

베이컨 육에 있어서 고추 Capsaicin 및 Oleoresin의 항산화 작용에 관한 연구

이치호 · 정구용* · 임성천** · 최도영** · 김천제** · 최병규**

건국대학교 동물자원연구센터, *상지대학교
**건국대학교 축산대학

Studies on the Antioxidant Activity of Capsaicin and Oleoresin from Red Pepper in Grounded Bacon Belly Meat

Chi-Ho Lee, Ku-Yong Chung*, Seong-Cheon Lim**, Do-Young, Choi**
Cheon-Jei Kim** and Byung-Kyu Choi**

Animal Resources Research Center, Kon-Kuk University,
*Sang-Ji University, **College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University

Abstract

The antioxidant effect of capsaicin, the pungent principle of red pepper and oleoresin extracted from red pepper was investigated by measuring TBA(Thiobarbituric acid) value and hydroperoxide value using CL-HPLC(Chemiluminescence-high performance liquid chromatography) during storage at 30°C. The antioxidant activity of capsaicin and oleoresin was compared with erythorbate already used. The antioxidigenic effect of capsaicin and oleoresin was very effective to the preservation of ground bacon belly meat. Especially, oleoresin have a remarkable effect to prevent the peroxidation of ground bacon belly meat. Capsaicinoids were known as the main additives in Korea, but the antioxidant activity of meat products has not been reported. So, we suggest that capsaicin, especially, oleoresin combined with other natural antioxidigenic substances as like tocopherol may be effective to prevent the oxidation of ground bacon belly meat.

Key words: capsaicin, oleoresin, antioxidants, TBA, hydroperoxide value

서 론

고추는 남미가 원산지로서 현재 우리나라를 비롯한 동남아 지방에서 널리 이용하고 있는 주요 향신료로서, 특히 우리나라에서는 이미 오래전부터 식탁에서 빼놓을 수 없는 중요한 전통조미료이다. 고추는 식품의 풍미를 향상시키고, 또 식욕을 증진시켜주는 작용이 있는 것으로 알려져 있다. 고추의 매운 맛의 성분은 캡사이신이며, 캡사이신 이외에 4종류의 동족체로 이루어져 있으며, 성분중의 대부분을 차지하는 것이 캡사이신이다. 캡사이신은 생체내에서 지질대사 증진 및 열생산에 관여하는 것으로 보고되어 졌다^{1, 3)}. 또한, 고추는 우리가 전통향신료로 널리 이용해 오고 있으면서도 식품가공 등에 고추의 주요 매운성분인 캡사이신과 같은 성분을 항산화제⁴⁾로서의 이용하기 위해 감도가 좋고 신속 정확한

CL-HPLC(Chemiluminescence-high performance liquid chromatography)를 이용한 예는 거의 없다. 연구는 거의 없는 실정이다.

식품의 항산화제로서 지금까지는 BHA(butyl hydroxy anisole)나 BHT(butyl hydroxy toluene) 등의 합성페놀 유도체 등이 이용되어지고 있으나, 이들 화합물은 생체내에서 각종 호흡 효소를 저해하는 작용⁵⁾이 있는 것으로 알려졌다. 이러한 항산화제들은 유지의 산화에 의한 상품가치의 상실이나 독성의 발생을 방지하기 위하여 어쩔 수 없이 사용하고 있는 실정이어서, 보다 인체에 해가 없는 항산화제의 개발이 절실히 요구되어 지고 있다. 이들의 항산화의 정도를 측정함에 있어서도 과산화물가(Peroxide value)나 TBA(Thiobarbituric acid value)가 이용되는데, TBA는 식품중의 유지의 산화정도를 알아보는 데 널리 이용되어져 왔다⁶⁾. 그러나, TBA는 지질과산화 과정에서 생성되는 2차 생성물인 malondialdehyde가 식품중의 기타 성분과 쉽게 반응하거나 쉽게 분해되기 때문에 TBA를 측정하는데 분체점으로 지적되고 있어, 지질과산화물의 측정에 더욱 정확한 측정법이 요구되고 있는 실정이다. 이에, 최근에 Miyazawa 등^{7, 9)}

Corresponding author: Chi-Ho Lee, Animal Resources Research Center, College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University, Mojin-dong, Seongdong-Gu, Seoul 133-701, Korea

에 의해 개발된 CL-HPLC는 HPLC에 형광 검출기를 부착해 생체시료 등에서 주로 생체막내의 인지질의 과산화물의 생성에 대해 측정된 결과, 감도 및 정확성이 대단히 높은 것으로 알려져, 특이성이 좋으며 과산화의 정도를 판별할 수 있다는 점을 감안할 때, 축산물과 같은 식품에 이용가능성이 높은 것으로 판단되었다.

본 연구에서는 고추의 매운성분인 캡사이신 및 고추로부터 추출한 올레오레신을 분쇄된 베이컨육에 첨가해 산화의 정도를 감도 및 정확도가 뛰어난 CL-HPLC를 이용하여 종래의 TBA를 보증함과 동시에 고추의 이들 성분을 천연항산화제로서의 이용가능성을 알아보기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료의 준비 및 방법

캡사이신(순도 98%) 표준품은 Sigma사에서 구입하였으며, erythorbate 및 올레오레신(캡사이신 함량 4%인 고추씨기름)은 (주)향원에서 구입하였다. 시료는 도살직 후의 돈육을 구입하여 베이컨 부위육을 선별 한 후, 분쇄기로 2~3분 분쇄한 후, 100g씩 칭량하여 다음의 4군: 대조군(control), cap(capsaicin), erythorbate, oleoresin 처리군으로 나눈 후, 각각의 함량을 0.01% 및 0.02%을 첨가해, 알미늄 포일로 포장해, 배양기내에 30°C로 유지시켰다. 28일간의 보존기간 동안의 산화의 정도로 분쇄된 베이컨 육의 저장성을 평가했다. 베이컨 육중의 총지질의 측정은 Folch 등⁽¹⁰⁾의 방법에 의해 추출하여 측정했다. 즉, 시료 100g을 칭량한 후 증류수 5 ml과 혼합시킨 후, 3,000 rpm에서 30분간 원심분리 해 하층을 분리해 농축하여 농축된 무게를 측정하여 총지질량으로 하였다. 본 연구에서의 평균 총지질량은 0.274 g/g sample이었다.

TBA가의 비색정량법

비색법 측정을 위해서 Ultra-visible recording spectrophotometer(UV-160 Shimadzu)로 530 nm~540 nm의 범위에서 TBA가는 Ayfer Keskinel 등의 방법⁽¹¹⁻¹³⁾에 준하여 실시하였다. 즉, 표준시료 용액으로 1,1,3,3-Tetraethoxypropane(TEP) 1.10 mg을 칭량하여 50 ml 에탄올에 녹인 것을 원액으로 한다. 이 원액에서 0.1 ml을 분취하여 에탄올로 100배 희석해 사용했다. 추출된 총지질을 Acetonitrile/butanol/water(55:35:15, v/v/v)로 용해시켜 0.2 ml을 취하여 TBA가의 측정시료로 하였다. 대조로서는 CHCl_3 : CH_3OH , (2:1, v/v)를 0.2 ml를 취하고 TEP 용액의 대조로서는 0.9% 식염 용액을 0.2 ml를 취해서 같은 방법으로 실시하였다. 각 군간의 통계처리는 Student's t-test로 처리하였다⁽¹⁴⁾.

CL-HPLC에 의한 과산화물가의 측정

세절된 베이컨 육에 포함된 과산화물가는 측정된 총

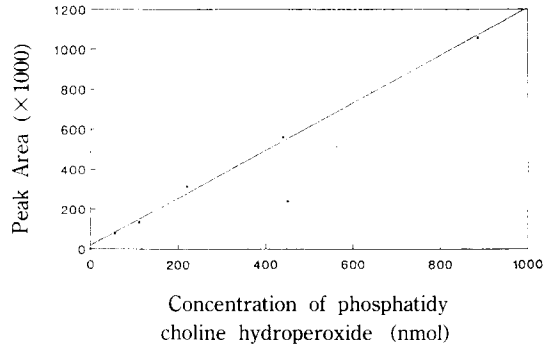


Fig. 1. Calibration line of phosphatidyl choline hydroperoxide(PCOOH) in CL-HPLC

지질에 CHCl_3 : CH_3OH , (2:1, v/v) 1 ml을 넣고 여기서 10 μl 를 분취해 질소가스로 제거한 후, Acetonitrile/butanol/water(55:35:15, v/v/v)를 0.1 ml을 넣은 후, HPLC에 주입했다. 이 방법은 Miyazawa 등^(7,8)의 방법으로 분석법의 체계는 순상 HPLC 및 과산화가 측정용인 화학발광 검출기로 구성되어 있다. HPLC 칼럼은 Gilson silica(5 μm , 250 \times 4.6 mm)로 칼럼오븐(JASCO 860 Co.)에서 30°C로 유지시켰다. 칼럼의 이동상은 A펌프에는 acetonitrile/butanol/water(55:35:15, v/v/v)이며, 유속은 1.1 ml/min으로 하였다.

B펌프에는 화학 발광 시약으로 사이토크롬(type VI: from horse heart, Sigma) 및 Luminol(3-aminophthaloylhydrazine, Wako pure Chem. Tokyo)를 100 mM 붕산 완충액(pH 10.0)에 녹여 8 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 를 사용했다. 발생된 화학발광은 JASCO 825-CL 검출기로 측정하였다.

결과 및 고찰

베이컨육의 과산화물가 검량곡선

베이컨육의 과산화물가를 정량하기 위하여 검량곡선은 난황을 광산화시켜 얻은 순도가 높은 phosphatidylcholine hydroperoxide(PCOOH)를 사용해 농도와 피크 면적간의 상관관계로 Fig. 1을 얻었다.

TBA 측정에 의한 항산화 효과의 비교

TBA의 측정결과를 Table 1에 나타냈다. 대조군에 비해 거의 모든 군에서 농도별 에리솔빈산 첨가, 캡사이신 첨가 및 올레오레신 첨가에서 항산화 효과가 나타났다. 각첨가구에서 2주째부터 항산화 효과가 나타났으며, 5주째에는 기존해서 사용되어져온 에리솔빈산 0.02% 첨가수준보다도 캡사이신 0.02%, 올레오레신 0.01% 및 0.02% 첨가수준의 항산화 효과가 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 올레오레신 첨가구에서는 캡사이신 첨가구 보다 TBA가가 크게 낮아진 것은 올레오신이 함유하고 있는 캡사이신의 주된 항산화 효과 외에 천연토코

Table 1. Antioxidative effect of capsaicin, erythorbate and oleoresin on the chopped bacon belly

| Exp. Group | TBA value(nmol/g, tissue) | | | | | |
|------------|---------------------------|-------------|-------------|--------------|---------------|------------|
| | Storage period(weeks) | | | | | |
| | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 5th | |
| CON | *0.23±0.13 | 0.20 ± 0.02 | 0.20 ± 0.04 | 0.25 ± 0.02 | 0.21±0.05 | |
| CAP | A | 0.17±0.03 | 0.004±0.001 | 0.01 ± 0.001 | 0.04 ± 0.004 | 0.05±0.01 |
| | B | 0.18±0.06 | 0.004±0.001 | 0.003±0.001 | 0.001±0.004** | 0.05±0.003 |
| ERY | A | 0.32±0.001 | 0.004±0.001 | 0.03 ± 0.003 | 0.05 ± 0.003 | 0.09±0.014 |
| | B | 0.19±0.003 | 0.001±0.001 | 0.02 ± 0.001 | 0.03 ± 0.001 | 0.05±0.003 |
| OIL | A | 0.24±0.03 | 0.003±0.001 | 0.05 ± 0.001 | 0.002±0.001** | 0.04±0.001 |
| | B | 0.24±0.03 | 0.003±0.001 | 0.05 ± 0.001 | 0.002±0.001** | 0.04±0.001 |

*Values represent mean±SD (3 times).

**Significantly different at p<0.05, compared with 0.02% erythorbate group.

Abbreviation: CAP A; 0.01% capsaicin added group, CAP B: 0.02% capsaicin added group, ERY A: 0.01% erythorbate, ERY B: 0.02% erythorbate, OIL A: 0.01% oleoresin OIL B: 0.01% oleoresin.

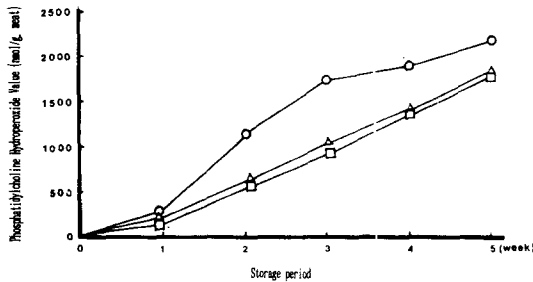


Fig. 2. Effects of erythorbate on the hydroperoxide value of chopped bacon belly during storage at 30°C
○—○; control, △—△; erythorbate 0.01%, □—□; erythorbate 0.02%

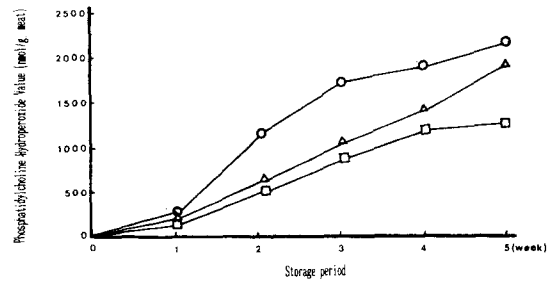


Fig. 3. Effects of capsaicin on the hydroperoxide value of chopped bacon belly during storage at 30°C
○—○; control, △—△; capsaicin 0.01%, □—□; capsaicin 0.02%

페롤류의 항산화 성분이 영향을 끼친 것으로 사료된다.

HPLC에 의한 항산화 효과의 비교

Fig. 2, 3, 4에서는 형광발광 검출기를 부착한 HPLC로 세절된 베이컨육의 저장중에 발생되는 과산화물인 PCOOH(Phosphatidylcholine hydroperoxide)의 생성정도를 검출한 값이다. Fig.2에서는 이미 식품의 항산화제로 이용되어지고 있는 에리솔빈산의 효과를 캡사이신 및 올레오레신의 항산화 효과와 비교하기 위하여 측정 한 결과이다. 대조구에 비해서 2주째부터 항산화의 효과가 나타났으며, 3주째에 가장 크게 나타났다. 첨가량에 따른 차이를 보면 에리솔빈산 0.01% 및 0.02% 첨가수준간의 유의적 차이는 없었다.

Fig.3에서는 대조군에 비해 캡사이신 0.01% 첨가수준에서 항산화 효과가 유의하게(p<0.05) 큰 것으로 나타났으며, 캡사이신 0.02% 첨가구는 5주째에 있어서 캡사이신 0.01% 첨가구보다 항산화 효과가 훨씬 좋은 것으로 나타났다. 캡사이신 0.01%의 첨가의 효과는 에리솔빈산 0.02% 첨가수준의 항산화 효과와 비슷했다. 양 등(4)이 캡사이신의 항산화성을 시사한 바와 같이, 본연

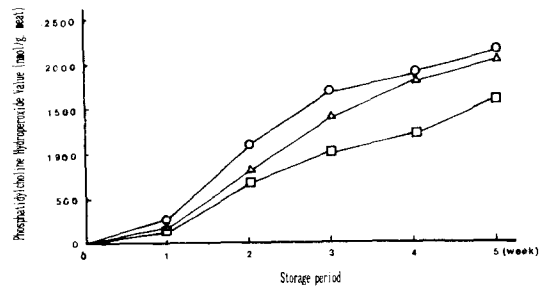


Fig. 4. Effects of oleoresin on the hydroperoxide value of chopped bacon belly during storage at 30°C
○—○; control, △—△; oreoresin 0.01%, □—□; oreoresin 0.02%

구에서의 결과도 세절된 돈육에 캡사이신의 첨가는 뛰어난 항산화 효과를 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 올레오레신을 첨가 했을 때의 결과를 Fig.4에 나타냈다. 4%의 캡사이신을 함유한 올레오신의 0.01% 첨가한 구는 대조구에 비해 2, 3주째를 제외하고 거의 차이를 나타 내지 않았으나, 올레오레신 0.02% 첨가수준에서는 캡사

이신 0.01% 첨가수준 및 에리솔빈산 0.02% 첨가의 효과와 거의 같았다. 특히, 올레오레신 0.02% 첨가수준은 캡사이신 0.02% 첨가의 항산화 효과와 거의 같은 정도로 나타났다.

Fujimoto 등⁽¹⁵⁾에 의하면 Olcott와 Francis⁽¹⁶⁾의 방법인 oven 시험법의 결과, 식물유에 있어서 캡사이신과 알파 토코페롤의 공존이 카로치노이드의 안정화에 효과적이었다는 결과가 시사하는 바와 같이, 본 연구의 결과중에서 올레오레신의 현저한 항산화 효과는 올레오레신중에 함유된 캡사이신의 효과와 병합적으로 기타 천연토코페롤이 상승적으로 작용했을 것으로 사료된다. 본 연구의 결과는 CL-HPLC에 의한 과산화물인 PCOOH의 생성정도와 TBA가의 결과와 잘 일치되는 것으로 돈육을 비롯한 축산물의 산패평가에 CL-HPLC에 의한 과산화물인 PCOOH의 생성정도를 응용할 수 있을 것으로 사료되며, 캡사이신 및 올레오신 등이 돈육에 천연항산화제로서의 이용가능성이 큰 것으로 사료된다.

요 약

본 실험에서는 국내에서 널리 사용되어지고 있는 고추의 매운 성분인 캡사이신 및 올레오신을 세절시킨 베이컨 육에 첨가하여 그 저장성효과를 TBA가 및 최근에 개발된 형광 발광 검출기가 부착된 CL-HPLC법을 이용한 과산화물가를 측정하였다. 세절 베이컨 육에 있어서의 TBA가는 캡사이신 0.02% 첨가구, 올레오레신 0.02% 첨가군이 기존에 사용해 온 에리솔빈산 0.02% 첨가수준보다 항산화 효과가 더 크게 나타났다. CL-HPLC로 검출한 hydroperoxide의 생성은 에리솔빈산 첨가구가 대조군에 비해 효과가 더 크게 나타났으나, 에리솔빈산 0.01% 및 0.02%간의 첨가수준에 따른 차이 보이지 않았다. 캡사이신 0.01% 첨가구는 에리솔빈산 0.02% 첨가효과와 거의 같은 효과를 나타냈으며, 5주째에 있어서는 캡사이신 0.02% 첨가구가 캡사이신 0.01% 첨가구에 비해 항산화효과가 유의하게($p < 0.05$) 더 높게 나타났다. CL-HPLC를 이용해 세절 베이컨에 대한 과산화물가를 측정된 결과, 올레오레신 0.02% 첨가구는 에리솔빈산 0.02% 및 캡사이신 0.01% 첨가수준의 효과와 거의 비슷한 효과를 나타냈으며, 올레오레신 0.02% 첨가구는 캡사이신 0.02% 첨가수준과 거의 필적할 정도의 항산화 효과를 나타냈다. CL-HPLC는 항산화 효과 측정에 도입할 수 있는 방법임을 확인하였다.

문 헌

1. Nopanitaya W.: Long term effects of capsaicin on fat absorption and the growth of the rat. *Growth*, **37**, 269(1973)
2. Kawada, T. Hagihara, K. and Iwai, K.: Effect of capsaicin on lipid metabolism in rats fed diet. *J. Nutr.*, **116**, 1272(1986)
3. Lee, C.H., Komai, M. and Kimura, S.: Effects of dietary protein levels and capsaicin on salt intake in SHR and Wistar rats. *Nutr. Res.*, **917**(1991)
4. 양기선, 유주현, 황적인, 양 용: 고추의 산화성에 대한 구연산의 상승효과. *한국식품과학회지*, **6**, 193(1974)
5. Dadic, M.: Application of TBA value in lipid rancidity in plant oil. *Brew. Dig.*, **46**, 58(1971)
6. George, T. Bidder and Bona, M. Sipka.: A modification of thiobarbituric acid reaction. *Lipid*, **24**, 656(1989)
7. Miyazawa, T., Fujimoto, K. and Kaneda, T.: Detection of picomole levels in lipid hydroperoxides by a chemiluminescence assay. *Agric. Biol. Chem.*, **51**, 2569(1987)
8. Miyazawa, T., Suzuki, T., Fuzimoto, K. and Yasusda, K.: Chemiluminescent simultaneous determination of phosphatidylcholine hydroperoxide and phosphatidylethanolamine hydroperoxide in the liver and brain of the rat. *J. Lipid*, **33**, 1051(1992)
9. Miyazawa, T., Kikuchi, M., Fuzimoto, K., Endo, Y., Cho, S.Y. and Kaneda, T.: Shelf-life dating of fish meats in terms of oxidative rancidity measured by chemiluminescence. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **68**, 39(1991)
10. Folch, J., Lees, M.S. and Stanley, G.H.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **220**, 497(1957)
11. Keskinel, A., Ayres, J.C. and Snyder, H.E.: Determination of oxidative changes in raw meats by the 2-thio-barbituric acid method. *Food Technol.*, **102**, 224(1964)
12. 福澤健治, 寺尾純二: 過酸化脂質の定量法-TBA法. *廣川書店*, 93(1990)
13. Bidder, G.T. and Sipka, B.M.: A modification of thiobarbituric acid reaction. *Lipid*, **24**(7), 656(1989)
14. Scheffe, H.: A method for judging all contrasts in the analysis of variance. *Biometrika*, **40**, 87(1953)
15. Fujimoto, K., Seki, K. and Kaneda, T.: Antioxygenic substances in red pepper. *日食工誌*, **21**, 86(1974)
16. Olcott, H.S. and Francis, F.J.: Measurement of peroxidation using oven test in red pepper. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **35**, 161(1957)

(1994년 2월 21일 접수)