

용해성에 따른 토마토 건조 분말을 첨가한 돈육 패티의 이화학적 특성 및 항산화 활성

김형상¹ · 진구복^{1,2*}

¹전남대학교 동물자원학부, ²전남대학교 기능성식품센터

Physico-chemical Properties and Antioxidant Activity of Pork Patties Containing Various Tomato Powders of Solubility

Hyeong Sang Kim¹ and Koo Bok Chin^{1,2*}

¹Department of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

²Functional Food Research Center, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract

This study was performed to evaluate physico-chemical properties and antioxidant activity of pork patties with tomato powder as affected by water solubility. Fresh tomatoes were homogenized and dried in a 60°C oven. Dried tomato powder was added to double deionized-water and stirred. The soluble and insoluble portions were collected by freeze-drying. Thus, total dried powder (T1) and water soluble (T2) and insoluble powders (T3) were prepared for the experiment. Pork patties containing 0.5% water insoluble powder had the highest redness and yellowness values among the treatments ($p < 0.05$). Thiobarbituric acid reactive substance values of pork patties containing 0.5% dried tomato powder were lower than those of the control ($p < 0.05$) and not different from those of the reference (0.01% BHT). Total bacteria and Enterobacteriaceae (VRB) tended to increase with increasing storage time from 0 to 14 d; however, these values were not statistically different among treatments. These results suggest that lipid oxidation may be suppressed by adding tomato powder to pork patties; thus, tomato powder could be used as a natural antioxidant in meat products as a partial replacement for synthetic antioxidants.

Key words: tomato powder, water solubility, lipid oxidation, pork patty

서 론

토마토는 전 세계적으로 널리 재배되고 소비되고 있는 채소 중 하나로, 토마토의 주성분은 수분이며(>90%), 섬유질, 칼슘, 그리고 비타민A, B1, B2 및 C가 풍부하게 들어 있다(전 등, 2005). 토마토는 인간의 조직에서 발견되는 14개 정도의 카로티노이드 중 9가지를 함유하고 있으며, 이 중 항산화 활성이 뛰어난 리코펜(Mascio *et al.*, 1989)과 체내에 흡수되어 비타민 A로 전환되는 베타-카로틴과 알파-카로틴, 루테인 등을 함유하고 있다(Tonucci *et al.*, 1995). 토마토가 함유하고 있는 영양소 중 완숙된 토마토에 풍부한 리코펜(lycopene)은 천연물에서 찾을 수 있는 카로티노이드의 일종이며, 토마토는 수박, 구아바, 붉

은 고추 등에 비해 리코펜을 가장 많이 함유하고 있다(Ben-Amotz and Fisher, 1998; Hakala and Heinone, 1994; Hart and Scott, 1995). 리코펜은 물에 녹지 않고 chloroform이나 hexane과 같은 강한 비극성 용매에 녹는 소수성 물질이다(Shi, 2002). 토마토와 토마토 제품은 리코펜의 주요 공급원이고, 많은 연구들이 토마토와 토마토 제품의 섭취를 통해 관상동맥 질환의 위험과 전립선암을 비롯한 각종 암의 위험을 감소시켜준다고 보고하였다(Arab and Steck, 2000; Giovannucci *et al.*, 2002). 특히, 토마토 리코펜의 생물학적 이용 가능성은 가열 처리에 의해 큰 영향을 받는 특성이 있다(Gartner *et al.*, 1997; van het Hof *et al.*, 2000).

이러한 토마토의 특성을 통하여 육제품의 기능성이나 항산화 활성을 증진시키기 위한 여러 연구가 발표되었다. Candogan(2002)은 우육 패티에 토마토 페이스트를 첨가하여 품질 특성을, Deda 등(2007)은 토마토 페이스트와 아질산염 함량이 프랑크 프루터의 가공과 품질 특성에 미치는 영향을 평가하였다. Garcia 등(2009)은 비 가열 및 가

*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

열 우육 패티에 건조 토마토 과피를 첨가하여 이화학적 및 관능 성상 그리고 조직감을 평가하였고, Kim 등(2008)은 열풍건조 토마토 분말을 첨가한 돈육 패티의 냉장저장 중 품질 특성을 평가하였다. 그리고 Østerlie와 Lerfall(2005)은 우육 반죽에 다양한 형태의 토마토 제품을 첨가하여 저장기간 중 산화안정성 및 미생물 억제 활성을 평가하였다. 이런 연구에도 불구하고, 아직 물 용해도에 따른 토마토 건조분말을 육제품에 적용시킨 사례가 없는 실정이다. 따라서, 본 연구는 60°C 오븐을 이용하여 건조한 토마토 분말과 이를 수용성과 비수용성 건조분말로 나누어 돈육 패티에 적용하여, 육제품 내에서 항산화 활성을 평가하여 천연 항산화 첨가물로서의 이용 가능성을 검토하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

공시재료

본 실험에 사용한 토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill)는 전남 담양에서 재배된 것으로, 완숙 상태인 것을 깨끗이 씻은 후 믹서에 갈아 바닥이 평평한 판에 옮겨 60°C 오븐(LDO-250F, Labtech Co., Ltd., Korea)을 이용하여 열풍건조하였다. 그 후 증류수와 1:20 비율(w/w)로 혼합한 후 하루 동안 교반하여 기능성 물질을 추출하였고 여과지(Whatman No. 42)를 이용하여 여과하였다. 남은 잔사는 다시 증류수와 함께 혼합하여 추출하였으며, 이 과정을 총 3회 반복하였다. 과정을 완료한 후에 얻어진 수용액과 잔사를 각각 동결 건조하여 수용성과 비수용성 토마토 건조분말을 조제하였다. 각각의 분말은 실험 전까지 -70°C에 냉동보관하였다.

분쇄육 제조

돈육 후지를 구입하여 과도한 외부지방과 결체조직을 제거한 후 만육기(M-12s, 한국후지공업주식회사, Korea)를

이용하여 분쇄하였다. 그 후 첨가물과 함께 혼합기(EF20, Crypto Peerless, Ltd., England)를 이용하여 혼합하였고 만육기를 이용하여 2차 분쇄 후 패티 모양으로 정형하였다. 이를 스티로폼 케이스에 담아 합기 포장하여 4°C에 보관하면서 저장기간(0, 3, 7, 10, 14일)에 따라 각각 실험을 수행하였다. 제조 배합비는 Table 1에 나타내었다.

pH 및 육색검사

시료 10 g과 증류수 90 mL를 혼합하여 10배 희석시킨 것을 믹서로 균질화 시킨 후 pH-meter(Model 340, Mettler-Toledo, Switzerland)를 이용하여 5회 반복 측정하여 평균 값을 구하였다. 색도는 color reader기(CR-10, Minolta Co., Ltd., Japan)를 이용하여 분쇄육의 명도(Hunter L, lightness), 적색도(Hunter a, redness) 및 황색도(Hunter b, yellowness)를 측정하였다. 본 실험에 사용한 백색 표준평판의 값은 L=91.7, a=1.90, b=1.20이었다.

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)

지방산패로 인해 생성되는 malondialdehyde의 생성량을 측정하기 위해 Shinnhuber와 Yu(1977)의 방법을 이용하였다. 균질화된 시료 약 2 g을 튜브에 옮겨 담고 실험하는 동안 지질 산화를 억제하기 위해 산화 억제 용액(mixture solutions of 0.6 g butylated hydroxyanisole(BHA) in 10.8 g propylene glycol, 0.6 g BHT in 8.0 g warm Tween 20) 3방울을 첨가하였다. 그 후 1% thiobarbituric acid(TBA) 용액 3 mL와 2.5% trichloroacetic acid(TCA) 용액 17 mL를 혼합한 후 끓는 물에 30분 간 중탕 가열하고 실온에서 식혔다. 그 후 상층부 5 mL와 chloroform 5 mL를 혼합하여 1분간 vortexing 후 원심분리(3,000 rpm/5 min)하였고, 원심분리 후 상층액 3 mL와 petroleum ether 3 mL를 혼합하여 1분간 vortexing 후 원심분리(3,000 rpm/10 min)하였다. 원심분리 후 532 nm에서 흡광도를 측정하였고, 다음 계산식에 의해 TBARS 값을 산출하였다.

Table 1. The formulation of pork patties with various tomato powders

Ingredient	Treatment ¹⁾				
	CTL	REF	TRT1	TRT2	TRT3
Pork ham meat (%)	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5
Fat (%)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Salt (%)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
BHT (%) ²⁾	—	0.01	—	—	—
Tomato powder (%)	—	—	0.50	—	—
Water soluble tomato powder (%)	—	—	—	0.50	—
Water insoluble tomato powder (%)	—	—	—	—	0.50
Total (%)	100.00	100.01	100.50	100.50	100.50

¹⁾Treatments: CTL=control patty; REF=reference patty with BHT 0.01%; TRT1=treatment patty with dried tomato powder (DTP) at 60°C oven; TRT2=treatment patty with water soluble tomato powder from DTP; TRT3=treatment patty with water insoluble tomato powder from DTP

²⁾BHT=butylated hydroxytoluene

TBARS value

= optical density (OD) × 9.48/sample weight (g)

미생물 검사

총균수는 total plate count agar(TPC)를 이용하여 측정하였고, violet red bile agar(VRB)를 이용하여 대장균군수를 측정하였다(Chin *et al.*, 2006). 균질화된 분쇄육 10 g을 90 mL 멸균증류수와 혼합한 후 pipette을 이용하여 혼합물 1 mL를 9 mL 멸균증류수에 옮겨 희석하였고, 필요에 따라 희석 배수를 늘려 실험에 사용하였다. 희석액 0.1 mL를 총균수와 대장균군 배지에 각각 접종하여 37°C에서 약 2일간 배양하였고, 배양 후 생성된 균락수를 측정하여 그 결과를 log CFU/g으로 나타내었다.

통계처리

실험은 4회 반복되었으며, 반복실험에 대한 통계 처리는 SPSS 17.0(2008) program을 이용하였다. 처리구와 저장기간에 대한 이원배치 분산분석을 실시하였고, 분산분석 결과 0.05% 수준에서 유의차가($p < 0.05$) 발견되었을 때 Duncan's 다중검정법에 의하여 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

pH 및 색도

세 가지 종류의 토마토 건조 분말을 첨가한 돈육 패티의 pH 및 색도의 결과를 Table 2에 나타내었다. pH와 색도 모두 처리구와 저장기간 두 가지 요인의 상호작용은 없어, 처리구와 저장기간별로 나타내었다. pH의 경우 처리구간에 차이는 보이지 않았지만($p > 0.05$), 저장기간이 경과함에 따라 값이 유의적으로 상승하였다($p < 0.05$). 미생물의 대사에 의해 생성되는 대사산물을 통해 pH의 변화가 일어나게 되는데(Bauman, 2004), 본 실험에서는 돈육 패티의 저장기간이 경과하면서 증가한 미생물의 영향으로 부패와 함께 pH의 증가가 일어난 것으로 판단된다.

색도는 명도의 경우 토마토 건조분말 첨가에 따른 뚜렷한 경향은 보이지 않았지만, 저장기간에 따라 상승하였다($p < 0.05$). 적색도는 대조구(CTL)와 비교했을 때, 불용성 건조분말을 첨가한 TRT3만 유의적으로 높은 값을 보였고($p < 0.05$), BHT를 첨가한 REF와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장기간이 경과함에 따라 적색도는 감소하는 경향이였다($p < 0.05$). 반면, 황색도의 경우 처리구 간에 비교했을 때, 적색도의 경우와 마찬가지로 불용성 토마토 첨가구(TRT3)가 가장 높은 값을 보였고($p < 0.05$), 60°C 건조분말과 수용성 분말을 첨가한 TRT1과 2는 CTL보다는 높고 TRT3보다는 낮은 값을 나타냈다($p < 0.05$). 반면 저장기간에 따라서는 특별한 경향은 보이지 않았다. 이와 관련하여 Kim 등(2008)은 열풍 건조 토마토 분말을 돈육 패

Table 2. Effect of treatment and storage time on pH and Hunter color (L, a, b) of pork patties with various tomato powders during refrigerated storage at 4°C

	Parameter ¹⁾			
	pH	Hunter L	Hunter a	Hunter b
Treatment * Storage day	NS	NS	NS	NS
Treatment	NS	NS	**	**
Storage day	**	*	**	**
Treatment ²⁾				
CTL	5.65 ^a	58.1 ^a	8.81 ^c	7.11 ^d
REF	5.61 ^a	58.4 ^a	9.58 ^{ab}	7.41 ^{cd}
TRT1	5.56 ^a	57.6 ^a	9.38 ^{bc}	8.36 ^b
TRT2	5.53 ^a	57.8 ^a	9.09 ^{bc}	7.87 ^{bc}
TRT3	5.63 ^a	57.2 ^a	10.2 ^a	9.04 ^a
Storage day				
0	5.37 ^d	57.4 ^{ab}	14.0 ^a	8.81 ^a
3	5.41 ^{cd}	56.7 ^b	10.8 ^b	7.24 ^d
7	5.47 ^c	58.3 ^a	8.02 ^c	7.56 ^{cd}
10	5.65 ^b	58.5 ^a	7.24 ^d	7.72 ^{bc}
14	6.08 ^a	58.3 ^a	7.02 ^d	8.27 ^{ab}

^{a-d}Means with same letter into same column are not different ($p > 0.05$).

¹⁾Parameters: Hunter L=lightness; Hunter a=redness; Hunter b=yellowness

²⁾Treatment: As shown in Table 1

NS = not significant; * indicates $p < 0.05$; ** indicates $p < 0.001$

티에 첨가하여 냉장저장 중 품질특성을 평가하였는데, 저장 초기에는 토마토 분말을 첨가한 패티가 낮은 pH 값을 나타냈으나 저장 기간이 경과하면서 유의적으로 높아지는 경향을 보였다고 보고하였다. Garcia 등(2009)은 우육 패티에 건조 토마토 과육을 첨가하여 품질 특성을 평가하였는데, 건조 과육을 6% 첨가한 처리구가 대조구에 비해 낮은 pH를 나타냈다고 보고하였다. 본 실험에서는 각 패티에 0.5% 수준으로 세 가지 종류의 토마토 건조 분말을 첨가하였고, 전체 저장기간의 pH 값을 평균처리 한 것이기 때문에 pH가 각 처리구별로 유의적인 값을 보이지 않은 것으로 사료된다. 색도의 경우 Garcia 등(2009)은 우육 패티에 토마토 건조 과육을 1.5, 3, 4.5 그리고 6%를 각각 첨가하였더니 모든 처리구에서 명도 값이 감소하고 적색도와 황색도 값이 증가하였다고 보고하였다. 적색도와 황색도의 경우 비수용성 건조 분말을 첨가한 TRT3가 높은 경향을 나타낸 것은 토마토 색소인 리코펜(lycopene)에 의한 것으로, 저장 말기까지 안정한 색소 성분을 유지한 결과로 사료된다(Østerlie and Lerfall, 2005).

지방산패도 검사

지방 산패를 평가하기 위해 측정된 Thiobarbituric acid value(TBARS)의 결과를 Table 3에 나타내었다. 육제품에서 산화 스트레스로 인하여 MDA같은 저분자 화합물이 형성

되는데(Janero, 1990), MDA와 2-thiobarbituric acid(TBA)의 반응을 통해 산화 스트레스를 측정하는 방법이 가장 널리 사용되고 있다(Liu *et al.*, 1997). 저장기간에 따라 malondialdehyde(MDA) 값이 증가하여($p < 0.05$) 지방이 산화되었음을 알 수 있으며, 처리구에 따른 결과를 살펴보면 세 가지 종류의 토마토 건조분말을 첨가한 TRT1, 2, 3이 무 첨가구인 CTL 보다는 낮고($p < 0.05$) BHT 0.01%를 첨가한 REF와 유의적인 차이를 보이지 않아 돈육의 냉장 저장 중 지방 산화를 효과적으로 억제했음을 알 수 있었다(Fig. 1).

지방산패도와 관련하여 Candogan(2002)은 우육 패티에 토마토 페이스트를 첨가하여 냉장저장기간 동안 품질특성을 평가하였는데, 토마토 페이스트를 첨가한 처리구가 9 일간의 저장기간 동안 MDA 함량의 큰 변화 없이 대조구에 비해 낮은 값을 보이는 결과를 나타내 본 실험과 유사한 경향을 나타냈다. Østerlie와 Lerfall(2005)은 우육 균질

육에 토마토 제품을 첨가하여 과산화물의 형성 정도를 평가한 결과, 토마토 제품을 첨가한 처리구들이 대조구에 비해 과산화물의 형성 속도를 늦추는 결과를 보였다. Lavelli 등(2000)은 토마토의 수용성과 불용성 추출물을 이용하여 지질 산화 억제 활성을 평가하는 모델연구를 수행하였는데, 구리 이온이 촉매하는 리놀레산 유화물 산화 시스템에서 가장 높은 카로티노이드 함량을 가진 샘플이 과산화물의 형성을 효과적으로 억제하는 결과를 보고하였다. 따라서 위와 같은 결과는 항산화 활성을 가지는 토마토 분말의 첨가를 통해 제품의 지방 산패가 억제된 것으로 판단된다.

미생물 검사

미생물 검사 결과 총균수와 대장균군수 모두 저장기간이 증가하면서 높아지는 결과를 보였으나, 처리구에 따라서는 특별한 경향을 보이지 않았다. 냉장저장 7일 경과 후 미생물의 성장이 크게 진행 되었으며 냉장저장 14일 경과 후 총균수와 대장균군수가 각각 6.17과 5.94 log CFU/g을 나타냈다(Table 4). 반면, 처리구에 따른 총균수와 대장균군수의 유의적 차이는 나타나지 않아 토마토 분말에 첨가에 따른 미생물 억제효과는 미미하였다. Yilmaz 등(2002)은 저지방 가열소시지에 토마토 주스 첨가를 통해 미생물 수가 감소하는 효과를 보였는데, 이는 첨가된 토마토 주스의 낮은 pH로 인한 영향이라고 보고하였다. Østerlie와

Table 3. Effect of treatment and storage time on TBARS (mg of MDA/kg) of pork patties with various tomato powders during refrigerated storage at 4°C

Treatment ¹⁾	Storage time (d)				
	0	3	7	10	14
CTL	0.23 ^{cZ}	0.98 ^{bZ}	1.65 ^{aY}	1.73 ^{aY}	2.03 ^{aZ}
REF	0.12 ^{bZ}	0.77 ^{aZ}	0.83 ^{aZ}	0.92 ^{aZ}	1.17 ^{aZ}
TRT1	0.16 ^{bZ}	0.38 ^{bZ}	0.51 ^{bZ}	0.66 ^{abZ}	1.33 ^{aZ}
TRT2	0.17 ^{cZ}	0.45 ^{bcZ}	0.76 ^{bcZ}	0.92 ^{bZ}	1.83 ^{aZ}
TRT3	0.13 ^{cZ}	0.37 ^{bcZ}	0.80 ^{bcZ}	0.70 ^{bZ}	1.38 ^{aZ}

^{a-c}Means with same letter into same row are not different ($p > 0.05$).

^{Y-Z}Means with same letter into same column are not different ($p > 0.05$).

¹⁾Treatments: As shown in Table 1

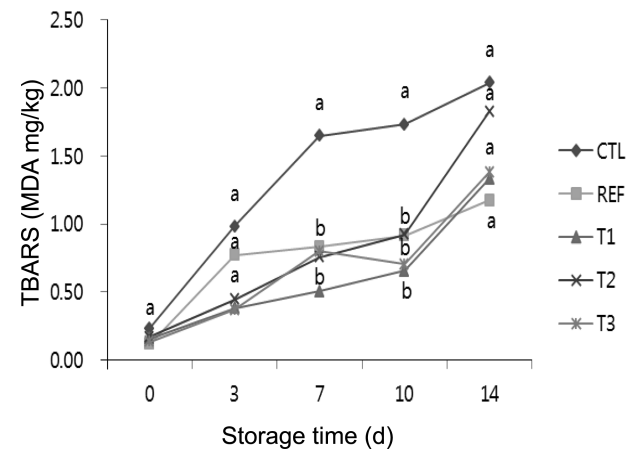


Fig. 1. TBARS (mg of MDA/kg) of pork patties with various types of tomato powders during refrigerated storage at 4°C. Treatments: As shown in Table 1. ^{a-b} Means with different letters in a same storage days are different ($p < 0.05$).

Table 4. Effect of treatment and storage time on microbial growth (TPC, VRB, log cfu/g) of pork patties with various tomato powders during refrigerated storage at 4°C

Parameters ¹⁾	Parameters ¹⁾	
	TPC	VRB
Treatment * storage day	NS	NS
Treatment	NS	NS
Storage days	**	**
Treatment ²⁾		
CTL	4.72 ^a	3.95 ^a
REF	4.45 ^a	3.66 ^a
TRT1	4.58 ^a	3.60 ^a
TRT2	4.47 ^a	3.71 ^a
TRT3	4.68 ^a	4.03 ^a
Storage day		
0	3.32 ^d	2.25 ^d
3	3.63 ^d	2.68 ^d
7	4.34 ^c	3.47 ^c
10	5.43 ^b	4.62 ^b
14	6.17 ^a	5.94 ^a

^{a-b}Means with same letter into same column are not different ($p > 0.05$).

¹⁾Parameters: TPC=total plate count; VRB=*Enterobacteriaceae*

²⁾Treatment: As shown in Table 1

NS = not significant; ** indicates $p < 0.001$

Lerfall(2005)은 우육 반죽에 태양 건조 토마토 분말, 토마토 페이스트 그리고 크리스탈라인 리코펜을 첨가하여 저장 품질과 색도에 대하여 평가하였는데, 리코펜을 첨가한 처리구는 미생물의 증식을 효과적으로 억제하지 못하였으나, 토마토 건조 분말과 토마토 페이스트를 첨가한 처리구는 14일간의 저장기간 동안 미생물의 증식을 효과적으로 억제한 결과를 보고하였다. 그리고 이와 같은 결과를 다른 처리구에 비해 낮은 pH의 결과로 설명하였다. 하지만 본 연구에서는 처리구간의 pH가 유의적 차이를 보이지 않았으며, 이로 인해 확실한 미생물 성장 억제 효과를 보이지 않은 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 건조 토마토 분말을 첨가하여 돈육패티를 제조하고 냉장 저장 중 이화학적 성상과 항산화 활성을 평가하기 위해 수행되었다. 신선한 토마토를 믹서로 갈아 60°C 오븐에 건조하였고, 이를 물과 함께 혼합하여 용해된 수용성 층과 잔사 두 가지로 나눈 다음 동결 건조하여 수용성 건조 분말과 비수용성 건조분말 총 세 가지 건조 분말을 회수하였다. 건조된 분말을 돈육 패티에 0.5%씩 첨가하여 4°C 조건에서 14일간 냉장저장 하면서 이화학적 성상과 지방산패도를 검사하였다. 세 가지 종류의 토마토 건조 분말을 첨가한 처리구와 대조구(CTL) 간의 pH 및 명도에는 차이는 없었으나, 불용성 분말을 첨가한 처리구(TRT3)만이 대조구보다 유의적으로 높은 적색도를 보였으며($p < 0.05$), 각 토마토 건조분말을 첨가한 처리구 모두 대조구보다 유의적으로 높은 황색도를 보였다($p < 0.05$). 그 중에서도 TRT3이 가장 높은 황색도를 나타냈다. 지방산패도를 측정하기 위해 수행한 TBARS 결과, 세 가지 종류의 토마토 건조 분말을 첨가한 처리구 모두 생성된 malondialdehyde(MDA) 함량이 무 첨가구인 CTL보다는 낮았고($p < 0.05$), butylated hydroxytoluene(BHT)를 첨가한 REF와는 차이가 없는 결과를 나타내어, 지방산화를 효과적으로 억제하였음을 확인하였다. 미생물 검사 결과 7일 경과 후 미생물의 증식이 급격히 나타났으며, 처리구에 따른 총균수 및 대장균균수의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과를 바탕으로 토마토 건조 분말이 육제품에 적용되어 인공합성 항산화제를 대체할 수 있는 천연 항산화제로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. AOCS (1987) Official methods of analysis, 14th ed. The Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Champaign, Illinois, Cd 12-57.
2. Arab, L. and Steck, S. (2000) Lycopene and cardiovascular disease. *Am. J. Clin. Nutr.* **71**, 1691-1695.
3. Bauman, R. W. (2004) Microbiology. Brief ed, Pearson Benjamin Cummings, San Francisco, CA, p. 38.
4. Ben-Amotz, A. and Fisher, R. (1997) Analysis of carotenoids with emphasis on 9-*cis* β -carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. *Food Chem.* **62**, 515-520.
5. Candogan, K. (2002) The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. *Eur. Food Res. Technol.* **215**, 305-309.
6. Chin, K. B., Kim, K. H., and Lee, H. C. (2006) Physicochemical and textural properties, and microbial counts of meat products sold at Korean markets. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 98-105.
7. Deda, M. S., Bloukas, J. G., and Fista, G. A. (2007) Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Sci.* **76**, 501-508.
8. Folch, J., Lees, M., and Stanley, G. H. S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
9. Garcia, M. L., Calvo, M. M., and Selgas, M. D. (2009) Beef hamburgers enriched in lycopene using dry tomato peel as an ingredient. *Meat Sci.* **83**, 45-49.
10. Gartner, C., Stahl, W., and Sies, H. (1997) Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. *Am. J. Clin. Nutr.* **66**, 116-122.
11. Giovannucci, E., Rimm, E. B., Liu, Y., Stampfer, M. J., and Willett, W. C. (2002) A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *J. Natl. Cancer I.* **94**, 391-398.
12. Hakala, S. H. and Heinonen, I. M. (1993) Chromatographic purification of natural lycopene. *J. Agric. Food Chem.* **42**, 1314-1316.
13. Hart, D. J. and Scott, K. J. (1995) Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chem.* **54**, 101-111.
14. Janero, D. (1990) Malondialdehyde and thiobarbituric acid reactivity as diagnostic indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury. *Free Radic. Biol. Med.* **9**, 515-540.
15. Kim, I. S., Jin, S. K., Nam, S. H., Nam, Y. W., Yang, M. R., Min, H. S., and Kim, D. H. (2008) Effect of hot-air dried tomato powder on the quality properties of pork patties during cold storage. *J. Anim. Sci. Tech.* **50**, 255-264.
16. Lavelli, V., Peri, C., and Rizzolo, A. (2000) Antioxidant activity of tomato products as studied by model reactions using xanthine oxidase, myeloperoxidase, and copper-induced lipid peroxidation. *J. Agric. Food Chem.* **48**, 1442-1448.

17. Lea, C. H. (1952) Methods for determining peroxide in lipids. *J. Sci. Food Agric.* **3**, 586-594.
18. Liu, J., Yeo, H. C., Daniger, S. J., and Ames, B. N. (1997) Assay of aldehydes from lipid peroxidation: Gas chromatography-mass spectrometry compared with thiobarbituric acid. *Anal. Biochem.* **245**, 161-166.
19. Mascio, P. D., Kaiser, S., and Sies, H. (1989) Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Arch. Biochem. Biophys.* **274**, 532-538.
20. Østerlie, M. and Lerfall, J. (2005) Lycopene from tomato products added minced meat: Effect on storage quality and colour. *Food Res. Int.* **38**, 925-929.
21. Shi, J. (2002) Lycopene: Biochemistry and functionality. *Food Sci. Biotechnol.* **11**, 574-581.
22. 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. Jpn. Oil Chem. Soc.* **26**, 259-267.
23. SPSS (2008) SPSS 17.0 for Windows. SPSS, Inc., USA.
24. Tonucci, L. H., Holden, J. M., Beecher, G. R., Khachik, F., Davis, C. S., and Mulokozi, G. (1995) Carotenoid content of thermally processed tomato-based food products. *J. Agric. Food Chem.* **43**, 579-586.
25. van het Hof, K. H., de Boer, B. C. J., Tijburg, L. B. M., Lucius, B. R. H. M., Zipp, I., West, C. E., Hautvast, J. G. A. J., and Westrade, J. A. (2000) Carotenoid bioavailability in humans from tomatoes processed in different ways determined from the carotenoid response in the triglyceride-rich lipoprotein fraction of plasma after a single consumption and in plasma after four days of consumption. *J. Nutr.* **130**, 1189-1196.
26. Yilmaz, I., Simsek, O., and Isikli, M. (2002) Fatty acid composition and quality characteristics of low-fat cooked sausage made with beef and chicken meat, tomato juice and sunflower oil. *Meat Sci.* **62**, 253-258.
27. 전도근, 안미숙, 이현숙(2005) 3색 파워 푸드 토마토, 마늘, 녹차. 성안당, pp. 32-34.

(Received 2011.3.26/Revised 2011.5.4/Accepted 2011.6.3)