

# 냉동 중 신선 소고기패티의 안정성 평가를 위한 정향 첨가 효과

Assessment of the Stability of Fresh Beef Patties with the Addition of Clove Extract during Frozen Storage

박준영<sup>1</sup>, 양한술<sup>1,2,\*</sup> (Jun-Young Park<sup>1</sup>, Han-Sul Yang<sup>1,2,\*</sup>)

<sup>1</sup>경상대학교 응용생명과학부, <sup>2</sup>경상대학교 농업생명과학연구원

<sup>1</sup>Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University

<sup>2</sup>Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University

## 1. 서론

육류는 매 끼니를 구성할 뿐만 아니라, 중요한 영양성분을 가진 일상화된 식품이다. 소비자들의 수요는 점차 다양화되고 경쟁이 심해지면서 영양학적 가치와 건강에 이로운 방향으로 품질을 개선한 식육제품이 요구된다(Lopez-Lopez 등, 2011). 이러한 식육제품은 높은 영양학적 특성을 가지기에 품질 저하에 빠르게 대응해야만 한다. 냉동저장법은 식품의 특성을 보존하고 저장기간을 늘려주는 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다.

식육의 품질은 산화와 같은 이화학적 변화 과정에 의해 저하되는데, 많은 연구자들은 식육제품의 저장 중 품질 저하의 주요 원인으로 지질의 산화 때문이라고 보고하였다. 또한, 육류의 자동산화는 광범위하게 발생하며, 냉동저장 중에도 품질 저하는 계속 진행되고 있다(Mielnik 등, 2003; Ozer과 Saricoban, 2010).

식육의 품질 저하의 중요한 원인 중 하나는 지질, 단백질, 탄수화물, 비타민 그리고 육색소 등에서 일어나는 산화 과정들이며, 산화적 변패는 주로 지질산화를 야기시켜 식육제품의 영양학적 품질의 저하, 관능적 특성 저하 그리고 유통기한의 감소로 이어진다. 이는 지질 유래 활성산소종과 산화 마이오글로빈은 식육 산화와 색, 향 그리고 영양학적 가치와 같은 품질을 극적으로 감소시키며(Seo 등, 2019), 단백질 산화 또한 식육제품의 품질을 저하시키는 아미노산 구조를 변화시켜 육류의 연도 그리고 보수력을 변화시킨다(Turgut 등, 2016). 따라서 항산화제를 첨가하는 것은 산화 과정을 늦추거나 방지하는 가장 효과적인 방법으로 검증된 바 있다.

아스콜빅산(ascorbic acid, AA)는 식육의 가공 과정에서 보편적으로 사용되는 항산화제로써 자리매김해왔다. 수용성인 AA는 “적정량”을 첨가함으로써 식육제품의 품질 저하를 억제할 뿐만 아니라, 인체에 무해한 것으로도 알려

\*Corresponding author: Han-Sul Yang

Division of Applied Life Science (BK21 Plus), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Tel: +82-55-772-1948

Fax: +82-55-772-1949

Email: hsyang@gnu.ac.kr

져 있다(Carballo 등, 2018). Butylated hydroxytoluene(BHT)은 peroxy 라디칼을 정제하고, 유리기의 생성을 억제하는데 효과적인 합성항산화제로써 널리 사용된다. 이러한 항산화제는 식육과 식육제품에 첨가하여 산화를 느리게 하거나 방지하여 저장기간을 늘리기 위함이다. 그럼에도 불구하고, BHT, butylated hydroxyanisole(BHA) 혹은 propyl gallate(PG)와 같은 “합성항산화물질”의 비영양학적 또는 독성 형성 때문에 천연 유래 항산화제에 대한 소비자의 관심과 요구는 점점 더 증가하고 있다.

정향(*Syzygium aromaticum* L.)은 도금양과의 완전 건조된 꽃망울로 특유의 향을 지니기에 식품에 광범위하게 사용된다. 탄닌류(tannins), 세스퀴테레핀류(sesquiterpenes) 및 트리테르페노이드류(triterpenoids)와 같은 항산화 효과를 나타내는 페놀류 성분들 또한 함유하고 있다(Ramadaan 등, 2013; Zhang 등, 2017). 정향 추출물은 정향 꽃망울로부터 추출되며, 식육제품에서 높은 항산화 효과를 나타낸다고 평가되었으며(Shi 등, 2014), 천연항산화제로서의 정향추출물은 식육과 식육제품에서 지질과 단백질의 산화안정성을 증가시키고, 육색과 관능적 특성을 향상시키며, 유통기한을 늘리기 때문에 많이 사용된다(Zhang 등, 2017).

지난 수십년간, 식육과 식육제품에 산화 안정성 확보를 위한 천연항산화제의 사용은 점점 더 늘어나고 있다(Armenteros 등, 2016). 그럼에도 불구하고 현재 산업에서 가장 널리 사용되고 있는 항산화제는 BHT와 아스콜빅산이다(Carballo 등, 2018; Cunha 등, 2018). 이러한 현실을 고려하여 BHT, 아스콜빅산 그리고 정향추출물을 첨가한 신선 소고기패티를 제조하였고, 상기된 항산화제의 신선 소고기패티에서 산화 안정성, 육색 안정도 그리고 힘 철 함량을 비교 분석하였다.

따라서 본 연구의 목적은 아스콜빅산과 합성항산화제인 BHT와 비교하여 정향추출물을 첨가하였을 때 신선 소고기패티의 항산화효과와 안정성을 평가하기 위해 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 정향추출물(Clove extract, CE) 제조

정향은 진주시 인근 도소매점에서 구매하였다. 정향을 분쇄한 뒤, 증류수와 1:5로 희석하여 85℃에서 7시간동안 추출하였다. 이와 마찬가지로, 잔류 물질들 또한 1:5의 비율로 증류수와 희석하여 85℃에서 14시간동안 추출하였다. 추출된 두 용액은 Whatman No. 1 필터지를 이용하여 여과한 후, 감압 선회 농축기를 이용하여 85℃에서 농축함으로써 최종 정향추출물은 획득하였다.

### 2. 소고기패티 제조

신선 소고기등심과 등지방을 구매한 뒤 개별적으로 지름 8mm 크기의 플레이트에서 분쇄하였다. 네 개의 처리구로 구성하였으며, 각 처리구는 3배치로 제조하여 3회 반복하였다. 실험에 사용된 신선 소고기패티는 다음과 같은 배합비로 구성되었다(90.8% 소고기 등심, 8.0% 등지방, 1.2% 소금). 대조구는 첨가제가 없었고 BHT는 0.02%, AA는 0.05%, CE는 0.1%가 위의 배합비의 비율로 첨가되었다. 또한 제조된 소고기패티(약 30g)는 폴리에틸렌 필름으로 포장한 후 0, 2, 4 그리고 6개월간 냉동(-20℃) 저장하였다.

pH, 가열감량, 지질산화도, Heme-철분 함량 그리고 육색을 측정하였으며, 측정된 결과들은 Statistical Analysis

System (SAS) 9.3 version으로 일원분산분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. pH 및 가열감량

6개월의 냉동저장 중 측정된 pH와 가열감량의 변화를 표 1에 나타냈다. 냉동저장 기간에 따라서 모든 신선 소고기 패티의 pH는 유의적인 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 하지만 전반적으로 저장초기에 비해 저장후기에 pH가 상승하였고, 유의적인 차이 또한 나타났다 ( $p < 0.05$ ). Ozer와 Saricoban(2010)은 냉동저장 중 식육제품의 pH가 높아진다고 보고한 바 있다. pH가 저장 중 증가하는 것은 식육제품 내의 단백질 변성으로 인한 아미노산의 열화로부터 생성된 암모니아 때문이다. 우리 연구 또한 Mokhtar와 Youssef(2014)의 저장 중 BHT/BHA와 정향추출물을 첨가한 소고기버거와 무첨가한 대조구간에 pH 차이가 없었다는 보고와 일치하였다.

가열감량은 식육제품의 가열 이후 수분과 지방이 감소한 양으로 판단한다. 저장기간 동안 가열감량은 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 저장기간별 처리구간에도 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 가열감량은 항산화제뿐만 아니라, 저장기간에 따라 영향을 받지 않는다고 알려져 있다. 셀비어, 로즈마리, 카테킨이 항산화제로써 첨가된 계육 너겟의 가열감량 차이가 없었다는 선행연구가 있었다(O'Sullivan 등, 2004). 또한, Basanta 등(2018)은 자두 껍질을 첨가한 계육 패티를 가열하였을 때도 처리구간 가열감량의 차이가 없었다고 보고한 바 있다. 따라서 항산화제가 첨가된 소고기패티의 가열감량 차이가 없다는 것은 수분과 지방 소실량의 차이가 없다는 것이다.

#### 2. 지질산화

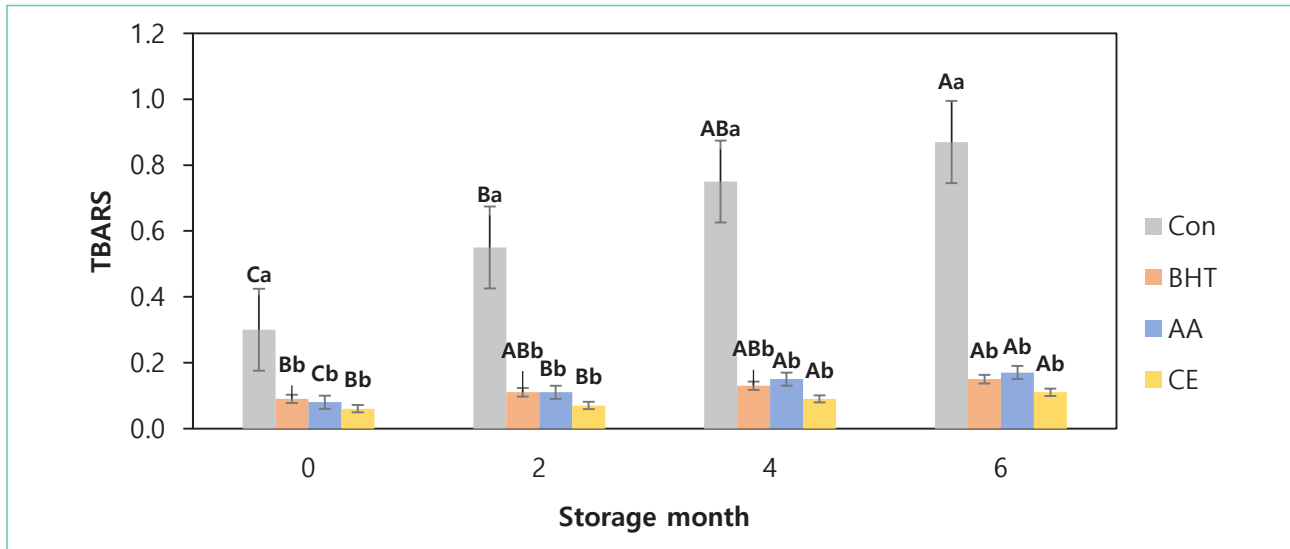
냉동저장 중 신선 소고기패티의 지질산화는 지방산패도 값을 측정함으로써 평가되었고, 그림 1에 나타내었다. 항

표 1. 서로 다른 항산화제가 첨가된 신선 소고기패티의 냉동저장 중 pH와 가열감량 변화

	저장기간(월)	Con	BHT	AA	CE	SEM
pH	0	5.56 <sup>Ba</sup>	5.53 <sup>Ba</sup>	5.50 <sup>Ba</sup>	5.54 <sup>Ba</sup>	0.03
	2	5.64 <sup>ABa</sup>	5.64 <sup>ABa</sup>	5.60 <sup>ABa</sup>	5.63 <sup>ABa</sup>	0.04
	4	5.63 <sup>ABa</sup>	5.62 <sup>ABa</sup>	5.59 <sup>ABa</sup>	5.60 <sup>ABa</sup>	0.03
	6	5.76 <sup>Aa</sup>	5.75 <sup>Aa</sup>	5.71 <sup>Aa</sup>	5.74 <sup>Aa</sup>	0.09
	SEM	0.04	0.05	0.05	0.05	
	가열감량 (%)	0	19.05 <sup>Aa</sup>	19.82 <sup>Aa</sup>	20.63 <sup>Aa</sup>	21.05 <sup>Aa</sup>
2		20.01 <sup>Aa</sup>	22.05 <sup>Aa</sup>	23.38 <sup>Aa</sup>	18.50 <sup>Aa</sup>	1.66
4		23.65 <sup>Aa</sup>	24.05 <sup>Aa</sup>	24.51 <sup>Aa</sup>	22.72 <sup>Aa</sup>	2.16
6		19.75 <sup>Aa</sup>	19.81 <sup>Aa</sup>	20.68 <sup>Aa</sup>	18.09 <sup>Aa</sup>	1.43
SEM		1.64	1.75	1.71	1.51	

<sup>a, b</sup> 같은 행에서 서로 다른 각주는 유의적인 차이를 나타냄( $p < 0.05$ ). <sup>A, B</sup> 같은 열에서 서로 다른 각주는 유의적인 차이를 나타냄( $p < 0.05$ ). Con, 대조구; BHT, 0.02% BHT 첨가구; AA, 0.05% ascorbic acid 첨가구; CE, 0.1% clove extract 첨가구, SEM, 평균의 표준 오차.

그림 1. 서로 다른 항산화제가 첨가된 신선 소고기패티의 냉동저장 중 TBARS(mg MDA/kg of sample) 값의 변화



오차막대는 표준편차를 표시함. 막대그래프의 서로 다른 각주는 처리구<sup>(a,b)</sup> 혹은 저장기간<sup>(A-C)</sup>에 따라 유의적으로 다르다는 것을 의미함. Con, 대조구; BHT, 0.02% Butylated hydroxytoluene 첨가구; AA, 0.05% Ascorbic acid 첨가구; CE, 0.1% Clove extract 첨가구; TBARS, thiobarbituric acid reactive substances.

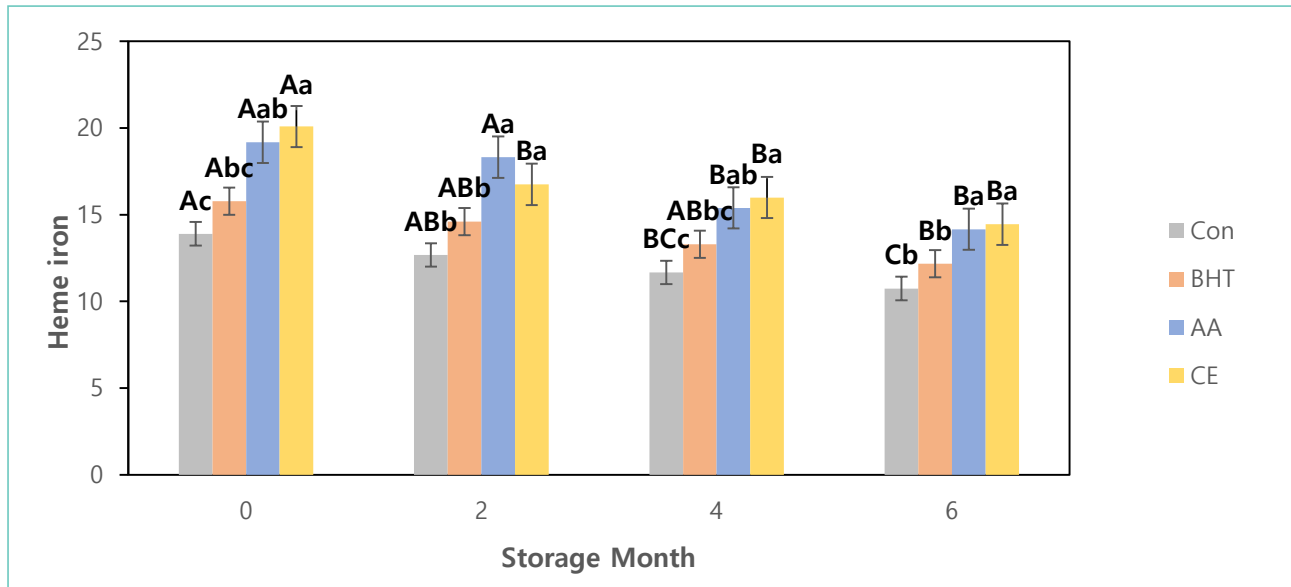
산화제와 저장기간에 따라 지방산패도는 상당한 영향력을 가진다. 저장기간이 경과함에 따라 지방산패도 값은 처리구에 관계없이 증가하였다( $p < 0.05$ ). 저장기간별 대조구는 가장 높은 지방산패도를 나타낸 반면, 항산화제가 첨가된 소고기패티들은 명확하게 낮은 지방산패도를 나타냈다( $p < 0.05$ ). 이 사실은 항산화제의 첨가가 신선 소고기패티의 산화안정성에 긍정적인 영향을 나타내는 것을 말한다. 하지만 처리구간의 비교에서 BHT, AA 그리고 정향추출물을 첨가한 소고기패티에서 모든 저장기간 동안 지방산패도 값의 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). Ozer와 Saricoban(2010)은 계육패티에 AA를 첨가하였을 때 대조구에 비해 지방산패도 값이 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 또한 정향추출물의 사용은 돈육패티(Kong 등, 2010), 계육(Zhang 등, 2016), 버팔로그기패티(Tajik 등, 2014), 우육버거(Mokhtar와 Youssef, 2014) 그리고 돈육소시지(Zhang 등, 2017)에 이르기까지 지방산패도 값의 상당부분 감소됨이 보고된 바 있다. 이러한 결과들은 본 연구와 같은 맥락을 가지며, 정향추출물과 같은 천연항산화제의 사용은 유통기한을 늘리기 위해 어떤 식육제품에도 사용될 수 있다는 것을 확인하였다.

### 3. Heme-철분 함량

육류와 식육제품은 단백질에 관련된 heme-철분의 중요한 공급원이다. 신선 소고기패티의 heme-철분 함량 변화를 그림 2에 나타냈다. 모든 종류의 패티가 냉동저장 0개월보다 6개월차에 감소함을 확인할 수 있다( $p < 0.05$ ). 정향추출물이 첨가된 소고기패티의 경우, 모든 저장기간에서 대조구와 BHT가 첨가된 소고기패티보다 heme-철분의 함량이 높은 것을 확인할 수 있다( $p < 0.05$ ). 반면에 AA와 정향추출물 첨가 소고기패티는 유의적인 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 저장 6개월차에, AA 첨가 소고기패티가 BHT 첨가와 대조구에 비하여 높아졌다( $p < 0.05$ ). 이 결과를 통해 AA와 정향추출물이 heme의 철이 유리되는 것을 방지한다고 사료된다. 항산화제가 첨가된 소고기패티의 heme-철분 함량이 증가한 것은 수용성 heme 색소의 용해성 증가와 그로 인한 수용성 heme 색소가 증가했기 때문이다(Ozer



그림 2. 서로 다른 항산화제가 첨가된 신선 소고기패티의 냉동저장 중 Heme-철분(mg heme 철분/kg of sample) 함량 변화



오차 막대는 표준 편차를 표시함. 막대 그래프의 서로 다른 각주는 처리구(°C) 혹은 저장 기간(°C)에 따라 유의적으로 다르다는 것을 의미함( $p < 0.05$ ). Con, 대조구; BHT, 0.02% Butylated hydroxytoluene 첨가구; AA, 0.05% Ascorbic acid 첨가구; CE, 0.1% Clove extract 첨가구.

과 Saricoban, 2010). Heme-철분 함량이 감소한 것은 heme의 붕괴로 인해 철이 유리되고, 냉동 저장기간이 길어졌기 때문이다(Benjukul과 Bauer, 2001).

#### 4. 육색평가

육색은 대부분의 식육제품에서 소비자로부터 제품 구매를 결정하는 중요한 특성이다(Soriano 등, 2018). 저장기간 동안 신선 소고기패티의 색 평가는 표 2에 나타내었다. 저장 0개월부터 6개월까지, 적색도와 채도는 처리구와 관계 없이 모든 소고기패티에서 감소하였지만( $p < 0.05$ ), 명도, 황색도 그리고 색조 각은 처리구들간에 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 저장기간의 마지막인 6개월째, BHT와 AA를 첨가한 패티들은 대조구와 황색도에서 유의적인 차이가 없었으나( $p > 0.05$ ), 정향추출물을 첨가한 패티는 유의적으로 높은 황색도를 나타냈었다( $p < 0.05$ ). 이러한 결과는 향신료추출물이 첨가된 계육에서 무첨가구인 대조구보다 높은 황색도를 나타낸 Radha Krishnan 등(2014)의 결과와 같다.

냉동 저장 4개월과 6개월차에서 BHT, AA, 그리고 정향추출물을 첨가한 소고기패티들은 대조구에 비하여 높은 적색도와 채도 값을 나타내었다. 게다가, 대조구와 비교하였을 때 BHT, AA 그리고 정향추출물을 첨가한 소고기패티의 색조 각 값이 저장 4개월과 6개월차에 낮았다( $p < 0.05$ ). 색조 각이 더 낮다는 것은 붉기가 감소한 정도가 더 적다는 것으로(Yousuf와 Srivastava, 2017), BHT, AA 그리고 정향추출물이 첨가된 소고기패티는 대조구와 비교하였을 때 색의 감소 정도가 낮았다는 것을 의미한다.

종합하면, 육색 측정 결과는 항산화제(BHT, AA 그리고 정향추출물) 첨가가 냉동저장 중 소고기패티의 변색을 방지하는 데에 효과가 있음을 의미한다. 지질산화의 억제 또는 감소가 육색 안정성을 향상시켜 변색을 억제시키기에 BHT, AA 그리고 정향추출물의 첨가에 따른 지질산화의 감소와 연결될 것으로 판단된다. 선행 연구들은 식육제품의 지질산화가 적색도의 감소를 이어진다는 보고들이다(Hayes 등, 2011; Jung 등, 2012). 또한 정향추출물이 첨가된

표 2. 서로 다른 항산화제가 첨가된 신선 소고기패티의 냉동 저장 중 육색 변화

	저장기간(월)	Con	BHT	AA	CE	SEM
명도(L*)	0	41.07 <sup>Aa</sup>	41.25 <sup>Aa</sup>	41.51 <sup>Aa</sup>	40.63 <sup>Aa</sup>	1.98
	2	39.70 <sup>Aa</sup>	40.38 <sup>Aa</sup>	39.78 <sup>Aa</sup>	40.28 <sup>Aa</sup>	2.15
	4	39.27 <sup>Aa</sup>	41.07 <sup>Aa</sup>	40.54 <sup>Aa</sup>	40.50 <sup>Aa</sup>	1.66
	6	39.07 <sup>Aa</sup>	40.65 <sup>Aa</sup>	40.13 <sup>Aa</sup>	38.98 <sup>Aa</sup>	1.14
	SEM	1.64	1.44	1.80	2.06	
적색도(a*)	0	22.13 <sup>Aa</sup>	23.84 <sup>Aa</sup>	23.13 <sup>Aa</sup>	20.98 <sup>Aa</sup>	0.73
	2	21.98 <sup>Aa</sup>	23.13 <sup>ABa</sup>	20.40 <sup>ABa</sup>	22.26 <sup>Aa</sup>	1.17
	4	12.56 <sup>Bb</sup>	19.78 <sup>BCa</sup>	18.47 <sup>Ba</sup>	18.44 <sup>Ba</sup>	1.01
	6	11.42 <sup>Bb</sup>	17.90 <sup>Ca</sup>	18.56 <sup>Ba</sup>	17.65 <sup>Ba</sup>	0.78
	SEM	1.07	1.04	0.84	0.74	
황색도(b*)	0	15.37 <sup>Aa</sup>	16.22 <sup>Aa</sup>	16.19 <sup>Aa</sup>	15.82 <sup>Aa</sup>	0.75
	2	19.22 <sup>Aa</sup>	19.49 <sup>Aa</sup>	19.61 <sup>Aa</sup>	20.76 <sup>Aa</sup>	5.43
	4	11.66 <sup>Aa</sup>	13.39 <sup>Aa</sup>	12.69 <sup>Aa</sup>	13.34 <sup>Aa</sup>	0.77
	6	11.50 <sup>Ab</sup>	12.43 <sup>Ab</sup>	12.65 <sup>Ab</sup>	12.98 <sup>Aa</sup>	0.38
	SEM	1.90	1.67	1.88	1.88	
채도(C*)	0	26.94 <sup>Aa</sup>	28.85 <sup>Aa</sup>	28.24 <sup>Aa</sup>	26.29 <sup>Aa</sup>	0.97
	2	23.58 <sup>Aa</sup>	24.95 <sup>Ba</sup>	22.19 <sup>Ba</sup>	24.54 <sup>ABa</sup>	1.73
	4	17.19 <sup>Bb</sup>	23.90 <sup>Ba</sup>	22.45 <sup>Ba</sup>	22.79 <sup>ABa</sup>	1.03
	6	16.21 <sup>Bb</sup>	21.82 <sup>Ba</sup>	22.22 <sup>Ba</sup>	21.39 <sup>Ba</sup>	0.75
	SEM	1.27	1.06	0.98	1.18	
색도 각(h°)	0	34.83 <sup>ABa</sup>	34.18 <sup>Aa</sup>	34.91 <sup>Aa</sup>	36.92 <sup>Aa</sup>	0.86
	2	25.92 <sup>Ba</sup>	26.80 <sup>Aa</sup>	27.15 <sup>Aa</sup>	28.27 <sup>Aa</sup>	7.46
	4	43.09 <sup>Aa</sup>	34.14 <sup>Ab</sup>	34.67 <sup>Ab</sup>	35.82 <sup>Ab</sup>	1.86
	6	45.36 <sup>Aa</sup>	34.76 <sup>Ab</sup>	34.56 <sup>Ab</sup>	36.35 <sup>Ab</sup>	1.51
	SEM	2.90	2.29	3.27	3.23	

<sup>a, b</sup> 같은 행에서 서로 다른 각주는 유의적인 차이를 나타냄(p<0.05), <sup>A-C</sup> 같은 열에서 서로 다른 각주는 유의적인 차이를 나타냄(p<0.05). Con, 대조구; BHT, 0.02% BHT 첨가구; AA, 0.05% ascorbic acid 첨가구; CE, 0.1% clove extract 첨가구, SEM, 평균의 표준 오차.

돈육(Kong 등, 2010), 계육(Zhang 등, 2016), 그리고 돈육소시지(Zhang 등, 2017)에서 적색도가 증가하였다고 보고된 바 있는데, 천연 식물추출물 내의 페놀류 성분들의 항산화 작용으로 인해 육류와 식육제품의 변색을 방지한다(Falowo 등, 2014).

#### IV. 결론

6개월간의 냉동저장 동안 BHT, AA 그리고 정향추출물의 신선 소고기패티에 첨가하는 것은 무첨가구인 대조구와 비교하여 지방산패도 값과 색조 각을 낮추고 적색도와 채도를 높였다(p<0.05). 또한 AA와 정향추출물을 첨가하

였을 때 합성항산화제인 BHT와 대조구와 비교하여 높은 heme-철분 함량을 나타냈다. 따라서 신선 소고기패티에 BHT, AA 그리고 정향추출물의 첨가는 분명한 항산화효과를 가진다. 이 세가지 첨가물질 모두 지질산화를 억제 또는 감소에 효과적이다.

따라서 본 연구 결과를 종합하면, 소고기패티에 천연항산화제인 정향추출물을 첨가하는 것은 지질산화를 억제하고, heme-철분 함량이 증가하며, 색의 안정성을 높여 AA와 BHT와 같은 합성항산화제를 안전하게 대체하는 것이라 할 수 있다.

## 참고문헌

- Armenteros M, Morcuende D, Ventanas J, Estévez M. 2016. The application of natural antioxidants via brine injection protects Iberian cooked hams against lipid and protein oxidation. *Meat Sci* 116:253-259.
- Basanta MF, Rizzo SA, Szerman N, Vaudagna SR, Descalzo AM, Gerschenson LN, Perez CD, Rojas AM. 2018. Plum (*Prunus salicina*) peel and pulp microparticles as natural antioxidant additives in breast chicken patties. *Food Res Int* 106:1086-1094.
- Benjakul S, Bauer F. 2001. Biochemical and physicochemical changes in catfish (*Silurus glanis*) muscle as influenced by different freeze-thaw cycles. *Food Chem* 72:207-217.
- Carballo DE, Caro I, Andres S, Giraldez FJ, Mateo J. 2018. Assessment of the antioxidant effect of astaxanthin in fresh, frozen and cooked lamb patties. *Food Res Int* 111:342-350.
- Cunha LCM, Monteiro MLG, Lorenzo JM, Muneke PES, Muchenje V, de Carvalho FAL, Conte-Junior CA. 2018. Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products. *Food Res Int* 111:379-390.
- Falowo AB, Fayemi PO, Muchenje V. 2014. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Res Int* 64:171-181.
- Kong BH, Zhang HY, Xiong YL. 2010. Antioxidant activity of spice extracts in a liposome system and in cooked pork patties and the possible mode of action. *Meat Sci* 85:772-778.
- Lopez-Lopez I, Cofrades S, Caneque V, Diaz MT, Lopez O, Jimenez-Colmenero F. 2011. Effect of cooking on the chemical composition of low-salt, low-fat Wakame/olive oil added beef patties with special reference to fatty acid content. *Meat Sci* 89:27-34.
- Mielnik MB, Aaby K, Skrede G. 2003. Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat. *Meat Sci* 65:1147-1155.
- Mokhtar SM, Youssef KM. 2014. Antioxidant effect of some plant extracts as compared with BHA/BHT on lipid oxidation and some quality properties of fresh beef burgers stored at 4°C. *Suez Canal Univer J Food Sci* 2:19-29.
- O'Sullivan CM, Lynch AM, Lynch PB, Buckley DJ, Kerry JP. 2004. Use of antioxidants in chicken nuggets manufactured with and without the use of salt and/ or sodium tripolyphosphate: Effects on product quality and shelf-life stability. *Int J Poult Sci* 3:345-35.
- Ozer O, Saricoban C. 2010. The effects of butylated hydroxyanisole, ascorbic acid, and  $\alpha$ -tocopherol on some

- quality characteristics of mechanically deboned chicken patty during freeze storage. *Czech J Food Sci* 28:150-160.
13. Radha Krishnan K, Babuskin S, Azhagu Saravana Babu P, Sasikala M, Sabina K, Archana G, Sivarajan M, Sukumar M. 2014. Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the self life extension of raw chicken meat. *Int J Food Microbial* 171:32-40.
  14. Ramadan MF, Asker MMS, Tadros M. 2013. Lipids profile, antiradical power and antimicrobial properties of *Syzygium aromaticum* oil. *Grasas y Aceites* 64:509-520.
  15. Seo JK, Parvin R, Yim DG, Zahid MA, Yang HS. 2019. Effects on quality properties of cooked pork sausages with *Caesalpinia sappan* L. extract during cold storage. *J Food Sci Technol* 56:4946-4955.
  16. Shi C, Cui J, Yin X, Luo Y, Zhou Z. 2014. Grape seed and clove bud extracts as natural antioxidants in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during chilled storage: Effect on lipid and protein oxidation. *Food Control* 40:134-139.
  17. Soriano A, Alanon ME, Alarcon M, Garcla-Rulz A, Diaz-Maroto MC, Perez-coello MS. 2018. Oak wood extracts as natural antioxidants to increase shelf life of raw pork paties in modified atmosphere packaging. *Food Res Int* 111:524-533.
  18. Tajik H, Farhangfar A, Moradi M, Rohani SMR. 2014. Effectiveness of clove essential oil and grape seed extract combination on microbial and lipid oxidation characteristics of raw buffalo patty during storage at abuse refrigeration temperature. *J Food Process Preserv* 38:31-38.
  19. Turgut SS, Soyer A, Isikci F. 2016. Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage. *Meat Sci* 116:126-132.
  20. Yousuf B, Srivastava AK. 2017. Flaxseed gum in combination with lemon grass essential oil as an effective edible coating for ready-to-eat pomegranate arils. *Int J Biol Macromol* 104:1030-1038.
  21. Zhang H, Wu J, Guo X. 2016. Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Sci Hum Wellness* 5:39-48.
  22. Zhang H, Peng X, Li X, Wu J, Guo X. 2017. The application of clove extract protects Chinese style sausages against oxidation and quality deterioration. *Korean J Food Sci Anim Resour* 37:114-122.

본 내용은 (사)한국축산식품학회 산업지 “축산식품과학과 산업” 편집위원회의 선정으로 (사)한국축산식품학회 학술지 *Food Science of Animal Resources* (2020, 40(4):601-612; <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e37>)에 게재된 결과의 국문 요약문으로 저자의 자기표절이 아님을 알리며 자세한 내용은 원문을 참조하길 바랍니다.