

## 가열쇠고기 지방질 산화에 대한 김치종류별 항산화작용

송은승 · 전영수 · 최홍식<sup>†</sup>

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

### Antioxidative Effect of Different Kinds of Kimchi on the Lipid Oxidation of Cooked Meat

Eun-Seong Song, Yeong-Soo Jeon and Hong-Sik Cheigh<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Nutrition and Kimchi Research Institute, Pusan National University,  
Pusan 609-735, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the antioxidative effect of different kinds of kimchi on the lipid oxidation of cooked meat in model systems. Model systems of cooked ground meat(CGM), CGM-Chinese cabbage kimchi(CK), CGM-radish kimchi(RK), and CGM-mustard leaf kimchi(MLK) were prepared and their oxidation were evaluated during the storage at 4°C for 5 weeks. Thiobarbituric acid(TBA) values of CGM significantly increased with the storage time, however, TBA value of CGM-CK, CGM-RK, and CGM-MLK lowered and that of CGM-MLK was lowest. Antioxidative effect of CGM-MLK increased with the addition levels of kimchi in the system. And also in the model systems which were prepared with CGM and MLK in different fermentation periods, the antioxidative effect was highest in the properly fermented-kimchi.

**Key words:** kimchi, cooked ground meat, mustard leaf kimchi, antioxidative effect

#### 서 론

지방질의 자동산화는 산소, 빛, 온도, 중금속, 수분활성도, 효소 등과 같은 여러가지 인자들에 의해 촉매되며, 또한 지질을 구성하는 지방산의 불포화 정도에도 의존된다. 유지 또는 생체내에서 지질의 산화는 free radical과의 상호반응에 의해 hydroperoxide가 생성되며, 이것의 산화분해 및 중합반응에 의해 다양한 2차생성물이 생성되어 생체 기능저하 및 식품 변패의 원인물질이 만들어진다(1,2). 이러한 자동산화는 금속제거제나 각종 항산화제에 의해 억제되는데, 최근에는 식품에 존재하는 항산화 효력이 있는 물질들인 tocopherol, ascorbic acid, chlorophylls와 carotenoids, 햄황아미노산, 갈변물질과 flavonoids를 비롯한 폐놀화합물 등이 관심의 대상이 되고 있다(3).

김치는 한국인의 식생활에 중요한 고유의 전통 채소 발효식품으로서 주재료 외에 다양한 부재료를 사용하여 만듬으로써 김치 특유의 풍미, 맛, 식이섬유소, 비타

민 및 무기질 등을 공급해주는 우수한 기능성 식품이기도 하다(4,5). 그리고 김치의 발효는 주로 젖산균에 의한 젖산발효이며 호기성세균, 효모, 곰팡이들이 판여한 다른 과정도 동시에 진행되고 있다. 따라서 김치 속에는 다양한 물질들이 존재할 것으로 생각되며, 그 가운데 여러가지 종류의 항산화성 물질이 존재할 것으로 사료된다. 이러한 김치의 특성은 죽성조건이나 부재료의 종류, 담금, 제조방법 등도 좌우되지만 어떤 재료를 재료로 사용하는가에 따라서도 달라진다(6). 주재료를 달리하여 담근 여러 종류의 김치 발효와 미생물, 향미성분, 비타민, 효소 등과 같은 연구 결과는 다수 보고되고 있으나 이들 김치의 항산화작용에 관한 연구는 활발하게 진행되지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 김치종류별 항산화작용을 살펴보기 위하여 배추, 무, 깃을 재료로 하여 담근 김치와 고도불포화지방산이 다양 함유되어 있는 쇠고기 균육총만을 이용하여, 김치와 가열한 쇠고기로 구성된 몇가지 모델시스템을 만들고 이들을 일정한 조건에서 산화반

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

응시켰을 때, 가열쇠고기 지방질의 산화에 미치는 김치 종류별 영향을 비교, 검討하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용한 배추, 무, 갓은 1996년 6월 부산의 금정시장에서 구입하였고, 부재료인 대파, 마늘, 생강도 같이 구입하였다. 고추가루는 경북영양에서 재배된 금탑품종을, 소금은 정제염, 설탕은 정제당을 각각 사용하였다.

### 김치담금 및 발효

배추와 갓을 각각 500g 쥐하여 흐르는 물에 깨끗이 씻은 후  $2 \times 3\text{cm}$ 로 세절하여 절인 배추 및 갓의 염도가 25%가 되도록 15% 소금물 용액에 2시간 절인 다음 물로 2회 씻어서 30분간 물기를 뺀 후 부재료와 잘 혼합시켰다. 김치제조에 사용한 양념의 비율은 전보(7)와 같으며, 1L 용량의 polyethylene 용기에 김치를 넣어 담은 후 15°C에서 발효시키면서 실험에 사용하였다. 무김치는  $2 \times 2.5 \times 1\text{cm}$ 로 잘라서 절인 무의 염도가 2.5%가 되도록 15% 소금물을 용액에 1시간 절였으며, 양념의 비율은 배추 및 갓김치와 같이 하였다.

### 가열쇠고기의 조제

가열쇠고기 시료를 조제하기 위하여 한우 우둔육을 구입하여 지방층을 제거한 살코기 부분만을 chopper에서 갈아서 시료로 사용하였다. 이와같이 처리한 우육의 수분함량은 76.8%, 조지방질 1.9%, 조단백질 19.7%였다. 다음, 50ml petri dish에 위와 같이 처리한 우육 10g을 취하고 microwave oven(Goldstar Co., 한국)에서 1분간 가열하여 시료별로 model system을 조제하였다(8).

### 가열쇠고기와 김치종류별 model system의 조제

쇠고기 지방질에 대한 갖, 배추, 무김치의 항산화성을 비교하기 위한 model system의 조성은 Table 1과 같다. 즉 petri dish에 cooked ground meat(이하 CGM으로 표시) 10g과 7일간 발효시킨 종류별 마쇄김치 5g과 증류수 5ml를 조합한 것으로 CGM-RK는 무김치, CGM-CK는 배추김치, CGM-MLK는 갓김치와 각각 조합한 것이다. 이와같이 조제한 model system을 4°C에서 5주간 저장하면서 경시적으로 thiobarbituric acid(TBA)가를 살펴보았다.

Table 1. Formulation of cooked ground meat(CGM)-kimchi samples

Model system	Formulation of model system
CGM-RK	CGM 10g + radish kimchi 5g + water 5ml
CGM-CK	CGM 10g + chinese cabbage kimchi 5g + water 5ml
CGM-MLK	CGM 10g + mustard leaf kimchi 5g + water 5ml

### 가열쇠고기와 갖김치의 model system

갓김치의 쇠고기 지방질에 대한 항산화성을 살펴보기 위한 model system은 Table 2와 같이 조제하였다. 즉 petri dish에 CGM 10g만을 취한 군과 CGM 10g에 증류수 10ml를 가한군(CGM-W), CGM 10g에 김치와 동일 염농도(2.3%)의 소금물 10ml를 섞은 군(CGM-B), CGM 10g에 갖김치를 섞은군(CGM-MLK) 등으로 system을 조제하였는데 이때 사용한 김치는 15°C에서 0, 7, 25일 발효시킨 김치를 blender로 2분간 마쇄하여 사용하였다. 조제된 각 시료를 4°C에서 5주간 저장하면서 함유 지방질의 산화 양상을 TBA가와 과산화물가로 분석하였다.

### 항산화성 실험

저장기간별 TBA가는 Tarladgis 등(9)의 방법으로 측정하였으며, 과산화물가는 먼저 Bligh와 Dyer법(10)으로 지방질을 추출하여 AOCS상법(11)으로 측정하였다.

Table 2. Formulation of model systems with cooked ground meat(CGM) and mustard leaf kimchi (MLK)

Model system	Formulation of model system
CGM	Cooked ground meat(CGM) 10g
CGM-W	CGM 10g + distilled water 10ml
CGM-B	CGM 10g + brine solution 10ml
CGM-0d-MLK-5	CGM 10g + 0 day-fermented -kimchi 5g + water 5ml
CGM-0d-MLK-10	CGM 10g + 0 day-fermented -kimchi 10g
CGM-7d-MLK-5	CGM 10g + 7 day-fermented -kimchi 5g + water 5ml
CGM-7d-MLK-10	CGM 10g + 7 day-fermented -kimchi 10g
CGM-25d-MLK-5	CGM 10g + 25 day-fermented -kimchi 5g + water 5ml
CGM-25d-MLK-10	CGM 10g + 25 day-fermented -kimchi 10g

### 통계처리

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험 결과를 one way ANOVA(analysis of variance)로 검사한 후 Duncan's multiple range test로 각 군의 평균간의 유의성을 검정하였다(12)

### 결과 및 고찰

#### 가열쇠고기 지방질의 산화에 대한 김치종류별 항산화성

김치를 15°C에서 발효시켰을 때, 가장 맛이 좋은 발효기간인 7일간 발효시킨 것, 배추, 무김치의 가열쇠고기 지방질에 대한 항산화작용을 비교하기 위해 CGM-RK, CGM-CK, CGM-MLK의 model system(Table 1 참조)을 만들어 4°C에서 5주간 저장하면서 TBA가를 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 갓김치, 배추김치, 무김치의 순으로 항산화성이 높았으며 이들 김치 조합구는 대조구인 CGM구에 비해 현저하게 산화반응이 서서히 진행되었다. 특히 갓김치구에서 항산화성이 높았으며, 이는 주재료인갓 자체가 배추 및 무에 비하여 ascorbic acid, phenol계 화합물, chlorophylls 및 β-carotene 등 항산화 관련 물질의 함량이 높음(13)에 기인된다고 여

겨진다.

#### 갓김치의 항산화성에 대한 수분과 소금의 역할

갓김치는 전보(7)에서와 같이 다양한 성분이 함유되어 있으며, 이들이갓김치의 항산화작용에 깊이 관여하고 있을 것으로 판단된다. 그 가운데갓김치의 항산화성에 물과 소금이 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해서 CGM, CGM-W, CGM-B, CGM-MLK의 네 model system(Table 2)을 만들어 4°C에서 5주간 저장하면서 저장기간별 항산화성을 살펴본 결과, TBA가의 변화는 Fig. 2에 나타내었고 과산화물가의 변화는 Table 3과 같다. 쇠고기와갓김치를 조합한 CGM-MLK의 TBA가는 저장기간 중 크게 증가하지 않았으나 CGM, CGM-W, CGM-B들은 저장기간 중 계속 산화가 진행되어 5주 경과 후에는 12 이상의 TBA가를 나타내었다.

과산화물가는 저장 첫날에는 3.0~4.0의 값을 보였으나, 4°C에서 5주간 저장한 후에는 산화가 진행되어 CGM-MLK를 제외하고는 모두 높은 값을 나타내었다. Tims와 Watts(14)는 열처리를 받은 식육 지방질의 산화는 크게 가속된다고 보고하여 본 실험과 일치하고 있다. 소금은 triglyceride의 산화를 촉진한다는 보고(15,

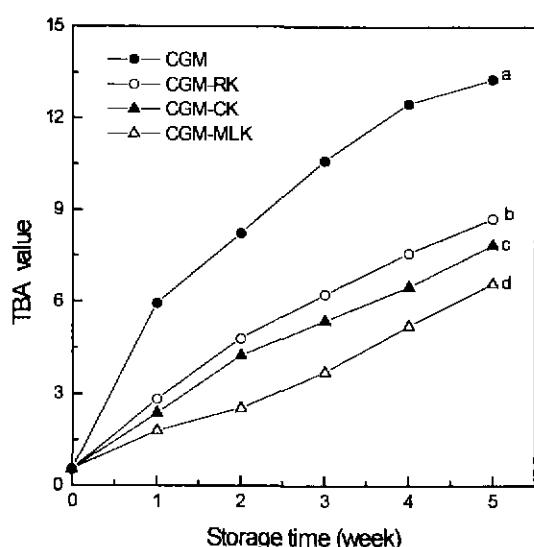


Fig. 1. Changes of TBA values in model systems of cooked ground meat(CGM) and radish kimchi(RK), Chinese cabbage kimchi(CK), mustard leaf kimch(MLK) during the storage at 4°C for 5 weeks. The different letters are significantly different at the 0.01 level of significance as determined by Duncan's multiple range test( $n=3$ ). (See the formulation in Table 1)

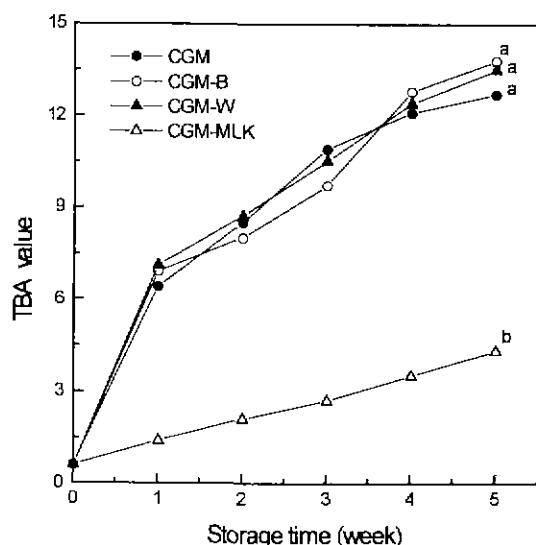


Fig. 2. Changes of TBA values in model systems of cooked ground meat(CGM) and water(W), brine solution(B), mustard leaf kimch(MLK) during the storage at 4°C for 5 weeks. The different letters are significantly different at the 0.01 level of significance as determined by Duncan's multiple range test( $n=3$ ). (See the formulation in Table 2)

Table 3. Changes of peroxide values in model systems of cooked ground meat(CGM) and water(W), brine solution(B), mustard leaf kimchi(MLK) after 5 weeks storage at 4°C

Model system <sup>1)</sup>	Peroxide value(meq/kg)	
	Initial	Final
CGM	3.4±1.2 <sup>2)</sup>	71.3±4.1
CGM-W	3.8±0.8	69.1±3.8
CGM-B	3.5±0.7	70.4±2.4
CGM-MLK	3.9±1.1	17.3±2.9

<sup>1)</sup>See the formulation in Table 2

<sup>2)</sup>Mean±SD

16)가 있는데, 본 실험에서는 풀만을 첨가한 CGM-W 군과 유의성이 없었다. 갓김치를 첨가한 쇠고기의 TBA가 및 과산화물의 값이 다른 군에 비해서 크게 낮은 것은 갓김치에 함유되어 있는 산화 안정성 관련 ascorbic acid 및 phenol계 화합물이 쇠고기 지방질의 산화를 억제했다고 여겨진다. 가열쇠고기에 대한 천연 항산화물질로서 Pratt와 Watts(17,18)는 후추, 양파 등에서 추출한 식물성 flavonoid가 sliced roast beef에 효과적인 항산화물질임을 증명하였고, 또한 대두, 대두단백질 농축물을 각각 첨가하여 산화억제 효과를 얻었다고 보고되어 있다.

갓김치의 속성도와 첨가량이 항산화성에 미치는 영향 발효기간이 다른 김치의 항산화효과를 관찰하기 위

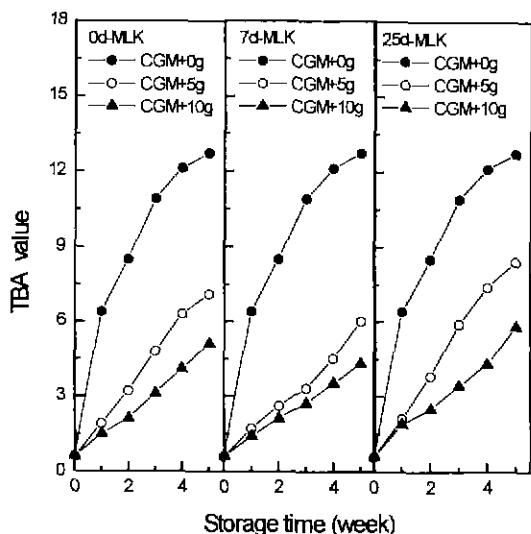


Fig. 3. Changes of TBA values in model systems of cooked ground meat(CGM) and 0, 7, 25 days fermented mustard leaf kimchi(MLK).

해 김치의 첨가량을 달리하여 가열쇠고기에 첨가하여 4°C에서 5주간 저장하면서 TBA값을 측정한 결과는 Fig. 3과 같으며, 김치의 첨가량이 많을수록 항산화효과가 좋음을 볼 수 있다.  $\alpha$ -Tocopherol의 경우 면실류에서 0.05~0.07% 농도에서 최대 항산화효과를 나타내나 고농도 즉, 0.1% 이상에서는 산화 촉진인자로 작용한다는 보고가 있다(19). 그러나갓김치의 경우 첨가량이 많을수록 항산화효과가 높았다. 그리고 발효기간에 따른 항산화성은 15°C에서 7일간 알맞게 숙성된 김치에서 항산화작용이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이는 가열쇠고기와 배추 김치에 대해서 실현한 결과(20)와 같은 경향이었으며 비교적 많은 양을 섭취하는 전통 발효식품인 김치가 항산화성을 나타내는 기능성 식품으로서의 의의가 크다고 여겨진다.

## 요 약

가열쇠고기-갓, 배추, 무김치 model system에 있어서 가열쇠고기 지방질의 산화에 미치는 갓김치 등 세 가지 종류의 항산화성을 4°C에서 5주간 반응시키면서 TBA값을 측정하여 살펴보았다. 김치를 첨가하지 않은 system에서는 현저한 산화반응이 일어났으나 김치를 첨가한 model system의 경우는 지방질의 산화가 완만하였으며 갓김치, 배추김치, 무김치의 순으로 항산화성이 높았다. 갓김치의 항산화효과를 관찰하기 위해 발효기간과 첨가량을 달리한 가열쇠고기-김치 model system의 경우 첨가농도가 높을수록 항산화효과가 높았으며, 발효기간에 따른 항산화성은 15°C에서 7일간 알맞게 숙성된 김치에서 항산화성이 높은 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림수산특정연구사업 연구결과의 일부이며 연구지원에 감사드립니다.

## 문 헌

- Simic, M. G., Jovanovic, V. and Niki, E. : Lipid oxidation in food Am Chem Soc., Washington, DC, p.14 (1992)
- Simic, M. G., Tayler, K. A., Ward, J. F. and Von Sonnat, C. : Oxygen radicals in biology and medicine Plenum Press, New York(1988)
- Schuler, P. : Food antioxidants. Hudson, B. J. F., Elsevier, Amsterdam, p 185(1990)
- 최홍식 : 김치의 생화학적 특성 동아시아 식생화학회지, 5, 89(1995)
- 박진영, 최홍식 : 김치의 항돌연변이성 및 항암성. 김치

- 의 과학, 한국식품과학회편, 서울, p.205(1994)
6. Cheigh, H. S. and Park, K. Y. : Biochemical, microbiological and nutritional aspects of Kimchi (Korean fermented Vegetable products) *Critical Reviews in Food Sci. Nutr.*, **32**, 109(1994)
  7. 송은승, 전영수, 최홍식 . 갓김치의 발효과정 중 chlorophylls 및 carotenoids의 변화와 동희분의 항산화성. 한국식품영양과학회지, **26**, 563(1997)
  8. 이영옥 김치의 항산화 특성과 항산화성 물질에 관한 연구 부산대학교 박사학위논문(1996)
  9. Tarladgis, B. G., Watts, B. M. and Yunathan, M. T. . A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chem.*, **37**, 44(1960)
  10. Bligh, E. G. and Dyer, W. J. . A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian J. Biochem Physiol.*, **37**, 911(1959)
  11. A.O.C.S. . Official and Tentative Method. 2nd ed., Method Cd 8-53, Am. Oil Chem. Soc., Chicago(1980)
  12. 채서일, 김범종 · SPSS/PC+를 이용한 통계분석. 범문사, 서울, p.66(1989)
  13. Wills, R. B. H., Wong, A. W. K., Scriven, F. M. and Greenfield, H. . Nutrient composition of chinese vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 413(1984)
  14. Tims, M. J. and Watts, B. M. : The protection of cooked meats with phosphates. *Food Technol.*, **12**, 240 (1958)
  15. Jane, D. L. and Pearson, A. M. . Lipid oxidation in meat and meal products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **48**, 547(1971)
  16. 문갑숙, 최홍식 . 우육지방질의 산화에 미치는 간장의 항산화작용에 관한 연구. 한국식품과학회지, **18**, 313(1986)
  17. Watts, B. M. : Symposium on foods 'Lipids and their oxidation. The Avi Publ. Co., West Port, Conn., p.202 (1962)
  18. Pratt, D. E. and Watts, B. M. . The antioxidant activity of vegetable extracts. *J. Food Sci.*, **29**, 27(1964)
  19. Cillard, J. and Cillard, P. . Behavior of alpha, gamma and delta tocopherols with linoleic acid in aqueous media. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **57**, 39(1980)
  20. 이영옥, 최홍식 : 김치용매 추출물의 항산화성. 생명과학회지, **6**, 66(1996)

(1997년 9월 4일 접수)