



튀김용 돈지의 열산화 안정성에 미치는 β -Carotene의 효과

한규호 · 박표잠¹ · 전병태² · 박우준³ · 이치호*

건국대학교 축산식품생물공학과 · ¹건국대학교 생명공학과 · ²건국대학교 한국농용연구센터 · ³미국 소맥협회

Effects of β -Carotene on the Thermal Oxidation Stability of Deep Fried Lard

Kyu-Ho Han, Pyo-Jam Park¹, Byung-Tae Jeon², Woo-Joon Park³, and Chi-Ho Lee*

Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University

¹Department of Biotechnology, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea

²Korea Nokyong Research Center, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea

³U.S. Wheat Associates Inc., Seoul 110-755, Korea

Abstract

This study was designed to investigate the effects of β -carotene on the heat oxidation stability of deep fried lard with different heating temperature. Commercially purchased β -carotene was used to this experiment. β -carotene was added to the deep fried lard at final concentration of 0 %, 0.001 % and 0.004 % (wt/wt, fat basis). Total plate count, peroxide value, acid value, and TBA(thiobarbituric acid) values of the samples were determined regularly at 50 °C during 15 days. The results of the study are as follows: The number of microorganism was decreased by β -carotene added to the deep fried lard. Deep fried lard with 0.004 % β -carotene have higher antioxidative effect than those of control and 0.001 % treated group. Peroxide and TBA values were significantly ($P<0.05$) decreased in all samples by added β -carotene at 0.004 %. Antioxidative effect increased with increasing concentration of β -carotene. These results suggest that β -carotene might inhibit the growth of microorganisms and retard lipid oxidation in the deep fried lard.

Key words : β -carotene, deep fried lard, thermal oxidation, peroxide value, TBA, antioxidant

서 론

β -Carotene은 자연계에 존재하는 4,500여종의 카로티노이드의 일종으로 생체 내에서는 비타민 A로 전환되는 프로비타민 A이다. 비타민 A는 세포 분화와 시각 기능의 유지를 위해 필수적인 역할을 하고 있으며, 최근에는 암 발생을 억제하는 것으로 알려져 있다(Ziegler, 1989; Krinsky, 1989).

Haumann(1990)은 β -carotene이 활성 산소를 소거할 수 있는 능력을 가지고 있기 때문에 유리기 (free radical)의 발생을 저지하여 세포막의 손상과 피사를 방지함으로써 강력한

항산화 작용을 나타내며, 토코페롤에 비하여 100배나 높은 유리기 소거능력을 가지고 있다고 보고하였다. 또한, 토코페롤은 내열성이 강하나 상대적으로 고가이고 합성항산화제에 비하여 항산화력이 약하며 특히, 식물성 기름에서는 항산화 효과가 낮은 등의 단점이 있어 식품에서 효과를 보기 어렵다.

Lim 등(1994)은 유지는 가수분해 및 중합 등에 의해서 저장 중 변질이 일어나는데, 그 중에서도 산화에 의한 산패는 유지 및 유지를 이용한 식품의 변질에 가장 중요한 요인이 되고 있으며 이를 억제하여 저장성을 향상시킬 수 있는 항산화제를 개발하기 위한 연구가 수행되었다.

Chen 등(1988), Atsuko 등(1998)은 β -carotene은 열에 의해 *trans*- β -carotene에서 9-*cis*- β -carotene, 13-*cis*- β -carotene 및 15-*cis*- β -carotene으로 전환되는 것으로 보고되고 있는데, 이는 가열시간이 적어도 10분 이상이 지난 상태에서 나타나는

* **Corresponding author** : Chi-Ho Lee, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: +82-2-450-3681, Fax: +82-2-453-1948, E-mail: leech@konkuk.ac.kr

것으로 보고된 바 있다.

돈지는 고도의 불포화지방산인 리놀렌산의 함량이 많기 때문에 영양상으로 보았을 때는 좋은 점이 있으나 산화되기 쉬운 결점이 있어 튀김용 등에 사용할 때는 가벼운 수소 첨가 또는 항산화제를 첨가하면 산화를 방지할 수 있다. 돈지의 산패 문제는 일차적으로 튀김 과정 중 유리지방산의 형성 및 카아보닐 화합물 등의 형성 등이 문제가 되며 이차적으로는 자동산화에 의한 과산화물의 형성, 분해 및 중합 과정 중에 일어나는 산패가 문제되고 있다(Chipault *et al.*, 1952, Hou-been, 2000, Poh *et al.*, 2000). 하지만 돈지의 튀김과정 중의 β -carotene의 열 산화 방지 작용에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 실험에서는 돈지에 β -carotene을 0 %, 0.001 % 및 0.004 % 수준으로 첨가한 후 가열 온도를 80℃, 130℃ 및 180℃로 설정한 후 50℃에 저장하면서 3일 간격으로 일반 총균수, 산가, 과산화물가 및 TBA가 등을 측정하여 돈지의 열 안정성에 미치는 β -carotene 효과를 알아보기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

재 료

시료 제조 시 사용한 돈지는 복부지방에서 채취한 것으로 냉동상태로 저장된 것을 사용하였다. 또한, 본 실험에 사용한 β -carotene은 Sigma (St. Louis, MO., USA)사의 제품으로 *trans*- β -carotene이었다. 이 β -carotene은 동량의 에탄올로 녹인 후 돈지에 첨가시켰다.

방 법

1) 시료 준비

냉동 상태의 돈지를 1 kg씩 분리한 후에 0 %, 0.001 % 및 0.004 % 수준으로 β -carotene을 첨가하였다. 각각의 돈지를 250 mL로 정량한 후 80 ℃, 130 ℃ 및 180 ℃의 온도대별로 2분간 열처리하였다. β -carotene이 광선에 의해 쉽게 파괴되므로 갈색병에 넣어 50 ℃ incubator에 보관하였다.

2) 일반 총 균수 검사(Total Plate Count Test)

시료(돈지)를 homogenizer(Ultra-Turrax T25-S1, IKA-labor-technik, germany)를 이용하여 8,000 rpm에서 10초간 처리한 후 배양액 10 g을 취하여 희석한 후 표준평판 한천배지(Difco, Sparks, MD, USA)에 평판 주가 법으로 접종하고 이때 각 시료 당 2회로 하였다. 37±1 ℃에서 48시간 배양 후 생성된 집락수를 계수하였다. 이 때 나타난 집락수를 colony-forming unit(cfu/g)으로 표시하였다.

3) 과산화물가(Peroxide Value)의 측정

250 mL의 유리마개가 있는 삼각플라스크에 시료 10 g을 취하여 Acetic acid-chloroform solution 30 mL를 가하여 시료가 용해될 때까지 흔들어 주고 KI포화 용액 0.5 mL를 가하였다. 이 용액을 교반하면서 정확히 1분후 증류수 30 mL를 가하고, 0.1N과 0.01N solution thiosulfate로 적정하였다(AOAC, 1995).

$$\text{Peroxide Value} = \frac{S \times N \times 1000}{\text{Weight of Sample}}$$

S: Titration volumes of Samples

N: Normal concentration of sodium thiosulfate solution

4) 산가(Acid Value)의 측정

먼저 25 mL 에테르, 25 mL 에탄올(95 %)과 0.3 mL 페놀프탈레인용액(1 %)을 준비한 후 혼합하였다. 이렇게 준비한 시약을 300 mL 삼각 플라스크에 넣고 시료 8 g을 넣고 0.1 mL 페놀프탈레인을 넣어서 혼합시켜준 후 0.1N-KOH로 적정하였다(AOAC, 1995).

$$\text{Acid Value} = \frac{\text{Titration Volume} \times 5.61}{\text{Weight of Sample}}$$

5) TBA가(Thiobarbituric Acid)의 측정

TBA는 Salih 등(1987)의 추출법을 약간 변형하여 실시하였다. 시료 2 g을 3.86 % 과염소산 용액 18 mL와 butylated hydroxy anisol(BHA)용액 0.5 mL를 넣고 균질화시킨 후 여과하여 그 여액의 5 mL를 취하여 200 mM TBA 5 mL를 혼합한 후 100 ℃ 끓는 물에서 35분간 진탕하고 531 nm에서 흡광도를 측정하였다. TBA수치는 mg malonaldehyde/kg으로 나타내었다.

$$\text{TBA(mg/kg)} = \text{O} \cdot \text{D value at 531 nm} \times 6.2$$

O · D value : optical density

통계처리

본 실험의 결과는 SAS(Statistical Analysis System, 1997)를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리 평균 간의 유의성 검정($P < 0.05$)은 Duncan의 다중검정 방법으로 95 %의 유의수준에서 유의적인 차이를 비교하였다.

결과 및 고찰

일반 총 균수 검사

Table 1은 0 %, 0.001 %, 0.004 %의 β -carotene을 첨가한

Table 1. Changes of the total plate count by β -carotene addition to the lard during storage at 80 °C, 130 °C, 180 °C (Unit : CFU/g)

Temp.	Sample	Storage period (days)				
		3	6	9	12	15
80 °C	Con*	**2.0×10 ⁴	3.0×10 ⁴	4.8×10 ⁴	5.4×10 ⁵	6.4×10 ⁵
	P-1	1.1×10 ⁴	2.1×10 ⁴	2.6×10 ⁴	2.1×10 ⁵	3.3×10 ⁵
	P-2	1.1×10 ²	2.1×10 ²	3.3×10 ³	4.3×10 ³	4.1×10 ³
130 °C	Con	2.7×10 ⁵	3.9×10 ⁵	6.2×10 ⁵	6.9×10 ⁵	7.2×10 ⁵
	P-1	1.4×10 ⁴	1.4×10 ⁴	1.5×10 ⁴	2.3×10 ⁴	8.1×10 ⁴
	P-2	3.7×10 ¹	1.5×10 ³	4.3×10 ³	6.0×10 ³	3.3×10 ⁴
180 °C	Con	0.9×10 ²	1.6×10 ²	2.4×10 ²	4.0×10 ²	6.5×10 ²
	P-1	0.7×10 ²	1.1×10 ²	1.4×10 ²	1.5×10 ²	2.0×10 ²
	P-2	0.1×10 ²	0.1×10 ²	0.1×10 ²	0.2×10 ²	1.0×10 ²

* Con, P-1 and P-2 mean the contents of β -carotene added to the lard at levels of 0 %, 0.001 %, 0.004 %.

** Values are means \pm standard deviation (duplicate).

돈지를 80 °C, 130 °C 및 180 °C의 온도대별로 유열처리 한 후 β -carotene의 첨가량을 0 %, 0.001 % 및 0.004 % 처리하여 50 °C의 저장기간 동안에 총 균수의 변화를 나타내었다.

그 결과 시료 조사 시 80 °C, 130 °C 및 180 °C의 온도대별로 유열처리를 통하여 균의 증식이 억제됨을 알 수 있었다. 80 °C에서 β -carotene의 첨가에 따라 0 %, 0.001 %, 0.004 %에 대해 6.4×10⁵ CFU/g, 3.3×10⁵ CFU/g 및 9.1×10³ CFU/g으로 나타났으며 130 °C 및 180 °C에서도 이와 유사한 결과를 나타내었다. 따라서 각 온도대별로 β -carotene의 농도가 증가할수록 총 균수의 저해 효과가 높다는 것을 알 수 있었다. 온도대별로 80 °C, 130 °C 및 180 °C 처리 군에서 균의 성장 저

해를 크게 나타내었다. β -Carotene의 첨가량에 있어서는 0 %, 0.001 %군에 비해 0.004 % 처리 군에서 현저하게 총 균수의 성장을 저해시키는 결과를 나타내었다. 특히, β -carotene의 첨가 0.001 %군에 비해 β -carotene 0.004 % 처리 군에서 현저하게 총 균수의 성장을 저해시키는 결과를 나타내었다. 따라서 저장 기간 동안 미생물의 생육에 있어 β -carotene은 균의 증식의 억제에 효과적인 것으로 사료되었다.

단지 저장기간이 길어질수록 돈지의 오염이 심해지며 β -carotene의 분해가 일어나 저장기간이 길어질수록 대조군과 β -carotene 처리 군과의 차이가 작아지는 경향이 있으나, β -carotene의 첨가가 저장 기간 중 산화를 방지하는 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 1995; Choe and Cha, 1998; Banias, 1992; Liu and Chen, 1998).

과산화물가(Peroxide Value)의 측정

과산화물가는 유지의 초기 자동 산화의 정도를 나타내는 것으로 돈지를 고온 가열 처리 후 저장 기간에 따른 0 %, 0.001 % 및 0.004 %의 β -carotene을 첨가한 돈지의 저장기간에 따른 온도대별 과산화물가를 측정된 결과를 Table 3에 나타내었다. 대조군 및 β -carotene 처리 군 모두 온도대별로 80 °C, 130 °C 및 180 °C 처리 군에서 저장 기간 15일 간의 변화는 시간이 지날수록 과산화물가가 유의하게($p < 0.05$) 증가하는 현상을 나타내었다. 이러한 과산화물가는 기간이 경과함에 따라 증가하였으나 저장 기간의 경과에 따라 대조군에 비해 β -carotene 0.001 % 및 0.004 %를 첨가한 처리 군에서 낮은 과산화물가를 나타내는 경향이었으며, β -carotene 0.004 %를 첨가한 처리군은 대조군 및 β -carotene 0.001 % 처리 군에 비해 유의하게($p < 0.05$) 낮은 과산화물가를 나타내었다. 지금

Table 2. Effects of β -carotene added to the lard on the peroxide value during storage at 80 °C, 130 °C, 180 °C (Unit : meq/kg)

Temp.	Sample	Storage period (days)				
		3	6	9	12	15
80 °C	Con*	**0.53±0.04 ^{x,a}	1.64±0.20 ^{x,b}	3.96±0.23 ^{x,c}	5.42±0.26 ^{x,d}	8.56±0.19 ^{x,e}
	P-1	0.46±0.03 ^{x,a}	0.84±0.23 ^{x,b}	2.65±0.27 ^{xy,c}	4.27±0.17 ^{xy,d}	6.41±0.23 ^{xy,e}
	P-2	0.43±0.02 ^{x,a}	0.80±0.21 ^{x,b}	1.67±0.17 ^{y,c}	2.85±0.21 ^{y,d}	3.79±0.21 ^{y,e}
130 °C	Con	0.7±0.02 ^{x,a}	1.82±0.22 ^{x,b}	4.87±0.24 ^{x,c}	7.52±0.30 ^{x,d}	10.48±0.26 ^{x,e}
	P-1	0.64±0.02 ^{x,a}	1.53±0.30 ^{xy,b}	2.72±0.25 ^{y,c}	6.05±0.21 ^{xy,d}	7.84±0.28 ^{xy,e}
	P-2	0.60±0.04 ^{x,a}	1.07±0.17 ^{y,b}	2.01±0.27 ^{y,bc}	3.74±0.21 ^{y,cd}	5.72±0.17 ^{y,e}
180 °C	Con	1.58±0.01 ^{x,a}	3.91±0.21 ^{x,ab}	5.84±0.31 ^{x,bc}	9.25±0.31 ^{x,d}	12.44±0.44 ^{x,e}
	P-1	0.76±0.07 ^{xy,a}	2.98±0.17 ^{x,b}	4.25±0.26 ^{xy,bc}	7.08±0.40 ^{xy,cd}	9.51±0.23 ^{y,de}
	P-2	0.41±0.06 ^{y,a}	0.38±0.30 ^{x,ab}	3.27±0.28 ^{y,c}	5.06±0.21 ^{y,cd}	7.52±0.21 ^{y,de}

^{a,b,c,d,e} : Value with different superscript with same row are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

^{x,y} : Value with different superscript with same column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

* Con, P-1 and P-2 mean the contents of β -carotene added to the lard at levels of 0 %, 0.001 %, 0.004 %.

** Values are means \pm standard deviation (duplicate).

까지도 산패가 발생하지 오래된 유지와 지방질 식품의 산패 방지에 β -carotene의 첨가가 과산화물가를 낮게 해주는 것으로 알려져 있다(Choe *et al.*, 1998, Banias *et al.*, 1992, Liu *et al.*, 1998). 따라서 가열 산화에 β -carotene의 열산화 방지 효과가 큰 것으로 사료되었다.

산가(Acid Value)의 측정

Table 3은 돈지를 80 °C, 130 °C 및 180 °C의 온도대별로 유열처리 한 후 β -carotene의 첨가량을 0 %, 0.001 % 및 0.004 % 처리하여 50 °C에서 15일간 저장기간 중 산가의 변화 결과를 나타내었다. 대조군 및 β -carotene 처리 군 모두 온도대별로 80 °C, 130 °C 및 180 °C처리 군에서 저장 기간 15 일 간의 변화는 시간이 지날수록 산가가 유의하게 ($P<0.05$) 증가하는 결과를 나타내었다. 산가는 저장 기간이 경과할수록 증가하였으나 대조군에 비해 β -carotene 0.001 % 및 0.004 %를 첨가한 처리 군에서 시간 경과에 따라 낮은 산가를 나타내는 경향이었으며, 130 °C와 180 °C의 온도에서 저장기간 9일째인 β -carotene 0.001 % 및 0.004 %를 첨가한 처리군은 대조군에 비해 유의하게 ($P<0.05$) 낮은 산가를 나타내었다. 이러한 결과는 저장 15일째에도 같은 경향을 나타내었다. β -carotene을 첨가한 시료와 첨가하지 않은 시료간의 산가 차이를 통해 온도대별로 80 °C에 비해 130 °C와 180 °C의 온도에서 β -carotene의 항산화 효과가 유의하게 ($P<0.05$) 크게 나타났다. 130 °C에 비해 180 °C의 온도에서 β -carotene의 항산화 효과가 더 작게 나타났다. 특히, 130 °C의 경우 β -carotene을 첨가한 시료가 대조군에 비해 산가가 유의하게 낮아지는 점으로 미루어 130 °C에서 β -carotene이 돈지에서 발생하는 지질의 산패를 억제하는 항산화 효과가 있음을 알 수 있었

다. 따라서 본 실험을 통해서 β -carotene 이 열에 안정한 온도 범위가 130 °C 이하의 온도라는 것을 알 수 있었으며 그 이상의 온도에서는 자체가 가지고 있는 항산화 능력이 상실된다는 것을 알 수 있었다. 따라서 130 °C이하의 온도범위에서는 열에 의하여 발생하는 지질의 산패 원인의 한 요인인 가열 산화를 억제하는데 있어 β -carotene이 많은 역할을 한다고 할 수 있으며 그 이상의 온도범위에서는 β -carotene의 분해로 인하여 그 항산화능력 상실된다는 것을 알 수 있다.

TBA가(Thiobarbituric Acid)의 측정

지질속의 말론 알데히드의 생성을 통해 지질의 산패도 및 풍미의 저하 그리고 산패 취 발생에 대한 척도로 이용되고 있다.

돈지를 80 °C, 130 °C 및 180 °C의 온도대별로 유열처리 한 후 0 %, 0.001 % 및 0.004 %의 β -carotene을 첨가한 돈지의 15일의 저장기간에 따른 TBA가를 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. 대조군 및 β -carotene 처리 군 모두 온도대별로 80 °C, 130 °C 및 180 °C처리 군에서 저장 기간 15 일 간의 변화는 시간이 지날수록 TBA가가 증가하는 경향을 나타내었으나, 유의차는 없었다.

대조군에 비해 β -carotene 0.001 % 및 0.004 %를 첨가한 처리 군에서 시간 경과에 따라 낮은 TBA가를 나타내는 경향이었으며, 저장기간 15일째에는 β -carotene 0.001 % 및 0.004 % 첨가한 처리 군이 대조군에 비해 유의하게 ($P<0.05$) 낮은 값을 나타내었다. 80 °C, 130 °C 및 180 °C 온도대별로 거의 유의차를 보이지 않음으로써 가열 산화에 의한 산패보다는 β -carotene에 의한 항산화 능력이 더 크게 작용했음을 시사하고 있다. Kim 등(1995), Lee (1990), Min (1999)은 가열 산화

Table 3. Effects of β -carotene added to the lard on the acid value during storage at 80 °C, 130 °C, 180 °C

Temp.	Sample	Storage period (days)				
		3	6	9	12	15
80°C	Con*	**0.95±0.03 ^{x,a}	0.86±0.05 ^{x,ab}	1.87±0.11 ^{x,c}	2.23±0.20 ^{x,d}	2.71±0.20 ^{x,e}
	P-1	0.95±0.05 ^{x,a}	1.02±0.06 ^{x,a}	1.73±0.12 ^{x,c}	1.92±0.10 ^{x,cd}	2.74±0.21 ^{x,e}
	P-2	0.94±0.03 ^{x,a}	1.02±0.07 ^{x,a}	1.45±0.15 ^{x,c}	1.86±0.15 ^{x,d}	2.52±0.27 ^{x,e}
130°C	Con	0.70±0.04 ^{x,a}	0.82±0.07 ^{x,ab}	1.65±0.11 ^{x,c}	1.95±0.10 ^{x,d}	2.92±0.13 ^{x,e}
	P-1	0.84±0.01 ^{x,a}	0.99±0.10 ^{x,a}	0.98±0.09 ^{y,a}	1.06±0.09 ^{y,a}	1.29±0.12 ^{y,a}
	P-2	0.98±0.06 ^{x,a}	1.02±0.02 ^{x,a}	1.09±0.09 ^{y,a}	1.17±0.10 ^{y,ab}	1.44±0.11 ^{y,b,e}
180°C	Con	0.72±0.04 ^{x,a}	0.74±0.04 ^{x,a}	1.99±0.13 ^{x,a}	0.84±0.09 ^{x,a}	1.68±0.10 ^{x,e}
	P-1	0.84±0.05 ^{x,a}	0.94±0.06 ^{x,ab}	0.89±0.07 ^{y,ab}	1.01±0.10 ^{x,ab}	1.17±0.12 ^{y,bc}
	P-2	0.88±0.06 ^{x,a}	1.01±0.10 ^{x,ab}	1.00±0.09 ^{y,ab}	0.98±0.06 ^{x,ab}	1.20±0.17 ^{y,bc}

^{a,b,c,d,e} : Value with different superscript with same row are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

^{x,y} : Value with different superscript with same column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

* Con, P-1 and P-2 mean the contents of β -carotene added to the lard at levels of 0 %, 0.001 %, 0.004 %.

** Values are means \pm standard deviation (duplicate).

Table 4. Effects of β-carotene added to the lard on the TBA value during storage at 80 °C, 130 °C, 180 °C (Unit : mg/kg)

Temp.	Sample	Storage period (days)				
		3	6	9	12	15
80°C	Con *	**0.38±0.02 ^{x,a}	0.40±0.02 ^{x,a}	0.42±0.03 ^{x,a}	0.46±0.01 ^{x,a}	0.53±0.03 ^{x,a}
	P-1	0.37±0.02 ^{x,a}	0.39±0.27 ^{x,a}	0.41±0.09 ^{x,a}	0.46±0.02 ^{x,a}	0.50±0.02 ^{xy,a}
	P-2	0.37±0.02 ^{x,a}	0.43±0.21 ^{x,a}	0.44±0.02 ^{x,a}	0.46±0.02 ^{x,a}	0.47±0.21 ^{y,a}
130°C	Con	0.37±0.01 ^{x,a}	0.38±0.02 ^{x,a}	0.39±0.01 ^{x,a}	0.43±0.03 ^{x,a}	0.50±0.02 ^{x,a}
	P-1	0.37±0.02 ^{x,a}	0.37±0.02 ^{x,a}	0.39±0.02 ^{x,a}	0.42±0.02 ^{x,a}	0.49±0.03 ^{y,a}
	P-2	0.37±0.02 ^{x,a}	0.38±0.01 ^{x,a}	0.38±0.02 ^{x,a}	0.38±0.01 ^{x,a}	0.39±0.02 ^{y,a}
180°C	Con	0.39±0.01 ^{x,a}	0.42±0.01 ^{x,a}	0.42±0.01 ^{x,a}	0.44±0.02 ^{x,a}	0.45±0.02 ^{x,a}
	P-1	0.37±0.02 ^{x,a}	0.39±0.02 ^{x,a}	0.39±0.02 ^{x,a}	0.40±0.02 ^{x,a}	0.41±0.01 ^{xy,a}
	P-2	0.38±0.01 ^{x,a}	0.39±0.01 ^{x,a}	0.39±0.03 ^{x,a}	0.39±0.03 ^{x,a}	0.39±0.03 ^{y,a}

^{a,b,c,d,e} : Value with different superscript with same row are significantly different (p<0.05) by Duncun's multiple range test.

^{xy} : Value with different superscript with same column are significantly different (p<0.05) by Duncun's multiple range test.

* Con, P-1 and P-2 mean the contents of β-carotene added to the lard at levels of 0 %, 0.001 %, 0.004 %.

** Values are means ± standard deviation (duplicate).

된 유지의 TBA가와 가열시간과의 상관관계가 크지 않음을 보고하고 있어 가열 산화 된 유지의 품질측정법으로 저장 기간에 따른 TBA가의 측정법의 적합성에 대한 연구가 더 필요 할 것으로 사료되었다. 따라서 저장 15일째에는 80 °C, 130 °C 및 180 °C 온도대별로 β-carotene의 첨가 군이 대조군보다 유의하게 낮은 TBA가를 나타냄으로써 β-carotene의 열 산패 방지 작용이 있는 것으로 사료되었다.

요 약

본 연구는 80 °C, 130 °C 및 180 °C 온도대별로 유열 처리한 돈지에 0 %, 0.001 % 및 0.004 %의 수준으로 β-carotene을 첨가한 후 50 °C에서 15일간 보관시키면서 β-carotene 총의 열 산화 안정성을 알아내기 위하여 총 균수검사, 과산화물가 (Peroxide value), 산가(Acid value) 및 TBA가를 측정하여 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 미생물 총 균수 실험에서 β-carotene의 첨가량이 0 %, 0.001 % 및 0.004 %로 증가함에 따라 균의 증식이 현저하게 억제되었다. 온도대별로 180 °C 처리 군에서는 저장기간이 길어질수록 총 균수가 증가하는 경향을 나타내었으나, 80 °C 및 130 °C 처리 군에서는 저장 기간이 길어질수록 총 균수가 현저하게 증가하였다.
- 2) 과산화물가의 측정 실험에 β-carotene의 첨가량이 0.004 %일 때가 0 %, 0.001 %에 비해 유의하게 (P<0.05) 낮은 값을 나타냈다.
- 3) 산가의 측정실험에서 저장기간이 길어지면서 β-carotene의 첨가량이 증가할수록 항산화 능력과는 정의 상관관계를 나타냈다. β-Carotene의 첨가량이 0.004 %일

때가 0 %, 0.001 %에 비해 유의하게 (P<0.05) 낮은 값을 나타냈다.

- 4) TBA가 측정실험에서 대조군과 시료와의 비교에서 온도가 증가함에 따라 값이 상승하는 경향을 나타냈으며, 저장 기간 15일 째 β-carotene의 첨가량이 0.001 % 및 0.004 % 처리 군이 대조군에 비해 유의하게 (P<0.05) 낮은 값을 나타냈다.

따라서 유열처리 한 돈지에 0.004 % β-carotene을 첨가하면 열 산화 방지에 매우 효과적인 것으로 사료되었다.

감사의 글

이 논문은 2005년도 건국대학교 학술진흥연구비 지원에 의한 논문임.

참고문헌

1. AOAC (1995) Official Methods of analysis. 15th ed, Association Official Analytical Chemists, Washington, DC, pp. 969.
2. Atsuko, K, Yasuo, A., and Tatsuyuki, S. (1998) Antioxidant activities of edible plants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* **35**, 828.
3. Baniyas, C. (1992) The effect of primary antioxidants and synergists on the activity of plant extracts in lard. *JAOCS* **69**, 6.
4. Chen, B. H. and Huang. J. H. (1998) Degradation and isomerization of chlorophyll a and β-carotene as affected

- by various heating and illumination treatments. *Food Chemistry* **62**, 299.
5. Chipault, J. R., Mizuno, G. R., Hawkins, J. M., and Lundberg, W. O. (1952) The antioxidant properties of natural spices. *Food Res.* **17**, 46.
 6. Choe, E. O. and Cha, J. H. (1998) Lipid oxidative stability of dried, oiled and toasted laver as affected by β -carotene and chlorophyll. *Food Sci. Biotechnol.* **7**, 60.
 7. Haumann, B. F. (1990) Antioxidants, firms seeking products they can label as 'natural'. *INFORM*, **1**, 1002.
 8. Houbeen, J. H. (2000) Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. *Meat Sci.* **55**, 331.
 9. Kim, M., Rhee, S. K., and Cheigh, H. S. (1995) Effect of tocopherols and carotene on the oxidation of linoleic acid mixture in the solid model system. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **24**, 60.
 10. Krinsky, N. I. (1989) Carotenoids and cancer in animal models. *J. Nutr.* **119**, 123.
 11. Lee, Y. C. (1990) Method of rancidity of edible fats and oils. *Korea Food Research Institute* **7**, 20.
 12. Lim, D. K., Choi, U., Shin, D. W., and Jeong, Y. S. (1994) Antioxidative effect of propolis extract on palm oil and lard. *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**, 622.
 13. Liu, M. H. and Chen, B. H. (1998) Relationship between chlorophyll α and β -carotene in a lipid-containing model system during heating. *Food Chem.* **61**, 41.
 14. Min, J. S. (1999) Effects of electron beam radiation on the microflora and sensory characterization of pork loin. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 746.
 15. Poh, B. C. and Seong, P. G. (2000) Antioxidative/Anti-microbial effects of galangal and α -Tocopherol in minced beef. *J. Food Protec.* **63**, 404.
 16. Salish, A. M. and Smith, D. M., Price, J. F., and Dawson, L. E. (1987) Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. *Poultry Sci.* **66**, 1483.
 17. SAS (1997) SAS/STAT Software for PC. User's Guide, SAS institute Inc., Cary, NC, USA.
 18. Ziegler, R. G. (1989) A review of epidemiologic evidence that risk of cancer. *J. Nutr.* **116**, 119.

(2005. 4. 8. 접수 ; 2005. 10. 13. 채택)