Table 2. pH of thighs of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin for 35 days

Day	Treatments ¹⁾							
	CONTROL	AB	VE20	VE200	QC20	QC200	MQ20	MQ200
0	6.4 ± 0.05 ^{abcX}	6.4 ± 0.06 ^{abcX}	6.5 ± 0.08 ^{abX}	6.3 ± 0.14 ^{B^cY}	6.5 ± 0.02 ^{aY}	6.3 ± 0.10 ^{cY}	6.3 ± 0.09 ^{bcX}	6.4 ± 0.13 ^{abcY}
3	6.2 ± 0.08 ^{cY}	6.3 ± 0.05 ^{bcY}	6.2 ± 0.04 ^{cY}	6.3 ± 0.031 ^{abY}	6.4 ± 0.02 ^{aY}	6.2 ± 0.02 ^{cY}	6.3 ± 0.05 ^{bcX}	6.2 ± 0.07 ^{cZ}
7	6.4 ± 0.02 ^{cdX}	6.4 ± 0.03 ^{dX}	6.5 ± 0.01 ^{cX}	6.5 ± 0.04 ^{bX}	6.8 ± 0.01 ^{aX}	6.4 ± 0.07 ^{cdX}	6.3 ± 0.02 ^{eX}	6.7 ± 0.06 ^{aX}

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

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

¹⁾CONTROL: Basal diet, AB: basal diet + antibiotics, VE20: basal diet + vitamin E 20 IU, VE200: basal diet + vitamin E 200 IU, QC20: basal diet + quercetin 20 ppm, QC200: basal diet + quercetin 200 ppm, MQ20: basal diet + methoxylated quercetin 20 ppm, MQ200: basal diet + methoxylated quercetin 200 ppm.

Table 3. Color of thighs of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin for 35 days

Days	Treatments ¹⁾							
	CONTROL	AB	VE20	VE200	QC20	QC200	MQ20	MQ200
L*								
0	59.63 ± 3.80 ^{abX}	62.08 ± 0.54 ^{aX}	57.22 ± 0.84 ^{abcX}	55.58 ± 2.61 ^{bcX}	55.77 ± 3.35 ^{bcX}	56.37 ± 3.57 ^{bcX}	52.23 ± 3.07 ^{cY}	58.81 ± 4.40 ^{abX}
3	55.55 ± 3.03 ^{abXY}	56.14 ± 2.78 ^{abY}	59.96 ± 2.63 ^{aX}	57.24 ± 1.28 ^{abX}	56.40 ± 1.37 ^{abX}	61.30 ± 4.31 ^{aX}	51.86 ± 4.48 ^{bY}	59.85 ± 0.86 ^{aX}
7	51.65 ± 2.21 ^{bY}	58.17 ± 3.92 ^{abXY}	58.49 ± 4.52 ^{abX}	55.11 ± 6.51 ^{abX}	54.48 ± 2.73 ^{abX}	55.51 ± 2.24 ^{abX}	61.56 ± 2.52 ^{aX}	55.72 ± 5.02 ^{abX}
a*								
0	0.79 ± 0.14 ^{cY}	1.58 ± 0.59 ^{abY}	1.36 ± 0.42 ^{abcY}	0.69 ± 0.23 ^{cY}	1.88 ± 0.54 ^{aX}	1.03 ± 0.53 ^{bcZ}	1.65 ± 0.46 ^{abY}	1.77 ± 0.14 ^{abY}
3	0.89 ± 0.73 ^{bY}	1.84 ± 1.00 ^{abY}	2.24 ± 0.57 ^{abXY}	2.56 ± 1.21 ^{aX}	2.29 ± 1.19 ^{aX}	2.29 ± 0.26 ^{aY}	2.01 ± 0.40 ^{abXY}	1.56 ± 1.11 ^{abY}
7	4.12 ± 0.60 ^{aX}	2.48 ± 0.86 ^{bX}	2.88 ± 1.04 ^{abX}	3.04 ± 0.66 ^{abX}	3.70 ± 1.11 ^{abX}	3.96 ± 0.76 ^{abX}	3.05 ± 0.79 ^{abX}	3.82 ± 0.36 ^{abX}
b*								
0	7.14 ± 0.13 ^{fZ}	8.19 ± 0.24 ^{cdZ}	8.84 ± 0.12 ^{abX}	9.12 ± 0.09 ^{aY}	8.60 ± 0.41 ^{bcX}	7.58 ± 0.19 ^{eY}	7.59 ± 0.02 ^{eY}	7.99 ± 0.34 ^{deX}
3	9.36 ± 0.35 ^{aY}	9.08 ± 0.04 ^{aY}	6.70 ± 0.28 ^{cZ}	8.79 ± 0.08 ^{aY}	8.09 ± 0.65 ^{bX}	9.38 ± 0.22 ^{aX}	6.35 ± 1.20 ^{cZ}	7.63 ± 0.23 ^{bX}
7	11.00 ± 0.43 ^{aX}	11.56 ± 0.25 ^{aX}	8.05 ± 0.13 ^{bY}	10.60 ± 0.43 ^{aX}	6.70 ± 0.54 ^{cY}	4.93 ± 1.04 ^{dZ}	8.58 ± 0.12 ^{bX}	6.41 ± 0.42 ^{cY}

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

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

¹⁾Refer to Table 2.

간 동안 닭다리육의 a*값은 증가시키면서 b*값의 증가는 억제하는 효과가 있는 것으로 판단되나, 추후 그 작용 메커니즘에 대한 연구가 추진되어야 할 것으로 사료된다.

3. 보수력(WHC)

식육의 구성 성분이 주로 수분(75%), 단백질(20%), 지방(2% 이내), 미량 물질 즉 탄수화물(<0.5%)과 2% 이내의 광물질, 인, 비타민, 대사물질 등으로 이루어져 있어 고기근육내의 대부분의 수분은 굵고 가는 근육섬유사이의 모세관 압력에 의해 myofibril 내 존재하게 된다(Huff-Lonergan and Lo-

nergan, 2005). 이렇게 신선 식육내 수분 보유능력(보수력)은 신선식육의 품질에 영향하는 중요한 요인 중의 하나이다. 닭다리육의 저장 기간에 따른 보수력의 변화는 Table 4에 나타내었다. 저장 0일차 보수력의 범위는 59.13~64.59의 수준을 나타내었으며, 대조구에 비해 VE 20과 MQ 200 처리구에서 높은 보수력을 나타냈다. 저장 3일에는 대조구에 비해 QC 200 처리구에서 CONTROL에 비해 높은 보수력을 보였으나, VE 200, QC 20, MQ 20 처리구와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 보수력이 높으면 식육의 가공시 제품의 수분량을 증가시키고 조직감을 높이기 때문에 QC 200 ppm

Table 4. Water holding capacity (WHC, %) of thighs of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin for 35 days

Day	Treatments ¹⁾							
	CONTROL	AB	VE20	VE200	QC20	QC200	MQ20	MQ200
0	61.08 ± 0.87 ^{bcX}	61.19 ± 0.20 ^{bX}	64.59 ± 0.37 ^{aX}	61.79 ± 1.07 ^{abX}	59.13 ± 1.30 ^{cY}	60.44 ± 0.42 ^{bcX}	62.14 ± 0.50 ^{bX}	64.35 ± 1.72 ^{aX}
3	54.72 ± 0.74 ^{bcY}	55.47 ± 3.37 ^{bcY}	54.06 ± 0.86 ^{cY}	56.78 ± 2.13 ^{abcY}	57.12 ± 0.52 ^{abY}	58.67 ± 1.08 ^{aX}	55.84 ± 1.14 ^{abcY}	55.24 ± 0.65 ^{bcY}
7	59.93 ± 2.15 ^{cX}	60.61 ± 0.84 ^{bcX}	63.73 ± 0.37 ^{aX}	64.50 ± 0.70 ^{aX}	63.74 ± 1.38 ^{aX}	59.26 ± 2.47 ^{cX}	61.94 ± 1.80 ^{abcX}	62.97 ± 1.13 ^{abX}

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

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

¹⁾Refer to Table 2.

급여는 닭다리육의 품질을 증가시키는 것으로 판단된다. 저장 7일에는 QC 20, MQ 200, VE 20, VE 200 처리구가 CONTROL에 비해 높은 보수력을 나타내었다. 이는 저장 7일의 높은 pH에 의한 것으로 판단된다.

소비자들이 신선 육제품을 구매할 때 선택을 좌우하는 주요 요인에는 색, 가시지방의 함량, 육즙 삼출이 있다(Elmasry et al., 2011). 즉, 색이 균일하고 가시 지방이 적고 보수력이 높은 식육을 선호하므로 식육가공업자들은 대개 pH와 보수력을 식육 가공육의 품질 판단 요인으로 이용하게 된다. 이는 보수력이 낮아 육즙 삼출이 증가하게 되면 관능적 특성에 부정적으로 작용하는 이유도 있다. 가공 수율과 보수력이 가공 육제품의 관능적인 특성을 좌우하고 가공 과정이 도계 후 수일이 소요되기 때문에, 저장 시간에 대한 보수력 등 품질 변화가 고려되어야 한다(Lesiak et al., 1996). 김영직 등(2011)은 엄나무 잎 분말을 첨가 급여한 닭다리육의 보수력은 차이가 없었다고 하였으나, 본 연구에서는 도계 직후에는 MQ 200 처리구에서, 저장 3일에는 QC 200 처리구에서 보수력이 높아 quercetin의 급여가 닭다리육의 보수력에 영향을 미침을 나타내었다($p < 0.05$).

4. 관능적 특성

Quercetin 급여한 닭다리육의 각 저장일별 관능적 특성의 변화를 Table 5에 나타내었다. 전체 저장 기간 동안 닭 다리육의 육색은 CONTROL에 비해 QC와 MQ 처리구간의 유의적인 차이는 없었다. 향의 경우는 저장 3일째 QC 20 처리구에서 대조구, QC 200, MQ 20에 비해 유의적으로 높은 평가를 나타내었다. 불쾌취는 모든 저장 기간 동안 처리구에 의한 차이는 보이지 않았다. 맛의 경우 도계직후 VE 20 처리구보다는 MQ 200 처리구에서 유의적으로 높은 평가를 받았으나, 대조구와는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 또한 저장 3일에는 QC200 처리구에서 CONTROL, QC 20, MQ 20 처리구보다 유의적으로 낮은 수준을 보였다. 그러나 저장 7일에는 높은 불쾌취로 인하여 맛의 측정이 불가하여 실시하지 않았다. 이는 휘발성 염기태질소 함량이 20 mg% 이상이고, 총균수가 6 Log CFU/g 이상을 나타내어 변패한 것으로 판단된다(장애라 등, 2010). 연도는 MQ 200 처리구에서 대조구와 QC 20 및 MQ 20 처리구에 비해 높은 수준을 나타내었다($p < 0.05$). 저장 3일에는 QC 20 처리구의 연도가 대조구에 비해 가장 높았고, QC 200에서는 대조구와는 유의적인 차이는 없었으나 감소하는 경향을 보여 연도 변화는 QC처리에 따른 농도 의존적인 효과는 보이지 않았다. 저장 7일의 경우는 가식권을 벗어나 측정하지 않았다. 관능적 특

성을 종합하여 전체 기호도를 평가한 결과, 도계 직후는 대조구와 처리구간의 유의적 차이가 없었고, 저장 3일에도 QC 20과 MQ 200 처리구에서 대조구보다 높은 경향을 보이긴 했으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 그러나 저장 7일에는 산패취로 인해 관능적 품질이 크게 감소하여 낮은 기호도를 나타내었다. 따라서 본 연구 결과, 고농도 및 저농도의 QC와 MQ의 급여는 냉장 저장 3일까지 닭 다리육의 관능적 특성에 부정적으로 영향하지 않음을 나타내었고, 추후 사료 소재로서의 이용이 기대된다.

적 요

본 연구는 quercetin의 급여가 닭고기 다리육의 냉장저장 중의 품질변화에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 1 일령 Ross 320마리 육계 병아리를 8 처리구로 나누어 대조구(CONTROL), 항생제 처리구(AB), vitamin E 20 ppm 처리구(VE 20), vitamin E 200 ppm 처리구(VE200), quercetin 20 ppm(QC 20), quercetin 200 ppm(QC 200), methoxylated quercetin 20 ppm(MQ 20), methoxylated quercetin 200 ppm(MQ 200) 처리구로 나누어 35일간 급여하였다. 급여 후 36일째 도계하여 다리육만 분리하였고, 0, 3, 7일 냉장 저장 기간 동안의 pH, 보수력, 육색, 관능적 특성을 조사하였다. 저장 0일에 AB, VE 20, QC 20, MQ 200 처리구의 pH는 대조구에 비해 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 저장 3일에는 VE 200과 QC 20에서 대조구보다 높은 pH값을 나타내었다($p < 0.05$). 닭다리육의 명도(L*)값은 도계 직후 MQ 20에서 가장 낮은 값을 보였으나, a*값은 저장 3일까지 QC 20 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 저장 3일의 b*값도 QC 20 처리구에서 낮은 수준을 나타내어 QC 20이 육색에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 보수력은 저장 3일에 QC 200 처리구에서 대조구보다 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 관능적 특성 중 연도는 MQ 200 처리구에서 대조구와 QC 20 및 MQ 20 처리구에 비해 높은 수준을 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 결과를 바탕으로 quercetin은 닭 다리육의 색도 및 관능적 특성에 부정적으로 영향하지 않으면서도 보수력과 연도를 증진시키기 위한 육계 사료 첨가제로서 이용 가능성이 있을 것으로 판단된다.

(색인어: 케르세틴, 메칠화 케르세틴, 육계, 품질, 닭다리)

인용문헌

Boulianne M, King AJ 1995 Biochemical and color characte-

Table 5. Sensory characteristics of thigh of broilers fed quercetin and methoxylated quercetin for 35 days

Days	Treatments ¹⁾							
	CONTROL	AB	VE20	VE200	QC20	QC200	MQ20	MQ200
Color								
0	5.8 ± 2.27 ^{abX}	5.8 ± 1.56 ^{abX}	5.0 ± 1.48 ^{bX}	7.0 ± 1.10 ^{aX}	7.1 ± 1.02 ^{aX}	6.3 ± 1.04 ^{abXY}	5.0 ± 1.75 ^{bY}	6.5 ± 1.09 ^{aX}
3	6.6 ± 1.28 ^{aX}	5.8 ± 1.47 ^{aX}	6.0 ± 1.73 ^{aX}	5.8 ± 1.60 ^{aY}	7.0 ± 0.83 ^{aX}	7.0 ± 1.13 ^{aX}	6.4 ± 1.12 ^{aX}	5.9 ± 1.64 ^{aX}
7	5.8 ± 1.25 ^{aX}	5.9 ± 0.70 ^{aX}	5.9 ± 1.30 ^{aX}	6.1 ± 0.75 ^{aXY}	6.0 ± 0.94 ^{aY}	5.6 ± 1.02 ^{aY}	5.6 ± 1.20 ^{aXY}	5.5 ± 1.03 ^{aX}
Aroma								
0	6.4 ± 2.00 ^{aX}	6.5 ± 1.43 ^{aX}	5.9 ± 1.27 ^{aX}	6.5 ± 1.41 ^{aX}	6.5 ± 1.26 ^{aX}	6.3 ± 1.00 ^{aX}	5.9 ± 1.83 ^{aX}	6.1 ± 1.31 ^{aX}
3	5.7 ± 1.00 ^{bX}	5.8 ± 1.16 ^{abX}	6.2 ± 1.10 ^{abX}	6.1 ± 0.98 ^{abX}	6.8 ± 0.87 ^{aX}	5.3 ± 0.92 ^{bY}	5.7 ± 1.27 ^{bX}	6.0 ± 1.26 ^{abX}
7	6.4 ± 1.44 ^{aX}	6.3 ± 0.80 ^{aX}	5.7 ± 0.78 ^{aX}	6.1 ± 1.16 ^{aX}	6.0 ± 1.37 ^{aX}	5.8 ± 0.87 ^{aXY}	5.8 ± 0.87 ^{aX}	5.9 ± 0.83 ^{aX}
[†] Off-flavor								
0	4.5 ± 1.91 ^{aY}	4.2 ± 1.85 ^{aY}	4.4 ± 2.13 ^{aY}	4.9 ± 2.19 ^{aY}	4.9 ± 1.80 ^{aY}	4.8 ± 1.90 ^{aY}	4.8 ± 2.37 ^{aY}	5.0 ± 2.15 ^{aY}
3	4.3 ± 1.36 ^{aY}	4.8 ± 1.32 ^{aY}	4.9 ± 1.51 ^{aY}	5.0 ± 1.18 ^{aY}	4.5 ± 1.69 ^{aY}	4.7 ± 1.48 ^{aY}	5.6 ± 1.12 ^{aXY}	4.5 ± 1.29 ^{aY}
7	6.7 ± 1.53 ^{aX}	6.8 ± 0.67 ^{aX}	6.7 ± 0.78 ^{aX}	6.8 ± 0.95 ^{aX}	6.7 ± 0.87 ^{aX}	6.5 ± 1.31 ^{aX}	6.7 ± 0.78 ^{aX}	6.8 ± 0.83 ^{aX}
Taste								
0	6.4 ± 1.43 ^{abcX}	5.8 ± 1.513 ^{abcX}	6.3 ± 1.69 ^{bcX}	6.7 ± 1.02 ^{abX}	6.1 ± 1.13 ^{abcX}	6.7 ± 1.01 ^{abcX}	6.1 ± 1.90 ^{cX}	6.8 ± 1.41 ^{aX}
3	6.0 ± 1.34 ^{abX}	5.6 ± 1.91 ^{abcX}	6.0 ± 1.41 ^{abcX}	5.6 ± 1.36 ^{bcY}	6.7 ± 1.10 ^{abX}	5.2 ± 1.19 ^{cY}	6.3 ± 1.69 ^{aX}	6.2 ± 1.10 ^{abcX}
7	- ²⁾	-	-	-	-	-	-	-
Tenderness								
0	6.4 ± 1.36 ^{bX}	6.5 ± 1.00 ^{abX}	6.7 ± 1.00 ^{bX}	6.8 ± 1.25 ^{abX}	6.5 ± 0.94 ^{bX}	6.9 ± 1.39 ^{abX}	6.9 ± 1.04 ^{bX}	7.0 ± 1.49 ^{aX}
3	5.5 ± 1.69 ^{bcX}	6.3 ± 1.12 ^{bX}	5.3 ± 1.50 ^{bcY}	6.2 ± 1.34 ^{bX}	6.8 ± 1.32 ^{aX}	4.9 ± 1.30 ^{cY}	6.0 ± 1.84 ^{bX}	6.1 ± 1.25 ^{bX}
7	- ²⁾	-	-	-	-	-	-	-
Overall acceptability								
0	6.2 ± 1.49 ^{aX}	6.0 ± 1.22 ^{aX}	6.0 ± 1.68 ^{aX}	6.3 ± 1.72 ^{aX}	6.4 ± 1.52 ^{aX}	6.6 ± 1.58 ^{aX}	6.8 ± 1.26 ^{aX}	7.4 ± 0.89 ^{aX}
3	5.7 ± 1.55 ^{abY}	5.5 ± 1.12 ^{abY}	5.6 ± 1.62 ^{abY}	5.4 ± 1.21 ^{abY}	6.4 ± 0.52 ^{aX}	5.0 ± 1.26 ^{bY}	5.7 ± 1.47 ^{abXY}	6.0 ± 0.90 ^{abY}
7	2.5 ± 1.79 ^{aZ}	3.3 ± 0.53 ^{aZ}	2.8 ± 0.94 ^{aZ}	2.9 ± 1.00 ^{aZ}	2.8 ± 1.02 ^{aY}	2.6 ± 0.83 ^{aZ}	2.5 ± 0.93 ^{aY}	2.6 ± 0.94 ^{aZ}

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

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

¹⁾Refer to Table 2.

²⁾Not determined because of rancidity.

Sensory scores were assessed on 9 point hedonic scale where 1=extremely bad or slight, 5=moderate, 9= extremely good or plenty, while off- flavor was assessed where 1= extremely good, 5=moderate, 9=extremely bad.

ristics of skinless boneless pale chicken breast. Poultry Sci 74:1693-1698.

Deymer DI, Vandekerckhove P 1979 Compounds determining pH in dry sausage. Meat Sci 3(3):161-167.

Dugan MER, Aalhue JL, Jeremiah LE, Kramer JKG, Schae-

fer AA 1999 The effect of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. Can J Ani Sci 79:45-52.

Elmasry G, Sun DW, Allen P 2011 Non-destructive determination of water-holding capacity in fresh beef by using NIR hyperspectral imaging. Food Res Int 44:2624-2633.

- Govaris A, Florou-Paneri P, Botsoglou E, Giannenas I, Amvrosiadis I, Botsoglou 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. *Food Sci Technol* 40: 331-337.
- Graf BA, Mullen W, Caldwell ST, Hartley RC, Duthie GG, Lean MEJ, Crozier A, Edwards CA 2005 Disposition and metabolism of [2-C-14] quercetin-4'-glucoside in rats. *Drug Metab Dispos* 33:1036-1043.
- Huff-Lonergan E, Lonergan SM 2005 Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of post-mortem biochemical and structural changes. *Meat Sci* 71(1):194-204.
- 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, Srinivasan P, Lee NY, Song HP, Lee JW, Lee M 2008 Antioxidative potential of raw breast meat from broiler chicks fed a dietary medicinal herb extract mix. *Poultry Sci* 87(11):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 extraction and various extraction assisting methods. *Food Eng Prog* 13:147-153.
- Jung S, Choe JH, Kim B, Yun H, Kruk ZA, Jo C 2010 Effect of dietary mixture of gallic acid and linoleic acid on antioxidative potential and quality of breast meat from broilers. *Meat Sci* 86:520-526.
- Kim YJ 2010 Effects of dietary supplementation of garlic by-products on total phenol contents, DPPH radical scavenging activity, and physicochemical properties of chicken meat. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30(5):860-866.
- Laakkonen E, Wellington GH, Sherbon JW 1970 Low-temperature, long-time heating of bovine muscle. *J Food Sci* 35:175-177.
- Lee S, Shin SY, Lee Y, Park Y, Kim BG, Ahn JH, Chong Y, Lee YH, Lim Y 2011 Rhamnetin production based on the rational design of the poplar O-methyltransferase enzyme and its biological activities. *Bioorg Med Chem Lett* 21:3866-3870.
- 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.
- Lesiak MT, Olson DG, Lesiak CA, Ahn DU 1996 Effects of postmortem temperature and time on the water holding capacity of hot-boned turkey breast and thigh muscle. *Meat Sci* 43(1):51-60.
- Livingston DJ, Brown WD 1981 The chemistry of myoglobin and its reactions. *Food Technol* 35:244-252.
- Mikstacka R, Przybylska D, Rimando AM, Baer-Dubowska W 2007 Inhibition of human recombinant cytochromes P450 CYP1A1 and CYP1B1 by trans-resveratrol methyl ethers. *Mol Nut Food Res* 51(5):517-524.
- NRC 1994 Nutrient Requirements of Poultry. National Academy Press, Washington, DC, USA, p. 114.
- 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.
- Ryoichi S, Deguchi T, Nagata Y 1993 Effectiveness of the filter paper press method for determining the water holding capacity of meat. *Fleischwirtsch* 73:1399.
- Schmidt GR, Trout GR 1984 pH and color. *Meat Ind* 30(8): 33-34.
- Seven Tatli P, Seven I, Yilmaz I, Simsek M, Simsek U G 2008 The effect of Turkish propolis on growth and carcass characteristics in broilers under heat stress. *Anim Feed Sci Technol* 146:137-148.
- Suresh Babu K, Tiwari AK, Srinivas PV, Ali AZ, China Raju B, Rao JM 2004 Yeast and mammalian alpha-glucosidase inhibitory constituents from Himalayan rhubarb *Rheum emodi* Wall. ex Meisson. *Bioorg Med Chem Lett* 14(14): 3841-3845.
- 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 and Peter CHH. 2005. Tissue distribution of quercetin in rats and pigs. *J Nutr* 135:1617-1618.
- Wilson MA, Rimando AM, Wolkow CA 2008 Methoxylation enhances stilbene bioactivity in *Caenorhabditis elegans* *BMC Pharm* 8:15-26.
- 김영직 2011 사료내 엄나무 잎 분말을 첨가 급여한 닭다리육의 이화학적 특성 및 품질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 38(2):105-112.
- 장애라 박정은 김상호 채현석 함준상 오미화 김현욱 설국환 조수현 김동훈 2010 Quercetin 급여가 육계 다리육의 산화안정성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 37(4):405-413.
- 조성경 조철훈 정사무엘 김민규 오현민 이봉덕 이수기 2010 Quercetin의 급여가 산양의 사료이용성, 혈액상 및 육질에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 52(4):297-304.
- (접수: 2011. 9. 5, 수정: 2011. 11. 3, 채택: 2011. 11. 4)