

우육(牛肉) 지방질의 산화에 미치는 김치의 항산화작용에 관한 연구

이영옥*, 최홍식†

*부산여자전문대학 식품영양과
부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

Antioxidative Effect of Kimchi on the Lipid Oxidation of Cooked Meat

Young-Ok Lee* and Hong-Sik Cheigh†

*Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan Women's Junior College, Pusan 614-734, Korea
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 kimchi on the lipid oxidation of cooked meat in model systems. Four model systems of cooked ground meat (CGM), CGM-water (W), CGM-brine (B) and CGM-kimchi (K) were prepared and their oxidation behaviours were evaluated during the storage at 4°C for 5 weeks. Thiobarbituric acid values and peroxide values of the systems of CGM, CGM-B and CGM-W increased significantly with the storage time, however, those values of CGM-K were hardly changed during the time of 5 weeks storage. Antioxidative effect of CGM-K increased with the addition level of kimchi in system. And also in the model systems which were prepared with cooked ground meat and kimchi whose fermentation period is different, the antioxidative effect of well ripened and properly fermented kimchi was higher than that of unripened kimchi during the lipid oxidation process of model systems. These results suggested that kimchi especially the properly fermented kimchi in the systems plays an important role as an antioxidative activity on the lipid oxidation of cooked ground meat.

Key words : kimchi, antioxidative effect, lipid oxidation, fermented vegetable

서 론

지방질의 자동산화는 유기 또는 생체내에서 불포화 지방산을 함유하고 있는 지방질에서 일어나며 free radical 반응에 의해서 진행된다. 먼저 과산화물이 생성되며 이것이 산화분해 및 중합반응을 일으키면서 각종 다양한 2차 산물로 전환되고 또 변태의 원인물질을 만드는 것으로 생각된다. 이러한 지방질의 산화반응은 기름, 과산화물, 관련 호소, 금속이온 등에 의해 촉진되며 금속제거제나 각종 항산화제는 이를 반응을 억제하는 기능을 지닌다(1).

지방질에 대한 항산화작용을 나타내는 주요 물질로는 butylated hydroxy anisole, butylated hydroxy toluene과 같은 phenol계 합성 항산화제들이 있으나, 식품위생상

안정성 문제가 제기되고 있으므로 새로운 안전한 천연 항산화제의 탐색이 지속적으로 요구되고 있다. 천연물 중에는 여러 종류의 항산화 효력을 갖는 물질이 함유되어 있는 것으로 알려지고 있으며 이들 항산화물질은 주로 식물체에 존재한다. 특히 최근에는 식용(食用) 식물에 존재하는 항산화 효력이 있는 물질들이 주목되고 있으며 그 중에서도 tocopherol, L-ascorbic acid, carotenoids와 chlorophylls, 합성아미노산 및 아미노산 유도체, glutathione, 갈변물질과 flavonoids를 비롯한 페놀 화합물 등이 관심의 대상이 되고 있다(2,3).

김치는 우리나라 고유 전통식품으로서 채소에 식염을 넣고 절여 발효시킨 것이다. 김치에 사용되는 재료는 다양하며 녹황색 채소류 외에 고추·마늘 등이 사용되고 또한 젖산균 및 효모 등의 균주들이 관여하고 있다. 따라서 김치 속에는 다양한 물질들이 존재할 것으로 생각되며 그 가운데 위에서 예시한 물질 등 여러가지

*To whom all correspondence should be addressed

종류의 항산화성 물질이 존재할 것으로 사료된다. 그러나 이러한 김치에 대한 연구는 김치의 역사, 발효와 미생물, 가공과 저장, 유기산, 향미성분, 질산염, 비타민, 효소 등과 같은 연구 결과는 다수 보고되어 있으나 김치의 항산화작용에 관한 연구는 거의 없었다.

본 연구에서는 김치의 항산화작용을 살펴보기 위하여 우육과 김치 등으로 구성된 몇가지 모델시스템을 만들고 이들을 일정한 조건에서 산화반응시켰을 때, 우육지방질의 산화에 미치는 김치의 영향을 연구하였으며 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 배추는 경남 김해에서 1993년 8월 26일 파종하여 12월 중순에 수확한 가락신 1호(중앙종묘)로서 배추의 중량은 2.0~3.0kg이었다. 그리고 파, 생강은 김치제조 당일 아침 부산의 부전시장에서 구입하였고 고추는 영양농협조합의 영양고추(영양재래종)을, 마늘은 경남 거제에서 재배된 마늘을, 소금은 정제염을, 설탕은 정제당을 각각 사용하였다.

김치의 제조

배추를 흐르는 물에 깨끗이 씻은 후 2×3cm 크기로 균일하게 썰어 배추 100g당 15% 소금물 100ml에 2시간 절인 후(1시간 초과 후 아래, 위의 위치 바꿈) 200ml의 물로 두번 행구어 채에 30분간 밭혀 물기를 뺐다. 여기에 Table 1과 같은 비율의 양념을 넣고 버무려 김치를 제조하였다. 이 김치를 뚜껑이 있는 유리병에 넣은 후 15°C에서 일정기간 발효시키면서 실험에 이용하였다. 시료별로 김치를 제조하여 발효시킨 김치 시료는 1kg씩 polyethylene film bag에 담아 밀봉상태로 -20°C를 유지하는 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

김치의 염도, pH 및 산도의 측정

염도는 김치 100g을 마쇄하여 얻어진 김치액 2ml를

Table 1. Ingredients ratio of kimchi preparation

Ingredients (Scientific name)	Ratio (g)
Raw chinese cabbage (<i>Brassica campestris</i>)	100
Green onion (<i>Allium fistulosum</i>)	4
Garlic (<i>Allium sativum</i>)	2
Red pepper (<i>Capsicum annum</i>) powder	2
Ginger (<i>Zingiber officinale</i>)	1
Sugar	1

취하여 증류수 8ml로 희석하고 0.1N silver nitrate (AgNO_3) 용액으로 적정하였으며 지시약으로는 10% potassium chromate (K_2CrO_4) 0.5ml를 사용하였고 적갈색 침전이 생기는 점을 종말점으로 하였다(4,5). 그리고 김치액의 pH 측정은 pH meter (Orion Research Inc, U.S.A.)로 직접 측정하였고, 산도는 김치액 2ml를 취하여 증류수를 가하여 50ml로 정용한 후 1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1N NaOH용액으로 적정하여 lactic acid(%)로 계산하였다(5).

가열우육(牛肉)의 조제

우육 재료의 처리 및 model system의 조제방법은 Fig. 1과 같다. 도살 직후의 한우(韓牛) 우둔육을 구입하여 이를 -25°C에서 3일간 냉동 저장하였다가 6°C에서 24시간 냉장하는 방법으로 원료육의 전처리를 행하였다. 다음 지방층을 제거한 살코기 부분만을 초퍼에서 2회 세절 하되 처음에는 6.8mm plate를 나중에는 3.5mm plate를 이용하였다. 이와 같이 처리한 우육의 수분 함량은 74.6%, 조지방질은 2.0%, 조단백질은 21.5%였다. Petri dish에 위와 같이 처리한 우육 10g을 취하고 microwave oven (Goldstar Co., Korea)에서 1분간 열처리를 행한 다음 시료별로 model system을 조제하였다.

가열우육과 김치 등으로 구성된 model system의 조제

김치의 우육지방질에 대한 항산화성을 관찰하기 위한 model system은 Table 2와 같이 조제하였다. 즉 petri

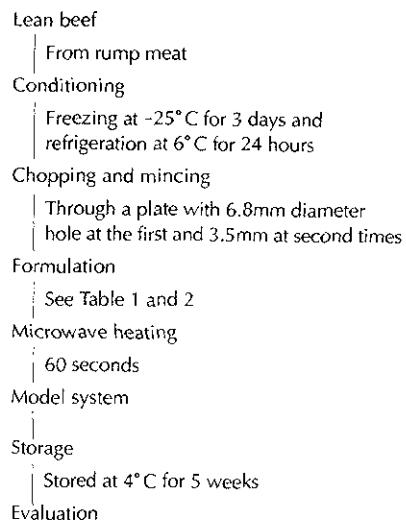


Fig. 1. Experimental flow diagram for the preparation of model system (6).

dish에 cooked ground meat(쇠고기 CGM으로 표기) 10g 만을 취한 군과, CGM 10g에 중류수 10ml을 첨가한 군(CGM-W), CGM 10g에 김치와 동일 염 농도의 소금물 10ml를 조합한 군(CGM-B), CGM 10g에 김치 10g을 조합한 군(CGM-K) 등으로 model system을 조제하였다. 이때 사용한 김치는 15°C에서 7일간 발효시킨 김치를 waring blender로 2분간 마쇄하여 사용하였다. 조제된 model system의 각 시료를 4°C에서 5주간 저장하면서 함유 우육지방질의 산화 양상을 경시적으로 살펴보았다.

한편, 가열우육에 대한 김치의 첨가 농도를 달리한 model system의 조성은 Table 3과 같다. 즉, petri dish에 CGM 10g과 첨가농도 수준별로 일정한 김치를 조합하였으며, 발효기간별로는 발효 초일 김치(0d-K), 발효가 일맞게 된 7일 김치(7d-K)를 각각 사용하였다.

항산화성 실험

저장 기간별 TBA(thiobarbituric acid)는 Tarladgis 등(7)의 방법으로 측정하였으며 과산화물가는 먼저 Bligh 와 Dyer법(8)으로 지방질을 추출하여 AOCS상법(9)으로 측정하였다. 이때 petri dish 한개의 시료분석을 3회 반복하여 평균치를 구하였다.

결과 및 고찰

시료김치의 염도 pH 및 산도

본 실험에 사용된 김치의 염도, pH 및 산도를 조사한

결과는 다음과 같다. 염도는 2.7로서 다른 여러 결과들(4,10,11)과 비교했을 때 적당한 정도의 농도라고 판단되었다. 민과 원(12)은 염도 3.0%인 김치를 5~14°C의 저온에서 발효시켜 pH 4.2(산도 0.6~0.8%)일 때 적당한 정도로 익었다고 하였고 구 등(13)은 pH 4.2~4.4일 때가 먹기에 적당한 신맛 범위라고 하였다. 이들의 실험 결과와 비교해 볼 때 본 실험에서 가장 맛이 좋은 발효 기간은 15°C에서 7~8일인 것으로 나타났다. 본 실험에서 7일간 발효시킨 김치의 pH와 산도는 각각 4.5 및 0.56 %였다.

가열우육 지방질의 산화에 미치는 김치의 항산화성

가열우육 지방질에 대한 김치의 항산화작용을 살펴보기 위해 CGM, CGM-W, CGM-B, CGM-K의 4종류 model system을 만들어 4°C에서 5주간 저장하면서 저장 기간별 함유지방질의 산화양상을 TBA가의 변화로 살펴 본 결과 Fig. 2와 같으며 과산화물가는 Table 4와 같다.

우육과 김치를 조합한 CGM-K의 TBA가는 저장기간 중 크게 증가하는 경향을 보이지 않았으나 CGM, CGM-W, CGM-B들은 저장기간 중 계속 산화가 진행되었다. 특히 저장 1주일의 경우 CGM-K는 거의 변화가 없으나 다른 처리구들에는 이미 이때 11~12의 범위를 그리고 5주 경과 후에는 14 이상의 TBA가를 나타내었다. 이러한 결과는 CGM 그 자체나 여기에 김치를 첨가한 양 만큼의 중류수 또는 염용액을 첨가한 경우 모두 본 실험의 저장조건에서 우육지방질의 산화가 비교적 활발

Table 2. Formulation of model systems with cooked ground meat (CGM) and kimchi or others

Model system	Formulation of model system ^a
CGM	Cooked ground meat (CGM) 10g only
CGM-W	CGM 10g+distilled water 10ml
CGM-B	CGM 10g+brine solution 10ml ^b
CGM-K	CGM 10g+blended kimchi 10g

^aSamples of each system were weighed into glass petri dish, mixed and heated in a microwave oven 1 min.

^b2.7% brine solution was used

Table 3. Formulation of cooked ground meat (CGM)-kimchi samples coded by amount of kimchi added

Code	Formulation
CGM-7d-K-2	CGM 10g+(7day-fermented-kimchi 2g+water 8ml)
CGM-7d-K-4	CGM 10g+(7day-fermented-kimchi 4g+water 6ml)
CGM-7d-K-6	CGM 10g+(7day-fermented-kimchi 6g+water 4ml)
CGM-7d-K-8	CGM 10g+(7day-fermented-kimchi 8g+water 2ml)
CGM-7d-K-10	CGM 10g+(7day-fermented-kimchi 10g only)
CGM-0d-K-10	CGM 10g+(unfermented-kimchi 10g only)

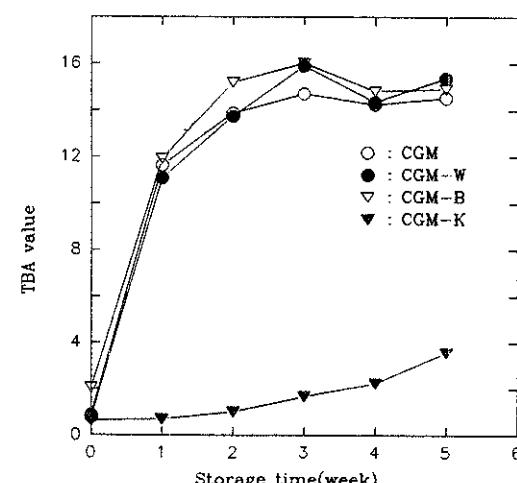


Fig. 2. Changes of TBA values of model systems during the storage at 4°C for 5 weeks.

Table 4. Peroxide values of model systems after 5 weeks of storage at 4°C

Model system ¹⁾	Peroxide value (mEq/kg)	
	Initial	Final
CGM	4.9±3.0 ²⁾	87.6±7.8
CGM-W	4.7±3.3	79.7±10.3
CGM-B	5.4±4.0	98.4±12.3
CGM-K	4.0±2.2	24.1±4.3

¹⁾See formulation condition of model system in Table 2²⁾Mean±SD

히 진행됨을 보여 주었다. 그러나 CGM에 김치를 첨가하였을 때 동 지방질의 산화는 크게 저지되었으므로 김치의 항산화성을 확인할 수 있었다.

한편 과산화물가는 저장 첫날에는 4.0~6.0의 값을 보였으나 4°C에서 5주 동안 저장한 후에는 CGM-K는 24내외를 기다는 모두 79 이상의 높은 값을 나타내었다.

이와 같은 TBA가 및 과산화물가의 변화는 김치를 첨가한 CGM-K가 높은 산화안정성을 보였고, 따라서 김치성분이 우육지방질에 대하여 항산화작용을 하고 있음을 알 수 있었다. Green(14)은 냉장온도로 저장한 신선육에서도 급속히 지방질의 산화가 진행되고 Tims과 Watts(15)는 열처리를 받은 식육 지방질의 산화는 크게 가속된다고 보고하고 있는 바 본 실험에서 김치가 조합되지 않은 기타 계에서의 높은 산화현상은 이와 같은 보고들과 일치하고 있다. 또한 식염이 조합된 CGM-B의

경우 특히 TBA값 및 과산화물값이 높아 식염 첨가가 산화를 촉진시켰다는 문과 죄(6)의 보고와 본 실험의 결과가 일치하고 있다. CGM-K 경우에도 이와 동일한 수준의 식염이 함유되어있으나, 산화가 많이 진행되지 않은 것은 김치성분 중에 항산화작용이 있기 때문으로 판단된다.

가열우육 지방질의 산화에 대한 김치의 첨가농도별 발효기간별 항산화성

김치의 첨가 농도가 가열우육의 산화에 미치는 항산화 효과를 관찰하기 위해 가열우육에 농도를 달리한 김치를 조합하여 4°C에서 5주간 저장하면서 TBA값을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 김치의 첨가 농도를 달리하여 가열우육에 조합하였을 때 각 model system의 TBA가들은 김치의 첨가 농도가 높을수록 항산화 효과가 높았다. 김치의 경우 첨가 농도가 높을수록 항산화작용이 증가하는 것은 비교적 많은 양을 섭취할 수 있는 우리의 전통식품인 김치가 생체 내에서 항산화 작용에 관여 할 수 있는 물질로서 중요한 의의를 가질 것으로 사료된다.

한편, 발효기간에 따른 김치의 항산화성을 살펴보기 위하여 김치담금초일(0d-K) 및 7일 발효 김치(7d-K)와 CGM을 조합한 model system을 조제하고 4°C에서 5주간 저장하면서 우육지방질의 TBA가에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Fig. 4와 같다.

발효 초일의 김치인 미발효 김치 보다 맛이 좋은 7일

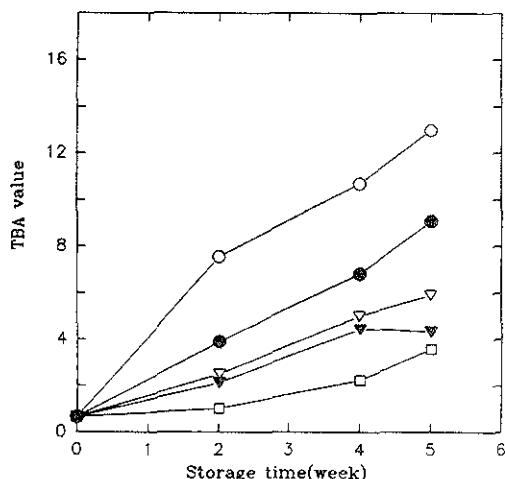


Fig. 3. Changes of TBA values of model systems with different level of kimchi added during the storage at 4°C for 5 weeks.

○ : CGM-7d-K-2 ● : CGM-7d-K-4
 ▽ : CGM-7d-K-6 ▽ : CGM-7d-K-8
 □ : CGM-7d-K-10

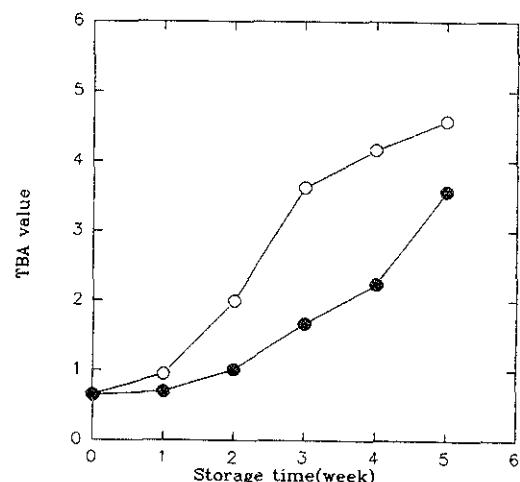


Fig. 4. Changes of TBA values of model systems with unfermented and 7day-fermented-kimchi added during the storage at 4°C for 5 weeks.

○ : CGM-0d-K-10 ● : CGM-7d-K-10

간 발효된 김치의 경우가 항산화성이 높게 나타났다. 즉, 재료의 조합 그 자체 보다 조합하여 7일간 발효된 김치에서 항산화성이 더 높다는 것이다. 이는 앞으로 계속해서 규명해 보아야 할 것이나 김치의 항산화 작용은 발효와 관계가 있음을 추론할 수 있다. 지금까지 알려진 바로는 김치 속의 항산화 관련 성분 즉, ascorbic acid (16-18), chlorophyll화합물 (19), 페놀성분, 페놀성분 (20) 등이 발효기간에 따라 각각 생화학적 변화를 하고 있는 것으로 알려지고 있다. 따라서 이들의 변화가 김치의 항산화성의 차이에 직접 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 특히, 김치의 숙성과정에 비타민 C의 함량이 증가하여 chlorophyll도 여러가지 유도체로 변화된다고 하였다.

요 약

우육-김치 model system에 있어서 우육 지방질의 산화에 미치는 김치의 항산화성을 살펴보았다. 가열 마쇄한 우육지방질의 산화에 미치는 김치의 영향을 TBA가 및 과산화물과 등으로 조사하여 본 결과 김치를 첨가한 model system의 경우는 지방질의 산화가 완만하였으나 김치를 첨가하지 않는 system에서는 현저한 산화반응 현상이 있었다. 따라서, 김치는 우육지방질의 산화억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 김치의 첨가 농도를 달리 한 system의 경우 김치의 첨가 농도가 높을수록 항산화 효과가 높았으며, 발효기간에 따른 항산화성은 재료를 조합한 발효 초일의 생김치 보다 15°C에서 7일간 발효된 김치 즉, 알맞게 숙성된 김치에서 항산화성이 높은 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구의 일부 결과는 1994년도 교육부지원 '한국학술진흥재단 94자유공모 학술연구조성비'에 의하여 이루어진 것이며 이에 깊히 감사드립니다.

문 현

- 최홍식 : 지방질의 과산화와 영양. *한국영양식량학회지*, 23, 867 (1994)

- 최홍식 : 김치의 생화학적 특성. *동아시아 식생활학회지*, 5, 89 (1995)
- Cheigh, H. S. and Park, K. Y. : Biochemical, microbiological and nutritional aspects of kimchi (Korean fermented vegetable products). *Critical Reviews in Food Sci. and Nutr.*, 34, 109 (1994)
- 조영, 이혜수 : 김치의 맛성분에 관한 연구. *유리 아미노산 및 유리당에 관하여. 한국식품과학회지*, 11, 26 (1979)
- 食品分析ハンドブック : 建帛社 (1982)
- 문갑준, 최홍식 : 우육지방질의 산화에 미치는 간장의 항산화작용에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 18, 313 (1986)
- 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)
- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. : A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian J. Biochem and Physiology*, 37, 911 (1959)
- Ame. Oil Chem. Soc. : *Official and tentative method*. Ame. Oil Chem. Sci., Illinois (1980)
- 김현옥, 이혜수 : 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구. *한국식품과학회지*, 7, 74 (1975)
- 우경자, 고경희 : 절임 정도에 따른 배추 김치의 질감과 맛에 관한 연구. *한국조리과학회지*, 5, 31 (1989)
- 민태익, 권태완 : 김치 발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. *한국식품과학회지*, 16, 443 (1984)
- 구경형, 장근욱, 김우정 : 김치의 발효 과정 중 품질 변화. *한국식품과학회지*, 20, 476 (1988)
- Green, B. E. : Lipid oxidation and pigment changes in raw beef. *J. Food Sci.*, 34, 110 (1969)
- Tims, M. J. and Watts, B. M. : The protection of cooked meats with phosphates. *Food Technol.*, 12, 240 (1958)
- 이태녕, 김점식, 정동호, 김호식 : 김치 성분에 관한 연구(제2보), 김치 숙성과정에 있어서의 비타민 함량의 변화. *과연汇报*, 5, 43 (1960)
- 우경자 : 김치의 숙성환경이 비타민 C의 생합성 및 파괴에 미치는 영향. *서울대학교 석사학위논문* (1968)
- 이태영, 이경원 : 김치숙성 중의 비타민 C 함량의 소장 및 galacturonic acid의 첨가 효과. *한국농화학회지*, 24, 139 (1981)
- 김예숙, 이혜수 : 배추의 가열과 산 발효에 따른 chlorophylls의 변화. *한국조리과학회지*, 1, 27 (1985)
- Uda, Y., Ozawa, Y., Takayama, M., Suzuki, K. and Maeida, Y. : Free and soluble bound phenolic acids in some cruciferous vegetables. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaiishi*, 35, 360 (1988)

(1995년 10월 6일 접수)