

Resveratrol과 Methoxylated Resveratrol이 닭 다리육의 저장 품질에 미치는 영향

장애라[†] · 함준상 · 김동욱 · 설국환 · 오미화 · 채현석 · 김상호 · 김동훈

농촌진흥청 국립축산과학원

Dietary Supplementation of Resveratrol and Methoxylated Resveratrol Affects on Chicken Thigh Meat Quality

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

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

ABSTRACT This study was carried out to determine the effect of dietary supplementation of resveratrol and methoxylated resveratrol extracted from branch of *Morus alba* L. on the quality of chicken thigh meat 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 (BD), BD with antibiotics (AB), vitamin E 20 IU (VE 20), vitamin E 200 IU (VE 200), resveratrol 20 ppm (RV 20), resveratrol 200 ppm (RV 200), methoxylated resveratrol 20 ppm (MR 20), and methoxylated resveratrol 200 ppm (MR 200). After slaughtering the broilers, thighs were collected and analyzed the quality change of the meat during storage at 4°C for 5 days. The meat quality factors such as pH, color, water holding capacity, and sensory characteristics of thigh meat were determined on the experiment day 1, 3, and 5. AB, VE, and MR increased pH value of chicken thigh compare to BD ($p < 0.05$). Lightness (L^*) showed no significant difference during storage day 1 and 5. VE 200 and MR 20 stabilized the redness (a^*) of chicken thigh as the value of day 1. Water holding capacity of chicken thigh from VE 20, RV 200, MR 20, and MR 200 on storage day 3 was higher than that of BD ($p < 0.05$). In sensory evaluation, the panelist discriminated the tenderness and gave the higher score on the chicken from AB, VE20, RV 20, and MR 20 compare to BD ($p < 0.05$). These results suggest that the dietary resveratrol and methoxylated resveratrol could be used as chicken meat quality enhancer in broiler industry.

(Key words : resveratrol, stilbene, methoxylated resveratrol, broilers, meat quality)

서 론

닭고기는 도살, 가공 및 유통 과정을 통해 쉽게 변패될 수 있어 색, 냄새, 풍미 등과 같은 품질 저하를 일으키게 된다(안중남 등, 2008). 이에 일부 식육 가공식품의 저장 기간을 증가시키기 위해 합성 항산화제가 이용되고 있지만, 일반적으로 알려진 합성 항산화제인 butylated hydroxytoluene(BHT)과 butylated hydroxyanisole(BHA)는 독성학자들에 의해 잠재적인 발암 가능 인자로서 안전성에 대한 문제가 제기되고 있다(Reishe et al., 1998). 이에 합성 항산화제를 대체할 수 있는 물질의 탐색을 위해 야생식물 및 야채류, 곡물 등에서 유래한 식물 추출물의 가축 생산성 증진, 항균, 항산화, 면역

증강, 혈중 콜레스테롤 저하, 항염증 효과에 대한 연구가 많이 진행되고 있다(장애라 등, 2010; 정사무엘 등, 2009; 김병완 등, 2009; Jang et al., 2008). 연구 결과, 비타민 E, 로즈마리, 녹차 및 oregano 추출물 등 식물 추출물이 이용되었고, 매우 간편하고 효과적인 방법으로 보고되고 있다(O'Neill et al., 1999; Govaris et al., 2007; Tang et al., 2001; Vichi et al., 2001). 이러한 항산화제는 첨가 수준과 가축에게 급여하는 기간에 따라 육색, 보수력 및 관능적 특성과 같은 품질에 영향을 미치게 된다(이상무 등, 2010).

레스베라트롤(3,5,4'-trans-trihydroxystilbene)은 폴리페놀 중 stilbene 계열로 coumaryl-CoA와 malonyl-CoA로부터 stilbene synthase라는 효소에 의해 합성되며 자외선 조사, 금속 이온

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

및 미생물 감염 등의 비생물학적, 생물학적 스트레스에 의해 식물체가 생성하는 방어물질인 파이토 알렉신으로 알려져 있다. Resveratrol은 포도, 뽕나무, 땅콩 및 소나무 등의 식물에 함유되어 있으며, 항산화, 심혈관 보호, 항암, 항당뇨, 신경 보호 및 노화방지 기능 등이 보고되고 있다(Li et al., 2006; Hao and He, 2004; Jang et al., 1997; Harikumar and Aggarwal, 2008).

그러나 resveratrol 자체는 생물 이용성이 낮아 가축에 급여시 그 이용이 제한적인데, 이는 hydroxylated flavonoids인 resveratrol이 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 다수 포함하고 있는 수산화기를 메틸기로 치환함으로써(methoxylation) 친수성 resveratrol의 지용성을 증가시키고 음이온을 띠게 하여 대사 안정성과 세포 내 수송율을 높일 수 있다(Graf et al., 2005; Wilson et al., 2008; Jo et al., 2011).

따라서 본 연구에서는 뽕나무 가지에서 추출한 resveratrol과 methoxylated resveratrol의 급여가 육계 다리육의 냉장 저장중의 품질에 미치는 영향을 알아보려고 실시하였다.

재료 및 방법

1. Resveratrol 추출 및 공시 동물 관리

1) Resveratrol 및 Methoxylated Resveratrol

본 연구에 이용한 resveratrol은 다음의 방법을 이용하여 추출하였다. 건조된 상백지(뽕나무 가지) 2.4 kg을 마쇄하여 에탄올 6 L를 가해 72시간 동안 빛을 차단하고 실온에서 침지 추출하였고 감압 여과하여 잔류물은 동일한 방법으로 2회 더 반복 추출하였다. 얻어진 여과액은 모두 합쳐 40℃에서 감압 농축한 후 -50℃에서 동결 건조하여 에탄올 추출물(103.1 g)을 얻었다. 에탄올 추출물(21.15 g)은 극성에 따른 분리 추출을 위하여 hexan과 물 혼합액(1:1)으로 3회 분배 추출하고, 같은 방법으로 클로로폼, 에틸아세테이트 각각 3회 분배 추출하여 감압 농축하여 동결 건조하여 시료로 이용하였다.

Resveratrol의 수산화기의 일부를 메틸기로 치환함으로써 지용성을 증가시켜 흡수를 증진시키고 대사 안정성이 높아지도록 하기 위해, 세 개의 hydroxyl group 모두 methyl group으로 치환한 trimethoxy-resveratrol은 Jo et al.(2011)의 방법에 따라 건국대학교 생명공학과 임용호 교수팀이 합성한 것을 전달받아 이용하였다.

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, 육계 전기(0~3주)와 육계 후기(3~5주) 사료로 나누어 35일간 공급하였다(Table 1). 즉, 대조구(BD)는 항생제가 첨가되지 않은 기본 사료를 급여하였으며, 기본 사료에 항생제(avilamycin 10 ppm+salinomycin 60 ppm) 첨가 급여군(AB), 기본 사료에 비타민 E 20 IU 첨가 급여군(VE 20), 기본 사료에 비타민 E 200 IU 첨가 급여군(VE 200), 기본 사료에 resveratrol 20 ppm(RV 20) 첨가 급여군, 기본 사

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.

료에 resveratrol 200 ppm(RV 200) 첨가 급여군, 기본 사료에 methoxylated resveratrol 20 ppm(MR 20) 첨가 급여군, 기본 사료에 methoxylated resveratrol 200 ppm (MR 200) 첨가 급여군으로 나누어 공시하였다. 사양 실험 전 기간 동안 육계 철제 케이지에서 사육하였으며, 사료 급여기 및 급수기의 개수는 반복구별 동일하게 배치하였다. 사료와 물은 자유 채식 및 자유 음수시켰으며, 입추 후 3일간 24시간 점등을 실시하였고, 이후 시험 종료 시까지 23시간 점등을 실시하였다. 시험 실시 후 36일에는 육계들을 처리구당 10수씩 무작위로 선별하여 도살한 후 다리육을 발골하여 냉장 저장 각 1, 3, 5일에 꺼내어 이화학적 품질 분석에 이용하였다.

2. 조사항목 및 분석 방법

1) pH

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

2) 색도

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

닭 다리육의 보수력은 Ryoichi et al.(1993)의 방법에 따라 시료를 분쇄하여 지방과 근막을 제거한 후 0.5 g을 미세 구멍이 있는 2 mL 필터관에 담아 80℃의 항온 수조(model VS- 1203 PF-LN, Vison Science, Korea)에서 20분간 가열 후 10분간 실온에서 냉각시켜 920×g에서 10분간 원심분리(model SCR 20BA, Hitachi, Japan)하였다. 원심분리에 의해 수분이 빠져나간 시료가 담긴 필터관을 꺼내어 칭량한 후 다음 공식에 의해 보수력을 측정하였다.

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

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) 관능특성

닭 다리육의 저장 기간 동안의 관능 특성은 훈련된 관능 검사 요원 12명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 실시하였다. 즉, 심부 온도가 70±2℃에 도달하도록 항온 수조에 두었던 각 공시 재료를 관능검사 요원에게 제시한 후 육색, 향, 맛, 연도, 종합적 기호도의 각 1점을 매우 나쁘거나 낮음, 9점은 매우 좋거나 강함으로 그 정도를 표시하도록 하였고, 이취인 경우에만 1점은 매우 좋거나 강함, 9점은 매우 나쁘거나 낮음으로 그 정도를 표시하도록 하였다.

5) 통계 처리

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(ver.9.2)의 GLM (General linear model) 방법으로 분석하였고, Duncan's Multiple range test를 이용하여 처리간 유의성을 검증하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. pH

육계 사료에 resveratrol과 methoxylated resveratrol을 20과 200 ppm의 농도로 35일간 급여하여 닭다리살의 저장 중 pH 변화에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 도계 후 저장 1일의 닭다리 육의 pH는 BD와 RV 20 처리구에서 가장 낮은 수준을 보였으며, AB, VE 및 MR 처리구에서 유의적으로 높은 수준을 나타내었다($p < 0.05$). 즉, RV 20 처리구보다 MR 20과 200처리구에서 pH의 증가 효과를 나타내었다. 그러나 저장 3일에는 BD 처리구가 유의적으로 낮은 pH를 나타내었고, RV 처리구와 MR 처리구 간 비교에는 pH 차이가 없었다. 저장 5일에는 BD와 VE 20과 200 처리구가 가장 낮은 pH를 보였으며, MR 처리구와 AB 처리구는 BD에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 저장 기간별로 살펴보면 AB 처리구와 RV 200 처리구는 전체 저장 기간 동안의 유의적인 변화가 없었으나, VE 20 처리구는 저장 5일째 저장 1일과 비교하여 유의적으로 낮은 pH 값을 나타내었다. 저장 기간이 증가하면서 발견되는 pH 증가는 히스타민, 히스티딘 등의 유도체인 imidazol 기가 노출되었기 때문이며, 숙성 중에 단백질의 완충 물질 변화, 전해질 해리 감소 및 암모니아 생성에 의해 증가하는 것으로 알려져 있다(Deymer and Vandekerckhove, 1979). 이런 결과로 비추어 볼 때 VE 20, VE 200, MR 20, MR 200 처리는 저장중의 닭다리 육의 단백질 분해

Table 2. pH of thigh of broilers fed resveratrol and methoxylated resveratrol for 5 weeks

Day	Treatments ¹⁾							
	BD	AB	VE20	VE200	RV20	RV200	MR20	MR200
1	6.49 ± 0.11 ^{BCb}	6.65 ± 0.02 ^{Aa}	6.66 ± 0.02 ^{Aa}	6.62 ± 0.04 ^{Aa}	6.42 ± 0.12 ^{Cb}	6.58 ± 0.10 ^{ABa}	6.71 ± 0.01 ^{Aa}	6.67 ± 0.01 ^{Aa}
3	6.44 ± 0.10 ^{Bb}	6.66 ± 0.02 ^{Aa}	6.60 ± 0.09 ^{Aa}	6.46 ± 0.12 ^{Bb}	6.63 ± 0.02 ^{Aa}	6.61 ± 0.02 ^{Aa}	6.56 ± 0.11 ^{ABb}	6.63 ± 0.02 ^{Ab}
5	6.52 ± 0.03 ^{Ba}	6.63 ± 0.01 ^{Aa}	6.50 ± 0.01 ^{Bb}	6.50 ± 0.01 ^{Bab}	6.62 ± 0.01 ^{Aa}	6.68 ± 0.02 ^{Aa}	6.64 ± 0.02 ^{Ab}	6.60 ± 0.01 ^{Ac}

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

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

¹⁾BD: Basal diet, AB: basal diet + antibiotics, VE20: basal diet + vitamin E 20 IU, VE200: basal diet + vitamin E 200 IU, RV20: basal diet + resveratrol 20 ppm, RV200: basal diet + resveratrol 200 ppm, MR20: basal diet + methoxylated resveratrol 20 ppm, MR200: basal diet + methoxylated resveratrol 200 ppm.

산물의 증가를 억제하여 pH 증가를 저해한 것으로 판단된다.

2. 육색

Resveratrol과 methoxylated resveratrol을 급여한 닭다리 육의 냉장 저장 기간 중 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)는 Table 3에 나타내었다. 명도(L*)는 저장 1일과 5일에는 모든 처리구가 BD 처리구와 유의적인 차이를 보이지 않았으며, RV 처리구와 MR 처리구간의 유의적인 차이도 없었다. 저장 3일에도 VE 20 처리구에서 낮은 수준을 보였으나, 그 외 처

리구에서는 BD 처리구와 비교해 차이를 나타내지 않았다. 육색소인 myoglobin은 산소 유무에 의해 크게 영향을 받는데, 육조직 내 효소활동, 온도, 미생물 종류 및 오염 정도, pH 등에 따라 다르며, 사료의 영향을 크게 받는다(Dugan et al., 1999; Kim, 2010). 닭고기의 L*값은 총 색소량, myoglobin 및 이온농도와 음의 상관관계를 유의적으로 나타낸다(Boulianne and King, 1995). 또한 Livingston과 Brown(1981)도 저장 기간 동안 pH와 L*값은 서로 음의 상관관계를 갖고 있어 pH가 높을수록 L*값은 그 수준이 낮게 나타난다고 하였는

Table 3. Color of thigh of broilers fed resveratrol and methoxylated resveratrol for 5 weeks

Days	Treatments ¹⁾							
	BD	AB	VE20	VE200	RV20	RV200	MR20	MR200
	L*							
1	61.53 ± 4.79 ^{ABa}	62.71 ± 1.70 ^{ABa}	57.54 ± 2.82 ^{Bb}	63.82 ± 3.82 ^{Aa}	61.23 ± 2.55 ^{ABa}	59.09 ± 0.77 ^{ABa}	60.01 ± 3.93 ^{ABa}	58.41 ± 0.37 ^{ABb}
3	62.07 ± 2.26 ^{Aa}	60.47 ± 3.95 ^{ABa}	56.96 ± 0.64 ^{Bb}	61.70 ± 3.28 ^{ABa}	59.76 ± 2.00 ^{ABa}	59.84 ± 1.16 ^{ABa}	59.04 ± 3.57 ^{ABa}	60.69 ± 1.42 ^{ABab}
5	63.35 ± 7.01 ^{Aa}	60.88 ± 0.90 ^{Aa}	64.08 ± 3.65 ^{Aa}	62.26 ± 3.40 ^{Aa}	61.86 ± 3.81 ^{Aa}	60.96 ± 2.65 ^{Aa}	58.57 ± 3.26 ^{Aa}	61.92 ± 2.07 ^{Aa}
	a*							
1	4.02 ± 0.32 ^{ABCa}	2.64 ± 1.05 ^{BCb}	4.55 ± 0.56 ^{ABa}	3.20 ± 0.78 ^{ABCa}	3.06 ± 0.76 ^{ABCa}	3.82 ± 0.58 ^{ABCa}	3.25 ± 1.95 ^{ABCa}	4.68 ± 0.56 ^{ABa}
3	3.05 ± 0.02 ^{ABb}	3.12 ± 0.21 ^{ABb}	3.56 ± 0.38 ^{Ab}	3.22 ± 1.39 ^{ABa}	3.36 ± 0.52 ^{ABa}	3.64 ± 0.12 ^{Aa}	3.52 ± 0.11 ^{Aa}	2.87 ± 0.56 ^{Bb}
5	3.29 ± 0.58 ^{Ab}	4.22 ± 0.14 ^{Aa}	2.25 ± 0.66 ^{Bc}	3.09 ± 1.04 ^{Aa}	2.46 ± 0.59 ^{Bb}	2.76 ± 0.20 ^{ABb}	3.50 ± 1.38 ^{Aa}	2.97 ± 0.79 ^{ABb}
	b*							
1	5.43 ± 3.89 ^{Ab}	5.16 ± 1.98 ^{Ab}	7.32 ± 0.88 ^{Ac}	9.74 ± 1.69 ^{Ab}	7.08 ± 3.47 ^{Ab}	8.66 ± 4.23 ^{Aa}	7.47 ± 4.46 ^{Aa}	7.12 ± 0.58 ^{Aa}
3	10.32 ± 2.94 ^{ABa}	12.24 ± 3.57 ^{ABa}	10.80 ± 1.06 ^{ABb}	10.18 ± 5.79 ^{Ab}	10.87 ± 2.85 ^{ABa}	8.99 ± 3.47 ^{Ba}	7.12 ± 0.44 ^{Ca}	7.71 ± 0.99 ^{ABa}
5	11.22 ± 1.45 ^{Aa}	12.97 ± 3.51 ^{Aa}	11.62 ± 9.77 ^{Aa}	12.95 ± 3.26 ^{Aa}	10.49 ± 4.80 ^{ABa}	8.86 ± 4.52 ^{Ba}	7.81 ± 2.72 ^{Ba}	7.54 ± 3.11 ^{Ba}

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

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

¹⁾Refer to Table 2.

데 본 연구에서는 VE 20과 MR 200처리구에서 이와 유사한 결과를 나타내었다. 적색도(a*)는 총 색소량, myoglobin, 이온 농도와 양의 상관관계가 있다(Schmidt and Trout, 1984). 저장 1일에 3.06~4.68의 범위를 보였으며, BD 처리구와 처리구간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 저장 3일에는 RV 200 처리구에서 3.64, MR 200 처리구에서 2.87을 보여 유의적인 차이를 보였으나 BD 처리구와의 차이는 없었다. 저장 기간이 증가할수록 BD 처리구 닭다리 육의 a*값은 감소하였으나, AB 처리구는 저장 5일에 1일에 비해 유의적으로 높은 적색도를 나타내었다. 또한 VE 200 처리구와 MR 20 처리구는 저장 기간 동안 a*의 수준을 저장 1일치의 수준으로 유지시켜($p < 0.05$) 육색의 안정화에 영향함을 나타내었다. 황색도(b*)는 저장 초기에는 BD와 AB 처리구에 비해 VE, RV 및 MR 처리구에서 모두 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 그러나 저장 3일과 5일에는 BD 처리구에 비해 MR 20과 200 처리구에서 유의적으로 낮은 수준을 나타내었다. 또한 RV 200 및 MR 20과 200 처리구는 저장 기간이 증가함에 따라 닭다리 육의 b*값의 증가를 억제하여 육색 안정화에 효과적임을 나타내었다. 일반적으로 식육은 저장 기간이 증가함에 따라 근육내 효소 및 미생물 분비 효소에 의해 단백질이 분해되어 유리 아미노산 및 비단백질소 화합물도 증가시키고 단백질 분해 산물들에 의해 pH가 증가하게 된다(Cresopo et al., 1978). 이에 따라 pH가 증가하면 식육표면에 빛의 산란이 약하여 고기 조직 내 투과 길이가 길어지고, 마이오글로빈과 그 유도체들에 의해 빛을 더 오랫동안 흡수하기 때문에 어두운 색을 띠게 된다(Swatland, 2008).

3. 보수력(WHC)

소비자들이 신선 육제품을 구매할 때 선택을 좌우하는 주요 요인에는 색, 가시 지방의 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.

닭 다리육의 저장 기간에 따른 보수력의 변화는 Table 4에 나타내었다. 저장 1일에는 BD 처리구에 비해 처리구간의 보수력의 유의적인 차이는 없었다. 저장 3일의 경우는 VE 20, RV 200, MR 20, MR 200 처리구에서 BD 처리구에 비해 유의적으로 높은 보수력을 나타내었다. 이는 Table 2에 제시한 바와 같이 BD 처리구보다 유의적으로 높은 pH 때문인 것으로 판단된다. 그러나 저장 5일에는 처리구간의 유의적인 차이를 볼 수 없었다. 본 연구 결과, RV 200, MR 20과 200 처리는 VE 20 처리구와 함께 닭다리 육의 보수력을 증진시키는 데 영향을 미치는 것으로 나타내었다. 신선 식육 내 수분 보유 능력(보수력)은 신선 식육의 품질에 영향하는 중요한 요인 중의 하나이다. 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 Lonergan, 2005). 본 연구에서는 저장 3일에 methoxylated 된 resveratrol의 급여가 닭다리육의 보수력에 영향함을 나타내었으나, 김영직(2011)은 엄나무 잎 분말을 첨가 급여시 닭다리육의 보수력은 차이를 보이지 않았다고 하여 본 연구와는 상이함을 보였다.

4. 관능적 특성

RV와 MR 처리구 다리육의 각 저장일 별 관능적 특성의 변화를 Table 5에 나타내었다. 저장 1일에는 BD 처리구에 비해 MR 200 처리구가 유의적으로 낮은 점수를 보였으나, 저

Table 4. Water holding capacity (%) of thigh of broilers fed resveratrol and methoxylated resveratrol for 5 weeks

Day	Treatments							
	BD	AB	VE20	VE200	RV20	RV200	MR20	MR200
1	62.18 ± 1.92 ^{Aa}	61.75 ± 0.47 ^{Ac}	60.75 ± 0.62 ^{Ab}	61.74 ± 1.03 ^{Aa}	62.58 ± 1.19 ^{Aab}	62.74 ± 1.03 ^{Ab}	62.60 ± 1.05 ^{Ab}	62.61 ± 0.82 ^{Ab}
3	61.67 ± 1.75 ^{Ba}	63.04 ± 0.61 ^{ABb}	64.43 ± 1.18 ^{Aa}	62.21 ± 0.58 ^{Ba}	60.90 ± 1.19 ^{Bb}	64.26 ± 0.35 ^{Aa}	64.54 ± 1.54 ^{Aa}	64.57 ± 0.62 ^{Aa}
5	64.24 ± 0.92 ^{Aa}	64.16 ± 0.39 ^{Aa}	62.97 ± 2.22 ^{Aab}	62.44 ± 0.73 ^{Aa}	63.18 ± 0.82 ^{Aa}	61.87 ± 1.66 ^{Ab}	63.93 ± 1.33 ^{Aa}	63.51 ± 0.54 ^{Aa}

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

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

¹⁾Refer to Table 2.

Table 5. Sensory characteristics of thigh of broilers fed resveratrol and methoxylated resveratrol for 5 weeks

Days	Treatments ¹⁾							
	BD	AB	VE20	VE200	RV20	RV200	MR20	MR200
Color								
1	6.9 ± 0.90 ^{Aa}	6.9 ± 1.08 ^{Aa}	6.1 ± 1.24 ^{ABa}	6.4 ± 1.00 ^{ABa}	6.8 ± 0.84 ^{Aa}	6.8 ± 0.84 ^{Aa}	6.1 ± 1.38 ^{ABa}	5.7 ± 1.61 ^{Bb}
3	6.2 ± 0.72 ^{ABa}	6.3 ± 0.99 ^{ABab}	6.8 ± 0.62 ^{ABa}	6.0 ± 1.56 ^{Ba}	7.0 ± 1.00 ^{Aa}	6.4 ± 1.00 ^{ABa}	6.7 ± 0.99 ^{ABa}	6.8 ± 0.58 ^{Aa}
5	6.4 ± 1.08 ^{Aa}	6.0 ± 1.04 ^{Ab}	6.2 ± 1.27 ^{Aa}	5.9 ± 1.17 ^{Aa}	6.3 ± 1.30 ^{Aa}	6.3 ± 0.97 ^{Aa}	6.0 ± 1.35 ^{Aa}	5.9 ± 0.90 ^{Aab}
Aroma								
1	6.6 ± 1.00 ^{Aa}	6.8 ± 1.42 ^{Aa}	6.8 ± 1.22 ^{Aa}	6.8 ± 1.29 ^{Aa}	6.3 ± 1.16 ^{Aa}	6.5 ± 1.09 ^{Aa}	6.4 ± 1.17 ^{Aab}	6.2 ± 1.34 ^{Aab}
3	6.2 ± 0.72 ^{Ba}	6.3 ± 0.97 ^{Ba}	6.3 ± 0.89 ^{ABa}	6.5 ± 0.52 ^{ABa}	6.7 ± 0.65 ^{ABa}	6.3 ± 0.78 ^{ABa}	6.8 ± 0.97 ^{ABa}	7.1 ± 1.00 ^{Aa}
5	5.8 ± 1.22 ^{Aa}	5.8 ± 0.94 ^{Aa}	5.9 ± 0.90 ^{Aa}	6.1 ± 1.08 ^{Aa}	6.3 ± 1.06 ^{Aa}	5.8 ± 0.94 ^{Aa}	5.6 ± 1.17 ^{Ab}	5.7 ± 1.23 ^{Ab}
Off-flavor ²⁾								
1	3.4 ± 1.78 ^{Aa}	3.6 ± 2.07 ^{Aa}	3.8 ± 2.17 ^{Aa}	3.6 ± 1.98 ^{Aa}	3.7 ± 2.02 ^{Aa}	3.5 ± 1.98 ^{Aa}	3.7 ± 2.06 ^{Aa}	3.3 ± 1.96 ^{Aa}
3	4.2 ± 1.75 ^{Aa}	3.9 ± 1.68 ^{Aa}	3.8 ± 2.14 ^{Aa}	3.8 ± 1.75 ^{Aa}	3.7 ± 1.44 ^{Aa}	3.5 ± 1.38 ^{Aa}	3.7 ± 1.37 ^{Aa}	3.8 ± 1.66 ^{Aa}
5	4.7 ± 1.23 ^{Aa}	4.4 ± 1.17 ^{Aa}	4.1 ± 1.24 ^{Aa}	4.3 ± 1.55 ^{Aa}	4.2 ± 1.19 ^{Aa}	4.3 ± 1.30 ^{Aa}	4.4 ± 1.44 ^{Aa}	4.3 ± 1.22 ^{Aa}
Taste								
1	5.9 ± 1.51 ^{Aa}	6.7 ± 1.83 ^{Aa}	6.42 ± 1.57 ^{Aa}	6.2 ± 1.85 ^{Aa}	6.6 ± 1.31 ^{Aa}	6.1 ± 1.24 ^{Aa}	6.6 ± 1.00 ^{Aa}	6.6 ± 1.38 ^{Aa}
3	5.5 ± 1.45 ^{Ba}	7.3 ± 1.14 ^{Aa}	6.9 ± 1.24 ^{Aa}	7.3 ± 1.14 ^{Aa}	6.6 ± 1.08 ^{ABa}	6.4 ± 1.31 ^{ABa}	6.5 ± 1.24 ^{ABa}	6.8 ± 1.55 ^{Aa}
5	6.3 ± 1.22 ^{ABa}	6.4 ± 0.90 ^{ABa}	6.2 ± 1.20 ^{ABa}	6.2 ± 0.84 ^{ABa}	6.6 ± 1.00 ^{Aa}	5.9 ± 1.00 ^{ABa}	5.6 ± 1.00 ^{Bb}	5.8 ± 1.27 ^{ABa}
Tenderness								
1	5.8 ± 1.64 ^{Aa}	6.8 ± 1.66 ^{Aa}	6.8 ± 1.19 ^{Aa}	6.4 ± 1.31 ^{Aa}	6.3 ± 1.55 ^{Aa}	6.2 ± 1.19 ^{Aa}	6.3 ± 1.23 ^{Aa}	6.1 ± 1.51 ^{Aa}
3	5.4 ± 1.38 ^{Ca}	7.2 ± 1.19 ^{Aa}	7.17 ± 1.12 ^{Aa}	5.6 ± 1.68 ^{Ca}	5.9 ± 0.67 ^{BCa}	7.0 ± 1.35 ^{ABa}	6.3 ± 1.16 ^{ABCa}	7.0 ± 1.76 ^{ABa}
5	6.2 ± 1.19 ^{ABa}	6.3 ± 1.07 ^{ABa}	5.9 ± 0.79 ^{ABb}	5.6 ± 1.17 ^{ABa}	6.6 ± 1.08 ^{Aa}	6.1 ± 1.08 ^{ABa}	5.5 ± 1.45 ^{Ba}	5.8 ± 1.12 ^{ABa}
Overall acceptability								
1	5.9 ± 1.44 ^{Aa}	7.0 ± 1.79 ^{Aa}	6.9 ± 1.00 ^{Aa}	6.5 ± 1.45 ^{Aa}	6.3 ± 1.14 ^{Aa}	6.3 ± 1.23 ^{Aa}	6.3 ± 0.81 ^{Aa}	6.1 ± 1.48 ^{Aa}
3	5.8 ± 1.06 ^{Ba}	6.9 ± 1.24 ^{Aa}	6.8 ± 0.84 ^{ABa}	6.9 ± 1.31 ^{Aa}	6.6 ± 1.00 ^{ABa}	6.0 ± 1.35 ^{ABa}	6.5 ± 1.31 ^{ABa}	6.9 ± 1.44 ^{Aa}
5	6.3 ± 1.18 ^{Aa}	6.4 ± 0.79 ^{Aa}	6.3 ± 0.89 ^{Aa}	6.1 ± 0.79 ^{Aa}	6.6 ± 1.08 ^{Aa}	5.9 ± 0.79 ^{Aa}	5.7 ± 1.07 ^{Aa}	6.2 ± 1.53 ^{Aa}

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

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

¹⁾Refer to Table 2.

²⁾Off-flavor score: 1, Extreme good or small; 5, moderate; 9, extreme bad or high.

장 5일까지 그 외 처리구 간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 냄새의 경우도 저장 3일에 MR 200 처리구에서 관능요원들이 강한 냄새를 표시했으나, 그 외 저장 5일까지는 BD 처리구에 비해 모든 처리구에서 차이는 없었다. 불쾌취는 모든 저장 기간과 처리구에서 3.3~4.7의 범위를 보였으며, 처리에 따른 유의적인 차이는 없었다. 맛의 경우, 저장 3일에 AB,

VE, MR 200 처리구에서 관능요원들은 유의적으로 높은 점수를 주었다. 연도는 저장 1일과 5일에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 저장 3일에 AB, VE 20, RV 20과 MR 200 처리구에서 유의적으로 높은 점수를 보여 관능요원들의 선호도를 나타내었다. 위의 관능적 특성을 모아 관능요원의 종합적 기호도를 보면 저장 1일과 5일에는 유의적인 차이를 보

이지 않았으나, 저장 3일에 BD 처리구보다는 AB, VE 200, MR 200 처리구에서 유의적으로 높은 기호도를 나타내어 methoxylated resveratrol 200 ppm의 급여가 닭 다리육의 관능적 특성에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 빵나무 가지에서 추출한 resveratrol과 methoxylated resveratrol의 급여가 닭고기 다리육의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 1일령 Ross 320마리 육계 병아리를 8처리구로 나누어 대조구(BD), 항생제 처리구(AB), 비타민 E 20 ppm 처리구(VE 20), 비타민 E 200 ppm 처리구(VE 200), resveratrol 20 ppm(RV 20), resveratrol 200 ppm (RV 200), methoxylated resveratrol 20ppm(MR 20), methoxylated resveratrol 200 ppm(MR 200) 처리구로 나누어 35일간 급여하였다. 급여 후 36일째 도계하여 다리육만 분리하였고, 1, 3 및 5일 냉장 저장 기간 동안의 pH, 보수력, 육색 및 관능적 특성을 조사하였다. pH는 저장 1일에 AB, VE 및 MR 처리구에서 유의적으로 높은 수준을 나타내었다($p<0.05$). 저장 3일과 5일에 각 RV와 MR의 20과 200 처리는 닭다리 육의 pH 수준을 대조군보다 높게 유지하는 것으로 판단된다($p<0.05$). 명도(L*)는 저장 1일과 5일에 모든 처리구에서 BD 처리구와의 유의적인 차이를 보이지 않았다. VE 200 처리구와 MR 20 처리구는 저장 기간 동안 적색도의 수준의 유의적인 차이를 보이지 않았으며($p<0.05$), 육색의 안정화에 영향을 미치는 것으로 나타내었다. 보수력은 저장 3일의 경우는 VE 20, RV 200, MR 20, MR 200 처리구에서 BD 처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 관능적 특성 중 연도는 저장 1일과 5일에는 VE 20을 제외하고는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 저장 3일에 항생제 처리구, VE 20, RV 20과 MR 200 처리구에서 유의적으로 높은 점수를 보여 관능요원들의 선호도 증진에 영향함을 나타내었다. 본 연구 결과 resveratrol과 methoxylated resveratrol은 육계 다리육의 품질을 증진시키기 위한 육계 사료 첨가제로서 이용 가능성이 있을 것으로 기대된다.

(색인어: 레스베라트롤, 스틸벤, 메칠화 레스베라트롤, 육계, 품질)

인용문헌

Boulianne M, King AJ 1995 Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. Poultry

Sci 74:1693-1698.

Cresopo FL, Millan R, Moreno AS 1978 Chemical changes during ripening of Spanish fry sausage. III. Changes in water soluble nitrogen compounds. A archivos de Zootecnia 27:105.

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

Dugan MER, Aalhue JL, Jeremiah LE, Kramer JKG, Schaefer, AA 1999 The effect of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. Can J Anim 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.

Hao HD, He LR 2004 Mechanisms of cardiovascular protection by resveratrol. J Med Food 7(3):290-298.

Harikumar KB, Aggarwal BB 2008 Resveratrol: A multitargeted agent for age-associated chronic diseases. Cell Cycle 7(8):1020-1035.

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.

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.

Jo GH, Hyun JY, Hwang DS, Lee YH, Koh DS, Lim YH 2011 Complete NMR data of methoxylated 1-and trans-stilbenes as well as 1,2-diphenylethanes. MRC Lett 49: 374-377.

Kim YJ 2010 Effects of dietary supplementation of galic 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.
- 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.
- Li Y, Cao Z, Zhu H 2006 Up-regulation of endogenous antioxidants and phase 2 enzymes by the red wine polyphenol, resveratrol in cultured aortic smooth muscle cells leads to cytoprotection against oxidative and electrophilic stress. Pharmacol Res 53(1):6-15.
- 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.
- Reishe DW, Lillard DA, Eitenmiller PR 1998 Antioxidants in food lipids. Ahoh CC, Min DB, Ed. Chemistry Nutrition and Biotechnology, Marcel Dekker, New York pp. 423-448.
- Schmidt GR, Trout GR 1984 pH and color. Meat Ind 30(8): 33-34.
- 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.
- Swatland HJ 2008 How pH causes paleness or darkness in chicken breast meat. Meat Sci 80:396-400.
- 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.
- Wilson MA, Rimando AM, Wolkow CA 2008 Methoxylation enhances stilbene bioactivity in *Caenorhabditis elegans*. BMC Pharm 8:15-26.
- 김병완 오진석 한완택 박상오 박병성 2009 유기사료원료로서 소나무껍질 추출물 피타민의 브로일러에 대한 항생제 대체 효과. 한국유기농업학회지 17(1):111-125.
- 김영직 2011 사료내 염나무 잎 분말을 첨가 급여한 닭다리육의 이화학적 특성 및 품질에 미치는 영향. 한국가금학회지 38(2):105-112.
- 안종남 채현석 유영모 유효순 함준상 정석근 김광엽 장애라 2008 감마선 처리에 따른 닭고기 가슴육의 냉장 저장 중 품질 특성. 한국축산식품학회지 28(3):289-294.
- 이상무 박용렬 김영직 2010 로즈마리와 α -Tocopherol Acetate의 급여가 육계의 생산성 및 냉장 저장 중 계육의 품질에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 30(3):472-478.
- 장애라 박정은 김상호 채현석 함준상 오미화 김현욱 설국환 조수현 김동훈 2010 Quercetin 급여가 육계 다리육의 산화 안정성에 미치는 영향. 한국가금학회지 37(4):405-413.
- 정사무엘 이재청 최준호 조철훈 2009 항생제 사용 유무가 계육의 품질 등급에 미치는 영향. 한국가금학회지 36(3):223-229. (접수: 2011. 9. 29, 수정: 2011. 11. 3, 채택: 2011. 11. 4)