

식물 소재 첨가가 분쇄 돈육의 육색 및 지방 산화에 미치는 영향

최민희·정해정[†]

대진대학교 식품영양학과

Effects of Natural Plant Materials on Color and Lipid Oxidation of Ground Pork

Min-Hee Choi and Hai-Jung Chung[†]

Dept. of Food Science and Nutrition, Daejin University, Kyeonggi 487-711, Korea

Abstract

The principal objective of this study was to assess the effects of the addition of natural plant materials on the color and lipid oxidation of ground pork. Ground pork was blended with 0.3% (w/w) of cactus, fennel seed, orange peel, and rosemary, respectively, and stored for 8 days at 2°C. The pH, meat color, thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values, and metmyoglobin (MetMb) contents were measured. A gradual increase in pH was noted with increases in the storage time. The Hunter a (redness) value decreased until 6 days of storage, and evidenced no noticeable changes thereafter, and the cactus evidenced significantly higher a values than other groups over time ($p<0.05$). The TBARS formation was effectively inhibited by the addition of rosemary for 6 days of storage, reflective of strong antioxidative activity ($p<0.05$). The antioxidative activity on the lipid oxidation of cooked pork patties was noted in the following order: rosemary, fennel seed, cactus, and orange peel. The MetMb contents increased according to storage period, and no significant differences were noted among the meat patties.

Key words : Plant materials, color, lipid oxidation, cactus, fennel seed, orange peel, rosemary.

서 론

최근 다양한 종류의 육제품이 대량 생산되고 있고, 식품의 소비 형태도 편이성 위주로 변하면서 미트볼 또는 햄버거 패티 등 분쇄 육가공품의 수요가 증가하고 있는 추세이다. 이러한 육류는 분쇄 및 가열 과정을 거치기 때문에 산화에 대한 안정성이 낮고 저장 시 이취가 발생하여 품질의 저하를 초래하기 쉽다(Whang *et al* 1993). 특히 돈육의 경우는 불포화 지방산의 함량이 우육보다 높기 때문에 분쇄, 가열 처리 및 저장에 의하여 지방 산화가 일어나는 것이 문제점으로 제기되고 있다(Choi *et al* 2002). 식육의 신선도를 편별할 수 있는 가장 중요한 요소는 육색(meat color)이라 할 수 있다. 신선육의 육색 안정성에 대해서는 확실하게 mechanism이 설명되어 있지 않으나, myoglobin의 산화 및 지질 산화가 관계가 있는 것으로 알려지고 있다. 즉, 식육의 색깔은 myoglobin의 화학적 상태에 의해 영향을 받는데, 산소가 없는 상태에서는 암적자색을 나타내고 공기 중의 산소와 결합하면 선명한 적색의 oxymyoglobin이 되며, 시간이 더 경과하면 산화되어 갈색의 metmyoglobin이 된다. 소비자들이 가장 선호하는 육색

은 oxymyoglobin이며, 갈색의 metmyoglobin으로 되면 식육이 오래 되었거나 부패한 것으로 간주하여 구매를 기피하게 된다.

육제품의 지질 산화를 방지하기 위한 방법 중의 하나는 항산화제를 사용하는 것인데, 합성 항산화제는 안전성 문제로 사용이 제한되고 있어서 이를 대체하기 위한 천연 항산화제의 개발이 필요하게 되었다. 향신료, 허브, 천연식물 등은 항산화력을 갖는 phenol 화합물, flavonoid, tannin 등을 함유하고 있어(McCarthy *et al* 2000) 이를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있고(Park & Chin 2007, Tang *et al* 2006, Lopez *et al* 2003, Sanchez-Escalante *et al* 2001, Bekhit *et al* 2002, McCarthy *et al* 2000), 일부는 상품화되어 시판되고 있으나 가격이 높은 것이 단점이라 하겠다. 천연 식물 소재를 이용하는 경우 주출액을 이용할 수도 있으나 식물 소재를 직접 육제품에 첨가한다면 저렴한 가격으로 손쉽게 사용 가능하고 천연 물질이 가지고 있는 식이섬유 등 기타 유용 성분의 효과도 기대할 수 있을 것이다(Jung *et al* 2004).

따라서 본 연구에서는 시중에서 쉽게 구입할 수 있는 천연물질인 백년초, 펜넬시드, 오렌지필, 로즈마리 등을 분말 형태로 직접 돈육에 첨가하고 냉장 저장하면서 육색 및 지방 산화 등 저장성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

[†] Corresponding author : Hai-Jung Chung, Tel : +82-31-539-1861, Fax : +82-31-539-1860, E-mail : hajung@daejin.ac.kr

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 시료는 백년초(cactus, 제주산, 한국), 펜넬시드(fennel seed, McCormick & Co., MD, USA), 오렌지필(orange peel, Herb & Natural Food Co., CA, USA), 로즈마리(rosemary, McCormick & Co., MD, USA)를 시중에서 구입하여 분쇄기(Hanil, FM-909T, Korea)로 분쇄한 후 35 mesh의 체에 내려 분말 상태로 만들어 냉동(-20°C) 보관하여 실험에 이용하였다.

2. 돈육패티 제조

도살한 후 24시간이 지나지 않은 돼지의 뒷다리 부분을 경기도 포천시 소재 정육점에서 구입하여 직경 3.7 mm grinding cutter(Rival 2275WP, USA)로 분쇄한 후 백년초, 펜넬시드, 오렌지필, 로즈마리 등의 분말을 돈육 무게 당 0.3%로 각각 혼합하고, 25 g씩 틀(직경 5 cm×높이 0.5 cm)에 담고 성형하여 패티를 제조하였다. 이를 플라스틱 접시에 담아 polyethylene bag에 넣은 후 냉장 온도(2°C)에서 8일간 저장하면서 2일 간격으로 분석 실험을 실시하였다. 한편, 분쇄 돈육을 냉장 온도에 3일간 저장 후 75°C water bath에서 20분간 가열한 다음 실온에서 30분간 식히고 bag을 교체하여 다시 냉장 저장하면서 가열육의 항산화 효과를 측정하였다.

3. 분쇄 돈육의 pH 측정

분쇄 돈육 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 homogenizer (Omni International Inc., VA, USA)로 30분간 균질화한 후 pH meter (Level II, inoLab, Germany)를 사용하여 pH를 측정하였다.

4. 분쇄 돈육의 표면색도 측정

분쇄 돈육 표면의 색도는 색차계(JX 777, Juki, Japan)를 사용하여 L(Lightness), a (Redness), b (Yellowness) 값을 측정하였다. 한 치리군당 3개의 패티를 사용하였고 한 패티당 각각 다른 지점을 3번 측정하여 이들의 평균값을 산출하였다. 이 때 표준 백색판의 색도값은 L= 98.50, a= 0.07, b= -0.40이었다.

5. 분쇄 돈육의 Thiobarbituric Acid Reactive Substances 측정

분쇄 돈육 10 g에 증류수 25 mL를 가하여 균질화한 후 10% trichloroacetic acid (TCA) 용액 25 mL를 가하여 혼합하고 filter paper (Whatman No. 2)로 여과하였다. 이 여액에서 4 mL를 취하여 60 mM thiobarbituric acid (TBA) 용액 2 mL를 넣고 water bath에서 10분간 가열한 후 실온에서 냉각하여 분광광도계(Smart Plus SP-1900PC, Korea)를 이용하여 532

nm에서 흡광도를 측정하였다. Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)는 mg malonaldehyde/kg meat로 계산하여 나타내었고, 표준곡선으로는 1,1,3,3-tetraethoxypropane(TEP)를 사용하였다(Ouattara *et al* 2002).

6. 분쇄 돈육의 Metmyoglobin 함량 측정

분쇄 돈육 5 g에 0.04 M phosphate buffer(pH 6.8) 50 mL (sample : buffer = 10 : 1)를 넣어 균질화한 후 8,000 rpm에서 원심분리하였다. 상층액을 filter paper(Whatman No. 2)로 여과한 후 Chaijan *et al*(2005)의 방법에 따라 525, 572 및 700 nm에서 흡광도를 측정하여 metmyoglobin(MetMb) 함량을 계산하였다.

7. 통계 처리

본 실험의 자료 분석은 SPSS (Statistical Package for the Social Science, Version 12.0) 통계 프로그램을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 실험군간의 유의성은 Duncan's multiple range test로 검정하였다($p<0.05$).

결과 및 고찰

1. 분쇄 돈육의 pH

식물 소재를 첨가한 분쇄 돈육의 냉장 기간에 따른 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 저장 초기의 pH는 5.56~5.69이었고, 저장 기간이 증가할수록 점차 증가하는 경향을 나타내어 저장 8일에는 6.24~6.36의 범위로 대조구와 첨가구간에 유의적인 차이가 없었다. 이는 조직내 또는 미생물에 존재하는 효소 작용에 의하여 휘발성 염기가 생성되어 pH가 상승한 것이

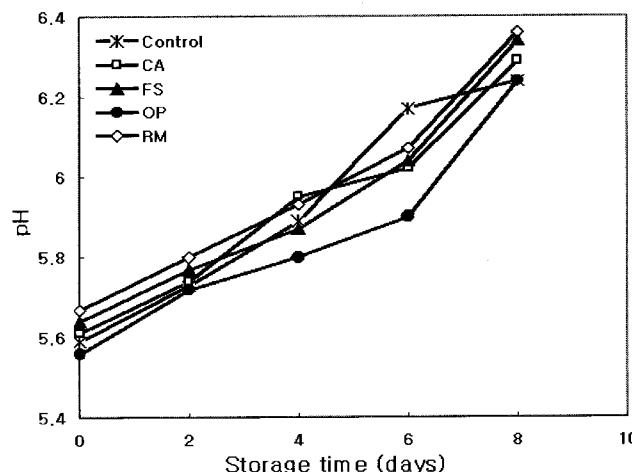


Fig. 1. Changes in pH of raw ground pork added with natural plant materials during storage for 8 days at 2°C. CA: cactus, FS: fennel seed, OP: orange peel, RM: rosemary.

라고 하였다(Chaijan 2005). 쑥 분말을 첨가한 햄의 pH는 저장 기간 동안 감소하다가 저장 8주부터 증가하였다고 보고하였고(Jung *et al* 2004), 단감 분말을 첨가하여 제조한 돈육 패티는 저장 기간에 따라 pH가 감소하였다고 보고하였다(Kim *et al* 2008a). 키토산을 첨가한 양념 우육의 경우에는 저장 기간 동안 모든 시료에서 pH의 변화가 크지 않음을 보고하여(Yoon *et al* 2004) 본 실험과 차이를 보였다. Shin *et al*(1998)은 항산화제가 첨가된 처리구가 대조구와 비교하여 pH에서 유의적인 차이를 나타내지 않는 것은 육제품의 pH에 영향을 주지 않는다는 의미로 첨가물의 기본 조건에 부합되는 것이라고 하였는데, 본 실험에 사용한 식물 소재 첨가구도 대조구와 비교하여 pH 차이가 없는 것으로 볼 때 이 조건에 부합된다고 하겠다.

2. 분쇄 돈육의 표면 색도

식물 소재를 첨가한 생 분쇄 돈육을 냉장 온도에 저장하면서 경시적인 표면 색도 변화를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 명도를 나타내는 L값은 저장 초기에는 49.88~55.22로 시료간에 차이가 없었으나, 저장 기간이 증가함에 따라 대조구의 L값은 꾸준히 증가하여 저장 6일에는 61.03으로 첨가

구의 49.88~55.20보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 그 이후 L값은 감소하기 시작하여 저장 8에는 51.04~58.48의 범위를 나타내어 시료간에 유의적인 차이가 없었다. 적색도를 나타내는 a값은 저장 초기 로즈마리 첨가구가 8.01로 가장 낮았고, 백년초 첨가구가 16.98로 가장 높았다($p<0.05$). 저장 6일까지 적색도는 전체적으로 감소하는 경향을 보여 백년초 첨가구가 13.97로 역시 가장 높은 값을 나타냈고, 그 다음으로 오렌지필, 펜넬시드, 로즈마리 첨가구가 각각 8.07, 7.38, 6.92를 나타냈으며, 대조구가 6.54로 가장 낮게 나타났다. 그 이후 a값은 큰 변화를 보이지 않아 저장 8일에는 6.49~14.69의 범위를 나타내며 백년초 첨가구가 다른 첨가구에 비하여 유의적으로 높은 적색도를 나타냈다($p<0.05$), 이는 백년초의 붉은색이 영향을 준 것이라 하겠다. 황색도를 나타내는 b값은 저장 0일에 오렌지필과 펜넬시드가 각각 12.59, 12.22로 다른 첨가구에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타내었고($p<0.05$), 이러한 경향은 저장 4일까지 지속되었다. 저장 6일 까지 다소 증가하던 b값은 그 이후 감소하기 시작하여 저장 8일에는 모든 첨가구에서 유의적인 차이 없이 10.58~12.72의 값을 나타내었다. Park & Chin(2007)은 복분자즙을 첨가하여 제조한 돈육패티의 냉장 저장에 따른 색도 변화를 살

Table 1. Changes in color of raw ground pork added with natural plants during storage for 8 days at 2°C

Storage days	Groups ¹⁾				
	Control	CA	FS	OP	RM
L	55.22±0.53 ^{a2)}	49.88±3.39 ^a	52.78±1.10 ^a	56.10±1.01 ^a	53.95±0.69 ^a
	57.91±1.10 ^c	52.36±0.01 ^{ab}	53.56±2.31 ^{ab}	55.10±0.58 ^{bc}	51.91±0.40 ^a
	60.54±1.56 ^b	53.03±1.84 ^a	54.77±0.37 ^a	52.38±0.19 ^a	52.02±1.63 ^a
	61.03±1.04 ^d	49.88±1.25 ^a	54.57±1.70 ^{bc}	55.20±0.28 ^c	51.41±1.86 ^{ab}
	58.48±1.68 ^a	51.04±2.95 ^a	57.77±0.13 ^a	55.06±0.98 ^a	53.42±2.54 ^a
a	10.44±0.16 ^b	16.98±1.18 ^c	11.83±0.26 ^b	11.40±0.32 ^b	8.01±0.04 ^a
	8.25±1.13 ^a	16.52±0.50 ^c	10.47±1.20 ^b	11.05±0.17 ^b	7.72±0.11 ^a
	7.98±0.08 ^b	15.04±0.12 ^c	9.53±0.21 ^c	10.42±0.30 ^d	7.30±0.03 ^a
	6.54±0.76 ^a	13.97±1.31 ^b	7.38±0.29 ^a	8.07±0.06 ^a	6.92±0.21 ^a
	6.49±0.04 ^a	14.69±0.57 ^c	7.27±0.11 ^{ab}	7.87±0.86 ^b	6.96±0.33 ^{ab}
b	11.11±0.15 ^a	11.19±0.10 ^a	12.22±0.22 ^b	12.59±0.01 ^b	11.17±0.27 ^a
	11.34±0.55 ^a	11.74±0.27 ^{ab}	12.84±0.30 ^b	14.47±0.46 ^c	12.53±0.65 ^{ab}
	12.40±0.97 ^a	11.50±0.30 ^a	14.39±0.40 ^b	14.03±0.39 ^b	12.09±0.79 ^a
	12.81±0.94 ^a	12.18±0.37 ^a	13.11±0.32 ^a	14.24±0.43 ^a	13.27±0.25 ^a
	10.64±0.13 ^a	11.69±0.31 ^a	10.58±1.36 ^a	12.22±1.97 ^a	12.72±1.66 ^a

¹⁾ CA: cactus, FS: fennel seed, OP: orange peel, RM: rosemary.

Each value is mean±SD.

²⁾ Means with different superscript in the same row are significantly different($p<0.05$).

펴본 결과 명도값에 차이가 없었고, 적색도와 황색도는 유의적으로 감소하는 경향을 보였다고 하였다. Kim *et al*(2008a)은 단감 분말 첨가 미트페티의 명도값과 적색도 값이 냉장 기간에 따라 감소하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 다소 다른 경향을 나타내었고, 이로써 식육 패티에 첨가되는 물질의 종류에 따라 다른 색도 변화 특성을 나타내는 것을 보여주고 있다.

3. 분쇄 돈육의 TBARS 함량

식물 소재를 첨가한 분쇄 돈육을 냉장 저장하면서 TBARS 값의 변화를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 저장 초기에는 2.16~3.41 mg/kg을 나타냈고, 저장 기간에 따라 서서히 증가하여 저장 4일에는 로즈마리 첨가군이 2.05 mg/kg으로 가장 낮아 지질 산화 억제 효과가 큰 것으로 나타났고, 그 다음으로 펜넬시드, 오렌지필 순이었다($p<0.05$). 그 이후에도 돈육 패티 내의 지질 산화는 계속되어 저장 6일에는 펜넬시드와 로즈마리 첨가군의 TBARS 값이 각각 3.12 mg/kg과 3.41 mg/kg으로 대조구의 4.66 mg/kg보다 낮아 산화 억제 효과가 있는 것으로 나타났으며, 저장 8일에는 펜넬시드 첨가군의 TBARS 값이 4.09 mg/kg으로 가장 낮게 나타났고($p<0.05$), 로즈마리 첨가군과 오렌지필 첨가군이 각각 5.23 mg/kg, 5.51 mg/kg으로 대조구의 6.02 mg/kg보다 낮게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 본 실험에 사용한 식물 소재 중 로즈마리는 육제품에 첨가 시 지질 산화를 억제한다는 보고들이 있는데(Formanek *et al* 2001, Nissen *et al* 2000), 이는 로즈마리에 함유된 polyphenol 성분이 산화 반응에 참여하는 Fe이나 Cu 등의 금속과 결합하여 chelate를 형성하기 때문이라고 하였다(Fernandez-Lopez *et al* 2003). 펜넬시드에는 rutin과 quercetin 등의 flavonoid

성분이 존재하여 항산화 활성을 나타낸다는 보고(Mateljan G 2008)가 있고, 이는 본 실험의 결과에서도 확인이 되었다. 한편, 오렌지필과 백년초에도 각각 다양한 flavonoid 성분이 함유되어 있는 것으로 보고되었는데(Manthey J 2001, Jeong *et al* 1999), 본 실험에서는 지방 산화 억제 효과가 미미한 것으로 보아 이들의 첨가 형태나 농도에 대한 재 설정이 필요할 것으로 사료된다. Park & Chin(2007)은 복분자즙 첨가 돈육 패티의 경우, 저장 기간이 경과함에 따라 TBARS 값이 증가하였으나 농도증가에 따라 TBARS 값의 증가율이 낮게 나타났다고 보고하였다. Kim *et al*(2008b)은 열풍 건조 토마토 분말 첨가 돈육패티에서 지방 산화 억제 효과가 높았다고 보고하였다. Han *et al*(2003)은 합초의 잎, 줄기, 뿌리를 돈육에 각각 첨가하고 저장 기간에 따른 TBARS의 함량을 비교한 결과, 잎이 가장 효과적으로 지방 산화를 억제하였다고 보고하였다. Byun *et al*(2001)은 마늘과 마늘 추출액을 각각 첨가한 돈육의 TBA값이 대조구보다 낮아 마늘이 지방의 산화를 지연시켰다고 보고하였다.

분쇄 돈육을 가열처리 후 냉장 저장하면서 TBARS 값의 변화를 측정한 결과 Fig. 3에 나타난 바와 같이 8일간의 저장 기간을 통하여 지방 산화 억제 효과는 로즈마리가 가장 우수하였고, 그 다음 펜넬시드, 백년초, 오렌지필 순이었다($p<0.05$). 로즈마리와 펜넬시드는 생 분쇄 돈육 저장에서도 효과적인 산화 억제 작용을 나타냈는데, 가열처리 후에도 유사한 경향을 나타내어 가열처리로 인하여 이들의 항산화력이 상실되지 장 시와는 달리 유의적인 항산화 효과를 나타내었는데 이는 일부 식물체에 존재하는 flavonoid 성분들이 가열에 의하여 않았음을 보여 주었다. 오렌지필과 백년초는 생 분쇄 돈육 저

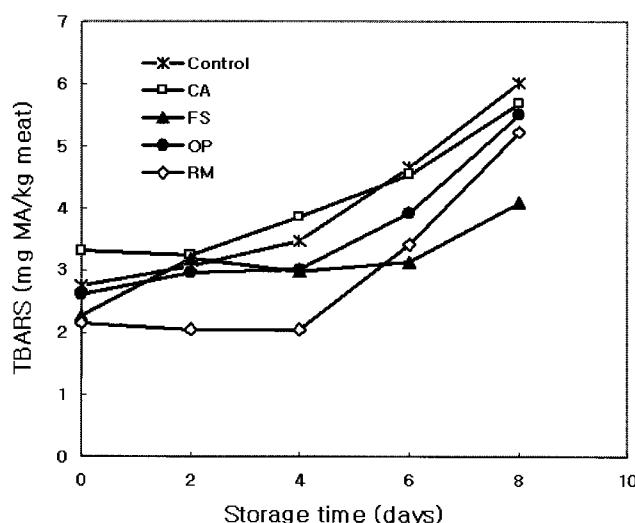


Fig. 2. Changes in TBARS of raw ground pork added with natural plant materials during storage for 8 days at 2°C. CA: cactus, FS: fennel seed, OP: orange peel, RM: rosemary.

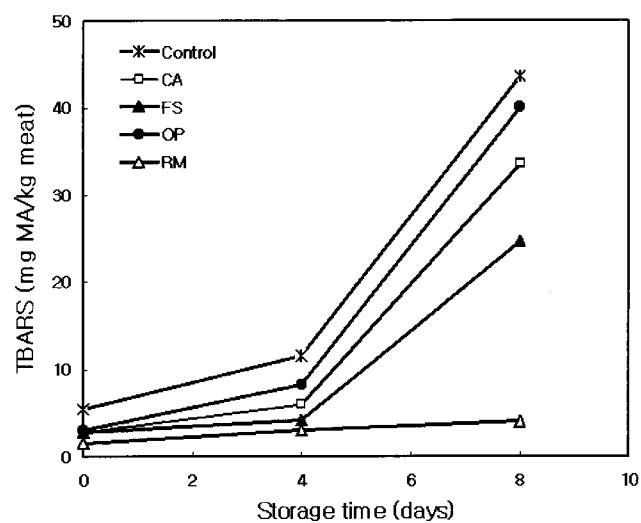


Fig. 3. Changes in TBARS of cooked ground pork added with natural plant materials during storage for 8 days at 2°C. CA: cactus, FS: fennel seed, OP: orange peel, RM: rosemary.

활성이 증가한다는 연구 결과(Kim et al 2008, Koh et al 2008)와 관련이 있는 것으로 보여지며, 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 그러나 생육 저장 시 보다 TBARS 값은 로즈마리 첨가구를 제외하고, 더욱 증가하여 열처리는 지방의 산화를 촉진함을 알 수 있었다. Times & Watts(1958)은 가열 후 냉장 중 TBA 값은 현저히 증가한다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다.

4. 분쇄 돈육의 Metmyoglobin 함량

식물 소재를 첨가한 분쇄 돈육을 냉장 저장하면서 MetMb의 변화를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 저장 초기에는 29.10~33.80%의 범위로 나타났고 저장 기간이 길어짐에 따라 다소 차이는 있으나 전반적으로 증가 추세를 보이며, 저장 8일에는 38.02~55.09%로 로즈마리 첨가구가 38.02%, 백년초 첨가구가 55.09%로 나타났으나, 처리구 간에 유의적인 차이는 없었다. Chaijan et al(2005)은 멸치와 고등어를 냉장 저장하는 동안 저장 기간이 경과함에 따라 MetMb의 함량이 증가하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 한편, Kim et al(2004)은 한우육을 키토산(600 kDa)에 침지 처리하여 저장한 처리구의 MetMb 함량이 대조구보다 유의적으로 낮았다고 보고하였으며 Tang et al (2006)은 catechin을 200 mg/kg meat로 첨가한 우육 패티의 냉장 저장 중 MetMb 함량이 대조구보다 현저히 감소하였으나, 400 mg/kg 이상 첨가하였을 경우에는 유의적인 차이가 없다고 보고함으로써 첨가량에 따라 효과가 다른 것을 알 수 있다. MetMb은 OxyMb이나 deoxyMb이 산화되어 생성되는데, 이는 myoglobin의 분자 구조 중 heme ring의 중심부에 있는 Fe

이 Fe^{2+} 상태에서 Fe^{3+} 상태로 전환됨으로써 갈색을 띠게 되며 (Jeong et al 2006), 신선육의 MetMb의 함량이 40% 이상이 되면 상품 가치가 저하되어 소비자들은 구매를 꺼리게 된다고 한다(Greene et al 1971).

결론 및 요약

천연 식물 소재인 백년초, 펜넬시드, 오렌지필, 로즈마리 등을 분말 형태로 돈육에 0.3% 수준으로 첨가하고 2°C에 냉장 저장하면서 pH, 표면 색도, TBARS 값, MetMb의 변화를 조사하였다. 그 결과, pH는 저장 기간에 따라 증가하여 저장 8일에는 저장 초기보다 높은 값을 나타냈으나, 대조구와 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. 명도(L_a)는 저장 기간을 통하여 큰 변화가 없었고 저장 6일까지 대조구가 처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈으나, 그 이후부터 감소하기 시작하여 저장 8일에는 시료간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 적색도(a_b)는 저장 6일까지 전반적으로 감소하는 경향을 보였으며, 그 이후에는 큰 변화를 보이지 않았다. 황색도(b_a)는 저장 6일까지 전반적으로 증가하다가 감소하기 시작하여 저장 8일에는 모든 첨가구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. TBARS 값은 생 분쇄 돈육에서 저장 기간이 경과함에 따라 서서히 증가하여 저장 4일에는 로즈마리, 펜넬시드, 오렌지필 순으로 지방 산화 억제 효과가 큰 것으로 나타났다. 저장 6일에는 펜넬시드와 로즈마리 첨가구의 TBARS 값이 대조구보다 낮아 산화 억제 효과가 있는 것으로 나타났으며, 저장 8일에는 펜넬시드 첨가구의 TBARS 값이 유의적으로 가장 낮게 나타났고, 그 외 첨가구는 대조구와 비교하여 유의적인 차이가 없었다. 가열처리한 돈육의 냉장 저장 중 TBARS 값을 측정한 결과 지방 산화 억제 효과는 로즈마리, 펜넬시드, 백년초, 오렌지필, 대조구 순으로 나타나서 식물 소재 첨가구들이 대조구에 비해 유의적으로 TBARS의 생성을 억제시켰고, 이들의 항산화력은 가열처리로 인하여 상실되지 않았음을 보여주었다. 분쇄 돈육의 Met Mb 함량은 저장 기간이 경과함에 따라 점차 증가하였고, 처리구 간에 유의적인 차이는 없었다.

문 현

- Bekhit AED, Geesink GH, Ilian MA, Morton JD, Bickerstaffe R (2002) The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties. *Food Chem* 175-187.
 Byun PH, Jung JH, Kim WH, Yoon SK (2001) Effects of garlic addition on lipid oxidation of ground pork during storage. *Korean J Soc Food & Cookery Sci* 17: 117-122.
 Chaijan M, Benjakul S, Visessanguan W, Faustman C (2005)

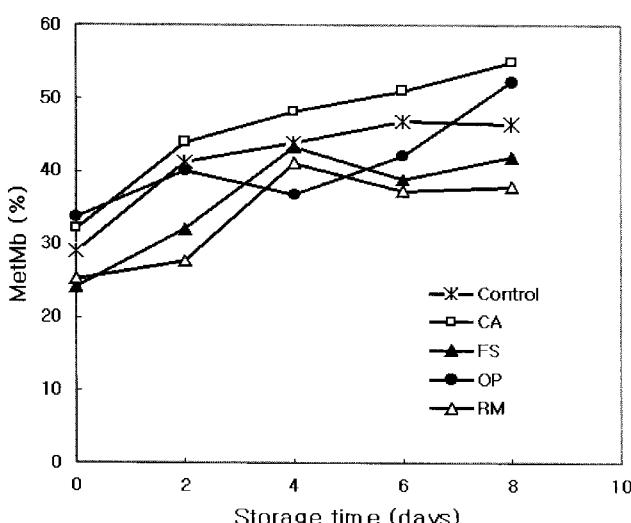


Fig. 4. Changes in metmyoglobin of raw ground pork added with natural plant materials during storage for 8 days at 2°C.
 CA: cactus, FS: fennel seed, OP: orange peel, RM: rosemary.

- Changes of pigments and color in sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) muscle during iced storage. *Food Chem* 93: 607-617.
- Choi YS, Cho SH, Lee SK, Rhee MS, Kim BC (2002) Meat color, TBARS and VBN changes of vacuum packaged Korean pork loins for export during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 158-163.
- Fernandez-Lopez J, Sevilla L, Sayas-Barbera E, Nanarro C, Marin F, Perez-Alvarez JA (2003) Evaluation of the antioxidant potential of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts in cooked pork meat. *J Food Sci* 68: 660-664.
- Formanek Z, Kerry JP, Higgis FM, Buckley DJ, Morrissey PA (2001) Addition of synthetic and natural antioxidants to a alpha-tocopheryl acetate supplemented beef patties: Effects of antioxidants and packaging on lipid oxidation. *Meat Sci* 58: 337-341.
- Han SK, Kim SM, Pyo BS (2003) Antioxidative effect of Glasswort(*Salicornia herbacea* L.) on the lipid oxidation of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23: 46-49.
- Jeong JY, Yang HS, Kang GH, Lee JI, Park GB, Joo ST (2006) Effect of freeze-thaw process on myoglobin oxidation of pork loin during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 1-8.
- Jung IC, Kang SJ, Kim YK, Hyon JS, Moon YH (2004) Effects of addition of mugwort powder and carcass grade on the storage stability of pork ham. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 201-206.
- Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Jeong HS (2008) Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 40: 166-170.
- Kim IS, Jin SK, Ha CJ (2008a) Effects of sweet persimmon powder type on quality properties of low salted pork patties during cold storage. *J Anim Sci & Technol* 50: 133-144.
- Kim IS, Jin SK, Nam SH, Nam YW, Yang MR, Min HS, Kim DH (2008b) Effect of hot-air dried tomato powder on the quality properties of pork patties during cold storage. *J Anim Sci & Technol* 50: 255-264.
- Kim YS, Liang CY, Kim HJ, Lee SK (2004) Effects of chitosan dipping treatments with different molecular weights on the meat quality of Hanwoo(Korean cattle) beef during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24: 1-7.
- Koh YJ, Cha DS, Choi HD, Park YK, Choi IW (2008) Hot water extraction optimization of dandelion leaves to increase antioxidant activity. *Korean J Food Sci Technol* 40: 283-289.
- Manthey J (2001) Fraction of orange peel phenols and evaluation of their antioxidant levels. 222nd National Meeting of American Chemical Society 2001 Paper No. AGFD0091.
- Mateljan G (2008) Orange peel bioflavonoids. <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=23>.
- McCarthy TL, Kerry JP, Kerry JF, Lynch PB, Buckley (2000) Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. *Meat Sci* 57: 177-184.
- Nissen LR, Mansson L, Bertelsen G, Tuong HB, Skibsted LH (2000) Protection of dehydrated chicken meat by natural antioxidants as evaluated by electron spin resonance spectrometry. *J Agric Food Chem* 48: 5548-5556.
- Ouattara B, Giroux M, Yefsah R, Smoragiewicz W, Saucier L, Borsa J, Lacroix M (2002) Microbiological and biochemical characteristics of ground beef as affected by gamma irradiation food additives and edible coating film. *Radiation Phys & Chem* 63: 299-304.
- Park SY, Chin KB (2007) Evaluation of antioxidant activity in pork patties containing Bakbunja (*Rubus coreanus*) extract. *Korean J Food Sci Ani Resour* 432-439.
- Sanchez-Escalante A, Djenane D, Torrescano G, Beltran JA, Roncales P (2001) The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Sci* 58: 421-429.
- Shin TS, Moon JD, Kim YK, Kim YJ, Park TS, Lee JI, Park GB (1998) Effects of natural antioxidants on lipid oxidation of ground pork. *Korean J Food Sci Technol* 30: 794-802.
- Tang SZ, Ou SY, Huang XS, Li W, Kerry JP, Buckley DJ (2006) Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions. *J Food Engin* 77: 248-253.
- Times M, Watts BM (1958) Protection of cooked meats with phosphates. *Food Technol* 12: 240-245.
- Whang K, Kim HI, Ha YD (1993) Factors affecting lipid oxidation development in high pH ground pork. *Korean J Food Sci Technol* 25: 517-520.
- Youn SK, Her JH, Ki YJ, Choi JS, Park SM, Ahn DH (2004) Studies on the improvement of shelf-life in spicy beef meat using chitosan. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 207-211.

(2008년 8월 1일 접수, 2008년 10월 7일 채택)