Korean J. Food Sci. An.
Vol. 33, No. 5, pp. 626~632(2013)
DOI http://dx.do.org/10.5851/kosfa.2013.33.5.626

ARTICLE

파프리카의 색이 열풍 건조한 파프리카 분말을 첨가한 돈육 분쇄육의 이화학적 특성과 항산화 활성 평가

심용우[1] · 진구복[1,2*]
[1]전남대학교 동물자원학부, [2]전남대학교 생물공학연구소

Antioxidant Activity of the Oven-dried Paprika Powders with Various Colors and Phycochemical Properties and Antioxidant Activity of Pork Patty Containing Various Paprika Powder

Yong Woo Shim[1] and Koo Bok Chin[1,2*]
[1]*Department of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea*
[2]*Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea*

Abstract

This study was performed to determine the antioxidant activity of the oven-dried paprika powder as affected by the color differences of paprika and to evaluate physicochemical characteristics and antioxidant activity of pork patties with various levels of paprika powders. The total phenolic contents of the paprika were not affected by color and solvent (p>0.05). The methanol extracted paprika powder showed higher DPPH radical scavenging activity than water extracted counterpart, and no differences were observed at concentration of 0.5% as compared to the reference (ascorbic acid) (p>0.05). In all treatments, the iron chelating ability increased with increasing concentrations. At a concentration of 1.0%, methanol extracts of orange paprika (MOP) and water extracts of red paprika (WRP) were not different from the reference, (ethylendiaminetetraacetic acid, EDTA). The paprika color and extraction solvent didn't affect reducing power of paprika powder at each concentration (p>0.05). Pork patties with red paprika powder were higher redness values than those with orange ones, regardless of addition level. The addition of red paprika increased the yellowness, and patties with 1.0% orange paprika powder showed the highest value. TBARS values were decreased with increasing paprika powder, especially, patties with 1.0% paprika powder were lower TBARS than those with 0.5% paprika powder, resulting in similar to those with ascorbic acid (p>0.05). Although the microbial counts increased with storage time, paprika powders did not inhibit microorganisms during storage. In conclusion, paprika powders could be used as a natural antioxidant in meat products, regardless of paprika color.

Key words: antioxidant activity, oven-dried paprika powder, the color differences of paprika, TBARS, pork patties

서 론

최근 소비자들의 경제적인 수준과 의식수준이 향상되어 건강에 더욱 관심이 높아지고 있다. 이에 따라서 최근 식품산업이 이른바 웰빙(Well-being)이라는 문화의 열풍을 타고 있다. 즉 식품이 보다 안전하고 또한 몸에 더 이로운 식품이고 양보다는 질적으로 우수한 식품을 선호하게 되었다. 이러한 추세에 발맞춰 최근 기능성 첨가물을 첨가한 기능성 식품연구가 활발히 진행 중이며, 이에 따라 기능성 첨가물을 첨가한 육제품의 연구가 많이 진행되고 있는 실정이다(Kim and Chin, 2011). 항산화제는 비타민과 무기물 손실을 최소화하고 지방산패를 억제하기 위해 이용된다(Lee *et al*., 2005). 가장 널리 알려져 있는 합성항산화제는 butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT) 그리고 tertiary butylhydroquinone (TBHQ) 등이 있다. 이러한 합성항산화제들은 인체에 여러 가지로 좋지 않은 영향을 미친다는 연구 결과가 보고되어(Branen, 1975) 이를 대체하기 위한 천연 항산화제의 개발 및 연구가 필요하다.

파프리카(*Capsicum annuum* L.)는 가지과(*Solanaceae*) 고추속(*Capsicum*), 고추종 (*Anmuum*)으로 한해살이 식물이다. 파프리카는 카로티노이드와 capsanthin, capsorubin, capsanthin 3, 6-epoxide 등을 많이 함유하고 있다(Peto *et al*., 1981).

*Corresponding author: Koo Bok Chin, Department of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea. Tel: 82-62-530-2121, Fax: 82-62-530-2129, E-mail: kbchin@chonnam.ac.kr

특히 파프리카에 함유된 카로티노이드, tocopherol, vitamin C 등은 천연 항산화제로 이용되고 있으며, 최근에 파프리카가 관상동맥질환, 암, 산화로 인한 세포의 손상 등을 방지 및 보호해주는 역할을 해주는 것으로 널리 알려져 있다(Dragsted *et al*., 1993). 또한 capsanthin, capsorubin은 활성산소를 제거해주는 능력과 지질의 과산화에 의한 자유라디칼과 superoxide, nitric oxide 등의 발생억제에 탁월하다고 보고되었다(Murakami *et al*., 2000). 특히 적색과 주황색 파프리카 경우에 카로티노이드 함량이 다른 과실에 비해서 높은 것으로 알려져 있다(Kim *et al*., 2010). 또한 파프리카 같은 과실류를 육제품에 첨가할 때 분말형태로 많이 첨가되는데 과실류의 영양분의 저하를 최소화하기 위해 동결건조법이 사용되지만 동결건조는 많은 시간과 비용이 드는 단점이 있다. 반면에 열풍건조법은 동결건조법에 비해 더 적은 시간과 비용이 들지만 영양분의 파괴가 일어난다. 이러한 이유로 열풍건조 온도를 낮춰 영양분 손실을 최소화하는 연구가 많이 진행되어지고 있다(Ortiz *et al*., 2013; Vega-Galvez *et al*., 2008). 하지만 건조방법에 따른 파프리카의 항산화 활성을 측정하고 육가공품에 직접 적용한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 실험의 목적은 파프리카의 색이 항산화력에 미치는 영향을 모델연구를 통해 확인하고, 돈육 패티에 적용하여, 파프리카의 육가공품 이용성을 평가하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

공시 재료

본 실험에 사용된 파프리카는 전북 남원에서 생산된 것으로 적색과 주황색 파프리카를 잘게 썰어서 열풍건조오븐(LDO-250F, Labtech Co. LTD., Korea)을 이용하여 60°C에서 12시간 동안 건조시킨 분말을 300 μm의 체로 걸러 사용하였다. 각각의 분말은 실험 전까지 -70°C에 냉동 보관하였다.

색깔별 파프리카의 항산화 활성 평가

총 페놀성 화합물 함량(Total phenolic compound)

열풍건조한 파프리카 분말의 총 페놀성 화합물 함량은 Lin과 Tang(2007)의 방법에 따라 측정되었다. 물과 메탄올에 1%로 희석한 시료 용액 0.1 mL와 증류수 2.8 mL, 2%-Na_2CO_3 2 mL와 50% Folin-Ciocalteau reagent 0.1 mL를 혼합하여 30분 동안 상온에서 보관한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였고 gallic acid를 이용하여 표준곡선을 만들어 각각의 결과값을 산출하였다.

DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity

열풍 건조된 파프리카 분말의 DPPH에 대한 전자 공여능은 Huang 등 (2006)의 방법에 의해 측정하였다. 물과 메탄올에 농도별로(0, 0.1, 0.25, 0.5 and 1.0%) 희석시킨 시료 2 mL와 DPPH (0.2 mM in methanol) 0.5 mL를 혼합하여 실온에서 30분간 암실에서 반응시킨 뒤 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 참조구로는 ascorbic acid로 사용하였고 다음 계산식에 결과값을 산출하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 첨가시의 흡광도
B: 시료 무 첨가시의 흡광도

철 이온 흡착력(Iron chelating ability)

열풍 건조된 파프리카 분말의 철 이온 흡착력은 Le 등 (2007)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각각의 시료를 물과 메탄올에 농도별로(0, 0.1, 0.25, 0.5 and 1.0%) 희석시킨 후 희석된 시료 300 μL, $FeCl_2$ (0.6 mM in water) 30 μL, methanol 1.1 mL 혼합물을 시험관에 넣고 5분 동안 상온에서 반응시킨 후, 60 uL ferrozine (5 mM in methanol)을 혼합물에 첨가한 후 혼합하여 10분간 상온에서 반응시키고 562 nm에서 흡광도를 측정하였다. 참조구로는 Na_2ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)를 이용하였고 아래의 식에 의해 철 이온 흡착력 값을 산출하였다.

$$\text{Iron chelating ability (\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 첨가시의 흡광도
B: 시료 무 첨가시의 흡광도

환원력(Reducing power)

열풍 건조된 파프리카 분말의 환원력은 Huang 등(2006)의 방법을 이용하여 측정되었다. 각각의 시료를 물과 메탄올을 농도별로(0, 0.1, 0.25, 0.5 and 1%) 희석시킨 후 시료 2.5 mL와 200 mM sodium phosphate buffer (pH 6.6) 2.5 mL, potassium ferricyanide (10 mg/mL) 2.5 mL를 혼합한 후 50°C에서 20분간 배양 한 후, trichloroacetic acid (100 mg/mL)를 2.5 mL 첨가하여 200 *g*에서 10분간 원심 분리하였다. 원심 분리한 시료의 상층부 2.5 mL와 증류수 2.5 mL, ferric chloride (1 mg/mL) 0.5 mL를 혼합한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 참조구로는 ascorbic acid를 사용하였다.

색깔별 파프리카 건조분말이 돈육 패티에서의 이화학적 성상에 미치는 영향

돈육 패티의 제조

돈육 A등급 거세돈 뒷다리를 도매상에서 구입한 후 과다한 지방 및 결체 조직을 제거하였다. 그 후, 만육기(M-12s,

한국후지(주), 한국)를 이용하여 분쇄한 후 첨가물과 함께 혼합기(EF20, Crypto Peerless Ltd, Birmingham, England)를 이용하여 혼합하였다. 혼합 후 2차 분쇄하고 일정한 양의 시료를 이용하여 (75~80 g) 패티 모형으로 정형하였다. 파프리카의 항산화 활성을 알아보기 위해 처리구를 총 6가지로 다음과 같이 제조하였다(CTL, Control patty; REF, reference patty with ascorbic acid; TRT1, treatment patty with orange paprika powder dried at 60°C oven 0.5%; TRT2, treatment patty with orange paprika powder dried at 60°C oven 1.0%; TRT3, treatment patty with red paprika powder dried at 60°C oven 0.5%; TRT4, treatment patty with red paprika powder dried at 60°C oven 1.0%). 제조한 돈육분쇄육을 4°C에 함기 포장으로 보관하여 저장기간(0, 3, 7, 14, 21일)에 따라 각각 실험을 수행하였고, 제조 배합비는 Table 1에 나타내었다.

pH 및 육색 검사

제품의 pH는 pH-meter (MP-120, Mettler Toledo, Schwarzenbach, Switzerland)를 이용하여 5회 측정 후 평균값을 구하였다. 돈육 패티의 색도는 color 측정기(CR-10, Minolta Co. Ltd., Japan)를 이용하여 Hunter 색 체계의 명도(Hunter L, lightness) 적색도(Hunter a, redness) 및 황색도(Hunter b, yellowness)를 5회 측정 후 평균값을 구하였다. 백색 표준 평판의 값은 L=90.9, a=2.1, b=1.6이였다.

Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

돈육 패티의 지방산패도는 지방산패로 인해 생성되는 malondialdehyde (MAD)의 생성량을 측정하는 Shinnhuber와 Yu(1977)의 방법을 이용하였다. 균질화시킨 시료 2 g에 1% thiobarbituric acid (TBA) 3 mL, 2.5% trichloroacetic acid (TCA) 17 mL을 균질화시킨 후, 끓는 물에 30분간 중탕시킨 후 실온에서 냉각시켰다. 그 후 상층액 5 mL를 취한 뒤 chloroform 5 mL와 혼합하여 1분간 vortexing 후 2,500 rpm에서 10분간 원심 분리하였고, 상층액 3 mL를 취해 petroleum ether 3 mL를 혼합하여 1분간 vortexing하였다. 그 후 2500 rpm에서 5분간 원심분리를 한 후 하층 액만 취하여 분광광도계로 532 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 계산식에 의해 TBARS 값을 산출하였다.

$$\text{TBARS value} = \frac{\text{optical density (O.D.)} \times 9.48}{\text{sample weight (g)}}$$

미생물 검사

균질화된 시료 10 g과 멸균 증류수 90 mL 진공 포장지에 넣어 혼합한 후 필요에 따라서 혼합 배율을 늘려가면서 희석하였고, 희석된 각각의 샘플을 총균수는 total plate count agar (TPC), 대장균군수는 violet red bile agar (VRB)에 접종하여 37°C에서 48시간 동안 배양한 후 생성된 균락수를 측정하여 그 결과를 Log CFU/g 단위로 나타내었다.

통계처리

실험에 대한 통계 처리는 SPSS 18.0 (2009) program을 이용하여 하였다. 실험 1의 경우 처리구와 농도에 대한 이원배치 분산분석(two-way analysis of variance, ANOVA)을 실시하였고, 실험 2의 경우 처리구와 저장기간에 대한 이원배치 분산분석 실시하여, 결과 값을 0.05% 수준에서 상관관계를 검정하고 유의차가 (p<0.05) 발견되었을 때 Duncan의 다중검정법을 이용하여 유의차를 검정하여 나타내었다.

결과 및 고찰

실험1: 색깔별 파프리카의 항산화 활성 평가

총 페놀성 화합물(Total phenolic compounds)

파프리카의 색(붉은색, 오렌지색)과 추출용매(물, 메탄올)에 따른 페놀성 화합물의 함량은 그 물질들이 가지고 있는 페놀릭 그룹의 수와 각 물질과 Folin-Ciocalteu의 반응에 의해 측정할 수 있다고 보고하고 있다(Singleton *et al*., 1999). 각각의 처리구인 오렌지색 파프리카 메탄올 추출물(MOP), 적색 파프리카 메탄올 추출물(MRP), 오렌지색 파프리카 물 추출물(WOP), 적색 파프리카 물 추출물(WRP)의 총 페놀성 화합물 함량은 4가지 처리구 모두 유의적으로 차이가

Table 1. The formulation of pork patties with various dried paprika powders

Ingredients	Treatments[1)]					
	CTL	REF	TRT1	TRT2	TRT3	TRT4
Raw meat (%)	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5
Fat (%)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Salt (%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ascorbic acid (%)	-	0.1	-	-	-	-
Red paprika powder (%)	-	-	0.5	1.0	-	-
Orange paprika powder (%)	-	-	-	-	0.5	1.0

[1)]Treatments: CTL = Control patty; REF = Reference patty with ascorbic acid; TRT1 = Treatment patty with orange paprika powder dried at 60°C oven 0.5%; TRT2 = Treatment patty with orange paprika powder dried at 60°C oven 1.0%; TRT3 = Treatment patty with red paprika powder dried at 60°C oven 0.5%; TRT4 = Treatment patty with red paprika powder dried at 60°C oven 1.0%

나타나지 않았다 (p>0.05)(Table 2). 파프리카의 페놀성 화합물은 물이나 메탄올 둘 다 같은 양이 추출되었고 또한 색깔에 따라 페놀성 화합물의 양의 차이가 없는 것으로 나타났다. Jung(2011)은 액체크로마토그래피-이중 질량분석기를 이용한 파프리카의 폴리페놀 성분 및 생물활성 분석연구에서는 오렌지색 파프리카가 적색 파프리카보다 많은 페놀성 화합물을 포함하고 있다고 보고하여 본 결과와 상이한 결과를 나타냈다. 이는 추출 방법과 표준시약 차이로 사료되며, 본 연구에서는 파프리카를 용매를 이용하여 추출하지 않고 먼저 건조분말을 만든 후 각 용매에 희석시켜 상층액을 사용하였으며 표준 시약으로 gallic acid를 사용한 반면 Jung(2011)의 방법은 메탄올 70%로 추출 후 다시 사용하였으며, 표준시약으로는 caffeic acid를 사용하여 실험하여 본 실험 결과와 상이한 것으로 사료된다.

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhdrazyl) radical scavenging activity

DPPH radical scavenging activity는 DPPH라는 라디칼에 대한 전자 공여활성도를 평가하여 항산화력을 측정하는 실험으로 색깔별 파프리카 분말의 DPPH에 대한 전자 공여능 실험 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 파프리카 색깔에 대한 항산화 활성의 차이는 각 농도별로 유의적인 차이를 나타내지 않았다(p>0.05). 한편 파프리카의 용매에 대한 항산화 활성의 차이는 물로 추출한 처리구보다 메탄올로 추출한 처리구들이 모든 농도에서 더 높은 소거 능력을 보였다 (Fig. 1). DPPH radical을 소거하는 성분이 물에 용해되는 수용성 물질보다는 카로티노이드와 capsanthin을 포함한 지용성 물질의 항산화 활성이 더 높은 것으로 사료되며, 이 결과는 Bae 등(2012)이 다양한 극성의 용매에 따라서 항산화 활성을 평가한 실험에서 극성이 낮을수록 DPPH radical에 대한 소거능이 증가한다고 보고한 것과 유사함을 보였다. 또한 모든 처리구는 농도가 증가함에 따라서 높은 소거능을 보였다. 특히, 0.5%이상에서 메탄올 추출물이 대조구인 ascorbic acid와 유의적인 차이를 보이지 않음으로써 높은 항산화 효과를 보였다. Jung (2011)은 액체크로마토그래피-이중 질량분석기를 이용한 파프리카의 폴리페놀 성분 및 생물활성 분석연구에서 DPPH에 대한 전자공여능 실험에서 파프리카 농도가 증가함에 따라 라디칼의 소거 능도 높아진다고 보고하여 본 연구와 일치하였다.

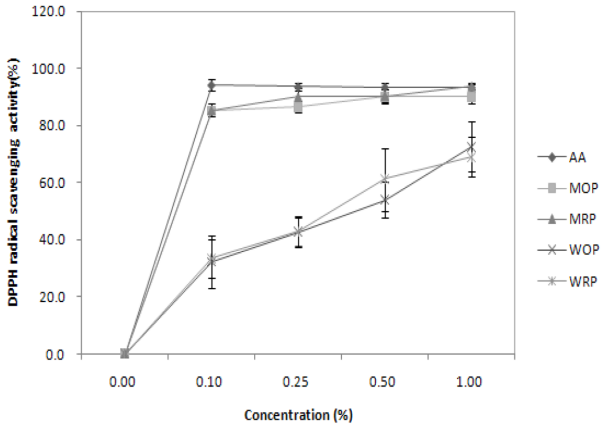

Fig. 1. DPPH radical scavenging activity (%) of paprika with different color and extraction solvent.
AA = ascorbic acid; MOP = methanol extracts of orange paprika; MRP = methanol extracts of red paprika; WOP = Water extracts of orange paprika; WRP = Water extracts of red paprika.

철 이온 흡착력(Iron chelating ability)

철 이온 흡착력 실험결과에서는 같은 용매에서 색깔별로 유의적인 차이를 보이지 않았고(p<0.05) (Fig. 2), 모든 처리구에서 농도가 증가함에 따라서 철 이온 흡착력이 증가하는 경향을 보였는데 이는 파프리카와 같은 속에 속하는 (*Capsicum*) 고추의 Fe^{2+}로 촉진된 뇌의 지질 과산화 억제를 평가한 Oboh 등(2007)이 red pepper를 이용하여 철 이온 흡착력 결과에서 농도가 증가함에 따라서 철 이온 흡착력이 증가한다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사함을 보였

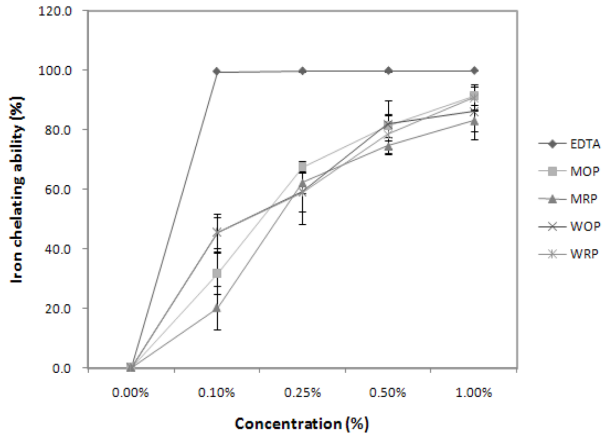

Fig. 2. Iron chelating ability (%) of paprika as affected by different color and extraction solvent.
Abbreviations are same as in Fig. 1. EDTA = ethylendiaminetetraacetic acid.

Table 2. Total phenolic contents of paprika as affected by different colors and extraction solvents

Parameters	Red paprika		Orange paprika	
	Water	Methanol	Water	Methanol
Total phenolic contents (g/100g)	$1.43^{a} \pm 0.11$	$1.17^{a} \pm 0.30$	$1.50^{a} \pm 0.18$	$1.19^{a} \pm 0.25$

[a]Means having same superscripts within same raw are not different (p>0.05).

다. 또한 참조구(REF)인 EDTA는 0.1% 이상에서 강한 철 이온 흡착력을 보인 반면 메탄올로 추출한 오렌지색 파프리카 처리구와 물로추출한 적색 파프리카 처리구가 모두 90% 이상으로 1.0%에서 EDTA와 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 한편 EDTA를 제외한 모든처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 그리고 0.5%의 파프리카 추출물의 모든 처리구에서 약 70% 정도의 높은 철 이온 흡착력을 보여 파프리카 추출물이 우수한 금속 킬레이터로서 작용하기 위해서 최소 0.5% 이상 첨가해야 한다는 것을 의미한다.

환원력(Reducing power)

환원력 실험은 3가 철 이온을 2가 철 이온으로 환원을 시키는 능력을 나타내는 실험으로 파프리카의 처리구별 환원력은 Fig. 3에 나타내었다. 본 실험에서의 환원력은 모든 처리구가 참조구인 ascorbic acid에 비해 낮게 나타났으나 모든 농도에서 참조구인 ascorbic acid 를 제외한 처리구 간에는 유의차가 없었다(p>0.05). 이와 관련하여 Greco 등(2007)은 파프리카의 조리법에 따른 총 환원력 물질의 양을 연구하였는데, high-performance liquid chromatograph (HPLC)를 통하여 생 파프리카의 친수성 환원력 물질 중 88%가 ascorbic acid이고, 소수성 환원력 물질의 28%가 β-carotene이며 그 외의 소수성 환원력 물질이 72%를 차지한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 기기분석을 통한 정밀분석을 실시하지 않았으나 이전 유추해 보면 환원력에 작용했을 물질이 ascorbic acid로 판단된다.

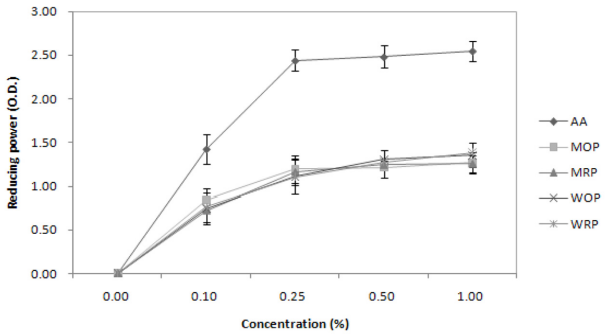

Fig. 3. Reducing powder (O.D.) of paprika as affected by different color and extraction solvent.
***Treatments: same as in Fig. 1.**

실험2. 색깔별 파프리카 분말에 따른 돈육 패티의 냉장저장 중 이화학적 성상 및 항산화 효과

pH

색깔별 파프리카 분말을 첨가하여 제조한 돈육 패티의 pH측정 결과는 Table 3에 나타내었다. 대조구와 참조구 및 처리구간의 유의적인 차이는 없었고(p>0.05), pH의 범위는 6.03~6.14 사이로 나타났다. 그리고 저장기간에 따른 pH의 변화에서는 제조일로부터 7일에서는 유의적으로 차이가 나타나지 않았으나(p>0.05), 냉장저장 14일째부터 유의적인

Table 3. Effect of different color and addition level of paprika on pH, Hunter color (L, a, b), and microbial growth (TPC, VRB, log cfu/g) of pork patties during storage at 4°C

	Parameters						
	pH	Hunter L	Hunter a	Hunter b	TBARS	TPC	VRB
Treatments * days	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Treatments	NS	*	**	**	**	NS	NS
Days	**	NS	**	**	**	**	**
Treatment							
CTL	6.09^{a}	60.5^{a}	10.8^{b}	9.60^{c}	0.74^{a}	5.03^{a}	4.38^{a}
REF	6.14^{a}	60.3^{a}	10.9^{b}	9.44^{c}	0.16^{c}	4.62^{a}	3.98^{b}
TRT1	6.13^{a}	58.3^{ab}	12.3^{bc}	13.7^{b}	0.52^{b}	4.83^{a}	4.32^{ab}
TRT2	6.10^{a}	57.6^{bc}	13.2^{b}	16.9^{a}	0.26^{c}	4.91^{a}	4.20^{ab}
TRT3	6.10^{a}	58.9^{ab}	16.5^{a}	14.3^{b}	0.55^{b}	4.72^{a}	4.05^{ab}
TRT4	6.03^{a}	55.5^{c}	18.0^{a}	15.2^{b}	0.25^{c}	4.70^{a}	4.07^{ab}
Days							
0	5.88^{c}	57.5^{b}	15.2^{a}	12.1^{b}	0.22^{c}	3.38^{d}	2.64^{d}
3	5.91^{c}	58.8^{b}	16.1^{a}	16.2^{a}	0.33^{c}	2.70^{e}	2.37^{d}
7	5.91^{c}	58.3^{ab}	13.4^{b}	12.4^{b}	0.24^{c}	4.47^{c}	3.62^{c}
14	6.15^{b}	57.8^{ab}	11.7^{c}	12.3^{b}	0.49^{b}	5.84^{b}	4.86^{b}
21	6.64^{a}	60.2^{a}	11.7^{c}	12.9^{b}	0.78^{a}	7.61^{a}	7.36^{a}

$^{a-d}$Means with same superscripts within a column are not differ (p>0.05).
CTL = Control patty; REF = Reference patty with ascorbic acid; TRT1 = Treatment patty with orange paprika powder dried at 60°C oven 0.5%; TRT2 = Treatment patty with orange paprika powder dried at 60°C oven 1.0%; TRT3 = Treatment patty with red paprika powder dried at 60°C oven 0.5%; TRT4 = Treatment patty with red paprika powder dried at 60°C oven 1.0%; TPC = total plate count; VRB = *Enterobacteriaceae*; NS = not significant; **p<0.001; p<0.05.

차이를 나타내었다($p<0.05$), 이 결과는 Park 등(2007)이 보고한 파프리카 첨가가 분쇄조리돈육 저장 중 지방산화 억제에 미치는 영향에서 파프리카 첨가가 대조구에 비해 초기 pH 감소를 나타냈는데 이는 본 실험에 비해 많은 양의 파프리카를 첨가함에 따라 유기산이 많아져 pH의 감소를 가져온 것으로 사료된다.

색도(Hunter L, a, b)

색도 측정 결과($p<0.05$) 값은 Table 3에 나타내었다. 처리구별 Hunter L(명도)값은 TRT1 (Orange paprika 0.5%)과 TRT3 (Red paprika 0.5%)가 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았고($p>0.05$), TRT4 (Red paprika 1.0%)가 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 이는 파프리카 분말이 첨가됨에 따라 명도값을 감소시키는 것으로 사료된다. 명도 값은 저장기간이 경과할수록 유의적으로 높아지는 경향을 보였다($p<0.05$). Hunter a(적색도) 값은 소비자 기호도와 관련이 높은 항목인데 TRT3과 TRT4에서 가장 높은 값을 나타내었는데 이는 적색 파프리카 분말의 함량이 높을수록 적색도를 높이는데 기여한다고 사료된다. 저장기간으로 볼 때에는 저장기간이 경과할수록 적색도는 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 황색도를 나타내는 Hunter b값은 TRT2 (Orange paprika 1.0%)에서 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었는데 주황색 파프리카 분말이 황색도를 높이는 것으로 사료된다. 이 결과는 아질산염을 감소시킨 육가공품에 파프리카와 토마토 페이스트를 첨가하여 색도를 비교한 Eduardo 등(2012)이 보고한 결과에 따르면 파프리카의 첨가가 적색도와 황색도가 높아지고 명도가 낮아졌다고 보고하여 본 결과와 일치하는 결과를 보였다.

Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

지방 산패도를 측정하는 TBARS의 결과는 Table 3에 나타내었다. CTL에 비해 모든 처리구에서 더 낮은 TBARS값을 나타내어 우수한 항산화 효과를 나타내었다. 특히 ascorbic acid를 첨가한 참조구(REF)와 비교했을 때 TRT2 (Orange paprika, 1.0%)와 TRT4 (Red paprika 1.0%)는 유의적으로 차이가 없어 천연물질로서의 뛰어난 항산화력을 나타내었다. 또한 TRT1과 TRT3도 CTL에 비해 낮은 TBARS값을 나타내어 paprika분말의 함량이 높아질수록 높은 항산화력을 나타낸다고 사료된다. 한편 파프리카 색깔별로는 유의적으로 차이를 보이지 않았고 단지 함량에 따른 유의적인 차이를 보였다. 전체적인 TBARS값을 통한 항산화력의 효과는 REF = TRT2 = TRT4 > TRT1 = TRT3 > CTL 순으로 항산화력을 보여 파프리카 색에 관계없이 함량에 따라 지질 산패 억제 효과가 증가한다고 판단되었다. 이 결과는 돈지 모형계에 파프리카를 첨가하여 지질 산화 억제 효과를 비교한 Park 등(2005)의 결과에서 파프리카 첨가량이 증가할수록 지질 산패를 억제한다는 결과와 유사함을 나타내었다. 또 저장기간에 따른 TBARS값의 변화량은 7일까지는 유의적인 차이가 없었으나 14일부터 유의적으로 더 높은 TBARS 값을 나타내어 지방산화가 촉진되었다.

미생물 검사

다양한 색을 가진 파프리카 분말을 첨가한 돈육 분쇄육의 미생물 변화는 Table 3에 나타내었다. 총균수(total plate count, TPC)는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았지만($p>0.05$), 저장기간별로 유의적인 차이를 보여 저장초기에 3.38 Log CFU/g의 수준에서 저장실험 종료일인 21일에서는 7.61 Log CFU/g 균수를 나타내었다($p<0.05$). 대장균군수(*Enterobacteriaceae*)는 CTL(대조구)과 REF(참조구)만 유의적인 차이가 있었고 나머지 처리군에서는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 또한 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 대장균군수가 증가하여 초기에 2.64 Log CFU/g의 수준에서 7.36 Log CFU/g의 수준까지 증가하였다. 이는 토마토 분말을 첨가한 돈육 분쇄육이 저장기간에 따라 3일까지 총균수의 유의적인 차이가 없었고 저장 3일 이후부터 유의적으로 차이를 나타내었다고 보고한 Kim 등(2011)의 결과와 유사함을 보였다.

요 약

본 연구는 색깔별로 열풍 건조한 파프리카 분말의 항산화 활성을 알아보고, 열풍 건조한 파프리카 분말을 돈육분쇄육에 첨가하여 이화학적인 특성과 항산화 효과를 알아보기 위하여 수행하였다. 파프리카의 총 페놀성화합물 함량은 파프리카의 색과 추출용매에 따라서 유의적으로 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$). 파프리카 분말의 DPPH에 대한 전자공여능은 파프리카 색깔에 따라 차이를 보이지 않았고, 파프리카의 색깔과 관계없이 물 추출물보다 메탄올 추출물이 더 높은 전자공여능을 보였고, 특히 0.5% 이상에서 메탄올 추출물이 대조구인 ascorbic acid와 유의적으로 차이를 나타내지 않음으로써 높은 항산화 활성을 보였다. 철이온 흡착력은 파프리카의 색깔이나 용매에 상관없이 모든 처리구들에서 농도가 높아짐에 따라 철 흡착 활성이 높아지는 경향을 보였고, 특히 1.0%에서는 메탄올 오렌지 추출물(MOP)과 물로 추출한 붉은 파프리카(WRP) 처리구가 EDTA와 유의적인 차이를 보이지 않았고, EDTA를 제외한 모든 처리구에서도 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 환원력은 모든 농도에서 처리구간에 유의적으로 차이를 나타내지 않았고($p>0.05$), 농도가 증가함에 따라 환원력도 증가함을 보였다. 열풍 건조한 파프리카 분말이 첨가된 돈육 분쇄육에 냉장저장 중 이화학적인 특성에서는 적색도는 붉은색 파프리카 분말을 첨가한 처리구가 높게 나타났고, 반대로 황색도는 주황색 파프리카 분말을 첨가한 처리구에서

높게 나타났다. TBARS값은 파프리카 색에 관계 없이 분말의 함량이 증가할수록 낮게 나타났고, 특히 1% 첨가한 처리구의 경우에는 참조구인 REF와 유의적인 차이를 보이지 않음으로써 우수한 항산화력을 나타내었다. 미생물 실험 결과 파프리카 분말 첨가가 미생물을 억제하는데 기여하지 않았다. 이와 같은 결과로 볼 때 색에 관계없이 파프리카 분말은 천연 항산화 물질로서의 우수한 항산화 효과를 나타내어 육가공품 가공에 천연 항산화제로서의 이용이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 전남대 학술연구비(2012) 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Bae, H. J., Jayaprakasha, G. K., Jifon, J., and Patil, B. S. (2012) Variation of antioxidant activity and the levels of bioactive compounds in lipophilic and hydrophilic extracts from hot pepper (*Capsicum* spp.) cultivars. *Food Chem*. **134**, 1912-1918.
2. Branen, A. L. (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc*. **52**, 59-63.
3. Dragsted, L. O., Strube, M., and Larsen, J. C. (1993) Cancer protective factors in fruits and vegetables: Biochemical and biological background. *Pharmacol. Toxicol*. **72**, s116-s135.
4. Eduardo, B. L., Ignacio, G. M., Rosa Hayde, A. R., and Alfonso, T. (2012) Color compensation in nitrite-reduced meat batters incorporating paprika or tomato paste. *J. Sci Food Agric*. **92**, 1627-1632
5. Greco, L., Riccio, R., Bergero, S., Attilio, A. M., Re, D., and Trevisan, M. (2007) Total reducing capacity of fresh sweet peppers and five different Italian pepper recipes. *Food Chem.* **103**, 1127-1133.
6. Huang, S. J., Tsai, S. Y., and Mau, J. L. (2006) Antioxidant properties of methanolic extracts from *Agrocybe cylindracea. LWT_Food Sci. Technol.* **39**, 387-386.
7. Jung, W. Y. (2011) Polyphenol determination of selected sweet pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) using high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry: Overall contribution to the overall antioxidant and anticancer activity. MS. Thesis, Gyeongsang National Univ., Jinju, Korea.
8. Kim, H. S. and Chin, K. B. (2011) Physico-chemical properties and antioxidant activity of pork patties containing various tomato powders of solubility. *Korean J. Food Sci. An.* **31**, 436-441.
9. Kim, S. A., Ha, T. Y., Ahn J. Y., Moon, B. K., Park, Y. G., Ahn, C. G., Lim, S. H., Park, J. H., Kwon, S. Y., and Moon, M. J. (2010) Development of healthy functional foods using active components from paprika. *Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.* **48.**
10. Le, K., Chiu, F., and Ng, K. (2007) Identification and quantification of antioxidants in *Fructus Lucii. Food Chem.* **105**, 353-363.
11. Lee, Y. S., Joo, E.Y., and Kim, N. W. (2005) Antioxidant Activity of extracts from *Lespedeza Bicolor. Korean J. Food Preser*. **12**, 75-79.
12. Lin, J. Y. and Tang, C. Y. (2007) Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chem.* **101**, 140-147.
13. Murakami, A., Nakashima, M., Koshiba, T., Maoka, T., Nishino, H., Yano, M., Sumida, T., Kim, O. K., Koshimizu, K., and Ohigashi, H. (2000) Modifying effects of carotenoids on superoxide and nitric oxide generation from stimulated leukocytes. *Cancer Lett.* **149**, 115-123
14. Oboh, G., Puntel, R. L., Rocha, J. B. T. (2007) Hot pepper (*Capsicum annuum*, Tepin and *Capsicum Chinese*, Habanero) prevents Fe^{2+}-induced lipid proxidation in brain - *in vitro. Food Chem.* **102**, 178-185.
15. Ortiz, J., Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K., Puente-Diaz, L., Zura-Bravo, L., and Aubourg, S. (2013) Influence of air-drying temperature on drying kinetics, colour, firmness and biochemical characteristics of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fillets. *Food Chem*. **139**, 162-169.
16. Park, J. H., Kim, C. S., and Kim, H. I. (2007) The effect of paprika (*Capsicum annuum* L.) on inhibition of lipid oxidation in cooked-ground pork during storage. *Korean J. Food Cookery Sci*. **23**. 626-634.
17. Park, J. H., Kim, C. S., and Noh, S. K. (2005) The effect of fresh paprika and paprika powder dried by far-infrared ray on inhibition of lipid oxidation in lard model system. *Korean J. Food Cookery Sci*. **21**. 475-481.
18. Peto, R., Doll, J., Buckley, J. D., and Spporn, M. B. (1981) Can dietary β-carotene materially reduce human cancer rates? *Nature* **290**, 201-208.
19. Shinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jap. Oil Chem. Soc.* **26**, 259-267.
20. Singleton, V. R., Orthofer, R., and Lamuela-Raventos R. M. (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*. **299**. 152-178.
21. SPSS. (2009). SPSS 18.0 for Windows. SPSS Inc. USA.
22. Vega-Galvez, A., Lemus-Mondaca, R., Bilbao-Sainz, C., Fito, P., and Andres, A. (2008) Effect of air drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo). *J. Food Eng.* **85**, 42-50.

(Received 2013.6.24/Revised 2013.8.5/Accepted 2013.9.23)