

발효시간이 다른 김치의 우육지방질에 대한 항산화성

이영옥* · 박건영 · 최홍식[†]

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소
*부산여자전문대학 식품영양과

Antioxidative Effect of Kimchi with Various Fermentation Period on the Lipid Oxidation of Cooked Ground Meat

Young-Ok Lee*, Kun-Young Park and Hong-Sik Cheigh[†]

Dept. of Food Science and Nutrition, and Kimchi Research Institute, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea
*Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan Women's Junior College, Pusan 614-734, Korea

Abstract

The antioxidative effects of kimchi on the lipid oxidation of cooked ground meat and major related antioxidative components during fermentation period were studied. The model systems of cooked ground meat (CGM) with unfermented kimchi (CGM-0d-K), CGM with 7 day-fermented-kimchi (CGM-7d-K), and CGM with 16 day-fermented-kimchi (CGM-16d-K) were prepared and stored at 4°C for 4 weeks to evaluate oxidation characteristics of meat lipids. Well fermented kimchi, CGM-7d-K in model systems, exhibited higher antioxidative activity than others toward the lipid oxidation of cooked meat. During the fermentation of kimchi, the contents of ascorbic acid, β -carotene, total chlorophylls and total phenolic compounds were determined and the values of those were 10.0mg%, 0.3015mg%, 29 μ moles/100g and 27mg% at the initial stage, respectively. As compared to 0 day fermentation, the contents of ascorbic acid and total phenolic compounds were increased by 194% and 143%, respectively on 7 day fermentation, and then these were decreased gradually. However, β -carotene and total chlorophyll contents were decreased slowly over the fermentation period. It was considered that ascorbic acid, chlorophylls and phenolic compounds were major antioxidative components in kimchi systems.

Key words: kimchi, antioxidative effect, fermentation period

서 론

김치는 우리 나라 고유의 채소 발효식품이다. 김치는 여러가지 채소류를 재료로 사용하며 젖산발효 등 발효 과정에 의하여 숙성되는 독특한 식품이다. 따라서 김치는 천연의 여러가지 성분을 함유하고 있으며 그 가운데 지방질의 산화를 억제하는 항산화 기능성 물질도 함유하고 있다고 생각된다. 배추, 고추, 마늘 등의 김치 재료에는 항산화물질로 알려진 ascorbic acid, carotenoids, phenolic compounds, chlorophylls, 함황물질 등의 항산화성 물질이 존재하고 있으며 따라서 이들에 의한 김치의 항산화성이 부분적으로 구명된 바 있다.

지금까지 채소 발효식품의 항산화성에 대한 것은 잘

알려져 있지 않으며 다만 전보에서(1) 우육지방질에 대한 김치의 항산화성을 우육-김치 모델을 사용하여 살펴 본 바 있다. 이 결과에 의하면 김치를 첨가한 모델 시스템의 경우 지방질의 산화가 완만하게 일어났으나 김치를 첨가하지 않은 다른 시스템에서는 현저한 산화가 일어났으며 산화정도는 김치의 첨가량 등에 영향을 받았다. 또한 김치의 발효과정은 김치가 갖는 항산화성에 영향을 줄 수 있다고 판단되었다(1).

본 연구에서 이러한 김치의 항산화성이 발효진행에 따라 어떻게 달라지는가에 대한 검토가 필요하다고 생각되어 발효기간이 다른 여러가지 김치를 우육에 첨가하여 김치의 우육지방질에 대한 항산화효과를 살펴 보았다. 또한 발효기간에 따라 항산화성과 관련이 있는

[†]To whom all correspondence should be addressed

주요 성분들인 ascorbic acid, β -carotene, 총 chlorophylls, 총 phenolic compounds 등의 변화를 분석하여 함께 고찰하였다.

재료 및 방법

재료, 김치 담금방법, 가열우육의 조제

김치 담금재료, 담금방법, 발효온도(15°C), 가열우육의 조제 등의 방법은 전보(1)와 동일하게 실시하였다.

가열 우육과 발효기간이 다른 김치의 모델시스템 조제

가열 우육과 발효기간이 다른 김치와의 모델시스템의 조성은 Table 1과 같다. 즉, cooked ground meat (CGM)와 김치를 발효기간을 달리하여 조합하였으며 이때 첨가한 김치의 발효기간에 따라 CGM-0d-K(발효당일), CGM-7d-K(발효 7일), CGM-16d-K(발효 16일) 등의 모델시스템을 만들었다. 그리고 이들 모델시스템은 petri dish에 CGM 10g과 발효기간이 다른 마쇄김치 8g(또는 2g) 및 증류수 2ml(또는 8ml)를 조합하여 각각의 모델시스템을 조제하였으며 이들을 4°C에서 4주간 저장하면서 우육 지방질의 산화 양상을 경시적으로 살펴 보았다.

항산화성 실험

모델시스템의 저장 기간에 따른 우육지방질의 산화 양상은 thiobarbituric acid value(TBA)를 측정하여 살펴 보았다. TBA는 Tarladgis 등(2)의 방법에 의하였으며 이때 petri dish 한개의 시료분석을 3회 반복하여 평균치를 구하였다.

Ascorbic acid, β -carotene 총 chlorophylls 및 총 phenolic compounds 분석

Ascorbic acid는 hydrazin 비색법으로 spectrophotometer(Cary 13, Australia)을 이용하여 530nm에서

비색정량했다(3). β -Carotene은 마쇄한 김치시료를 acetone과 hexane으로 추출하여 436nm에서 비색정량했으며(4), chlorophylls은 White 등(5)의 방법으로 함량을 구하였다.

총 phenolic compounds 분석은 동결건조가루 5g을 50ml methanol에 하루밤 침지시킨 뒤, 침지에 사용하였던 methanol과 함께 시료를 2분 동안 균질화시키고 water bath에서 5분 동안 끓인 다음 Whatman filter paper No. 42로 여과하고, 그 잔여물을 뜨거운 methanol로 씻어 계속 여과하여 불용성 잔여물은 제거하였다. 그런 다음 여과물들을 모아서 rotary evaporator에서 농축시킨 뒤 다시 methanol에 녹여 100ml로 정용하였다. 이 여과액 0.1ml에 2% Na_2CO_3 2ml를 넣고 2분 후에 50% Folin-Ciocalteu reagent 0.1ml를 가하여 실온에서 30분간 incubation 시킨 다음 750nm에서 흡광도를 측정하여 그 함량을 산출하였다(6).

통계처리

실험 결과는 ANOVA(one way analysis of variance)로 검사한 후 Duncan's multiple range test로 각 군의 평균간의 유의성을 검정하였다. 연구결과의 통계처리는 SPSS package를 이용하여 수행하였다(7).

결과 및 고찰

발효기간이 다른 김치의 항산화성

가열 우육에 발효기간이 다른 김치를 첨가하여 Table 1과 같은 모델시스템을 조제한 다음 산화반응을 시킨 후 TBA를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 즉, 김치를 첨가한 모델시스템의 지방질 산화는 첨가하지 않은 시스템에 비하여 현저하게 억제되었다. 그리고 김치의 첨가량에 관계없이 발효시키지 않은 김치(발효 당일 김치)와 발효기간이 길었던 김치(발효 16일)는 알맞게 익은 7일간 발효시킨 김치 보다 항산화성이 낮게 나타났다. 특히 발효시키지 않은 김치 보다 과숙된 김치의 경우에 항산화성이 더 낮게 나타나고 있다. 이

Table 1. Formulation of cooked ground meat with kimchi of different fermentation periods

Designation	Formulation
CGM-0d-K-2	CGM 10g + (unfermented kimchi 2g + water 8ml)
CGM-0d-K-8	CGM 10g + (unfermented kimchi 8g + water 2ml)
CGM-7d-K-2	CGM 10g + (7day fermented kimchi 2g + water 8ml)
CGM-7d-K-8	CGM 10g + (7day fermented kimchi 8g + water 2ml)
CGM-16d-K-2	CGM 10g + (16day fermented kimchi 2g + water 8ml)
CGM-16d-K-8	CGM 10g + (16day fermented kimchi 8g + water 2ml)

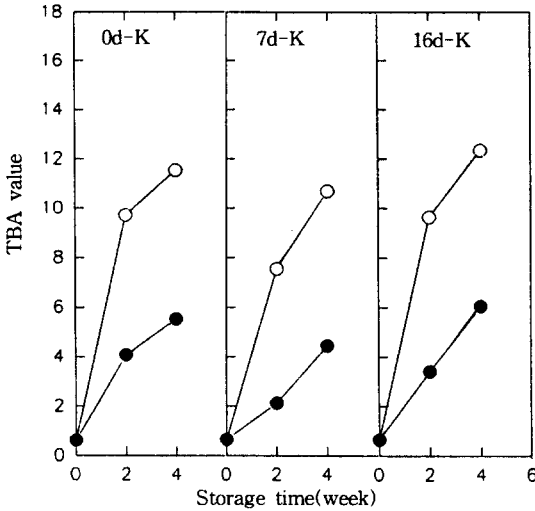


Fig. 1. Changes in TBA values of samples with different fermentation periods and different level of kimchi during the storage at 4°C for 4 weeks.

○ : Cooked ground meat 10g+kimchi 2g
 ● : Cooked ground meat 10g+kimchi 8g

와 같은 사실은 발효가 진행됨에 따라 항산화성이 서로 달랐고 이러한 항산화성의 차이는 김치의 발효와 관련된 물질들의 변화와 관계가 있을 것으로 생각된다.

지금까지 김치의 항산화성에 관한 논문은 전보(1) 이외에는 거의 없었으며 전보의 실험에서 발효에 따른 김치의 항산화성 차이를 이미 시사한 바 있었다(1). 지금까지 보고된 바에 의하면 김치발효과정 중 ascorbic acid 외에 여러가지 물질들이 변화한다고 하였으며(8-11), 따라서 그러한 변화가 김치의 항산화성에 직접 영향을 준 것으로 판단된다.

김치 발효진행에 따른 김치의 항산화성

위에서 살펴 본 바와 같이 발효 0일, 7일, 16일 김치의 항산화성은 서로 다른 결과를 보였다. 그러나 김치의 발효는 지속적으로 진행되고 있으므로 이에 따른 발효진행별 김치의 항산화성을 좀 더 자세히 살펴 보기 위하여 0~16일간의 발효기간 중 1일 간격으로 김치시료를 채취하여 김치의 항산화성을 살펴 보았다. 즉, petri dish에 CGM 10g과 해당 발효일의 마쇄김치 8g, 증류수 2ml를 조합하여 모델시스템을 조제하고 이들을 4°C에서 2주간 반응시켜 TBA가를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다.

발효가 진행됨에 따라 항산화효과도 점점 증가하여 3일에서 6일간 발효된 김치의 항산화성은 거의 비슷하

게 나타났으며, 7일간 발효된 김치의 경우 항산화성이 가장 높게 나타났다. 그러나 그 이후 점점 감소하였으며 8~9일간 발효된 김치의 항산화성은 더 급격히 저하되었으나 그 이후에는 완만하게 감소하였다.

발효의 진행에 따라 항산화성이 달라지고 있었으므로 항산화 관련 물질 역시 발효진행에 따라 변화할 것으로 추정되며 이러한 변화가 김치의 항산화성에 직접 영향을 줄 것으로 여겨진다. 이와같은 영향을 주는 주요 항산화 관련물질은 잠정적으로 ascorbic acid, carotene, chlorophylls 및 phenolic compounds로 생각되었다(12).

발효기간 중 김치의 ascorbic acid 및 β-carotene 함량의 변화

발효기간 중 항산화 관련 성분인 ascorbic acid 및 β-carotene의 함량 변화는 Fig. 3과 같다. Ascorbic acid의 함량은 담금 직후 10mg/100g이었으나 7일간 발효시킨 김치는 19.43mg/100g으로 가장 높게 나타났다가 다시 감소하는 경향을 보였다. 지금까지 알려진 바에 의하면 김치는 특히 ascorbic acid의 좋은 공급원으로 알려져 있는데 ascorbic acid는 숙성 적기에 그 함량이 증가하며(8-10) 이런 ascorbic acid의 증가는 미생물 또는 재료의 효소작용에 의해 생합성되는 것으로 추정되고 있다. 아직도 분명하지는 않지만 실제로 김치에 galacturonic acid를 첨가하면 ascorbic acid 함량이 증가한다고 하였으며 배추의 성분인 펙틴질은 ascorbic acid의 좋은 기질이 되는 것으로 추정하고 있다(11).

한편, Hwang(13)에 의하면 ascorbic acid의 순수 수용액에서 식초, 설탕, 소금, 파, 마늘, 깨, 간장, 후추, 고추 및 생강 등은 ascorbic acid의 파괴를 억제하고

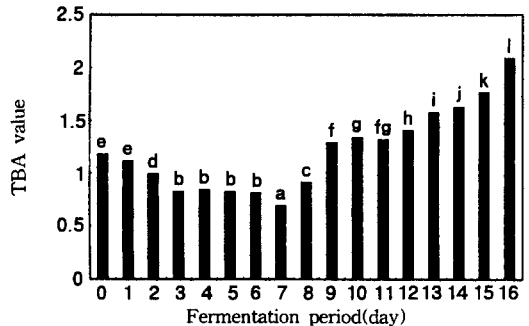


Fig. 2. Changes in TBA values of CGM-kimchi model system with different fermentation period of kimchi during storage at 4°C for 2 weeks.

The different letters surmounted on the bars are significantly different at the 0.01 level of significance as determined by Duncan's multiple range test(n=3).

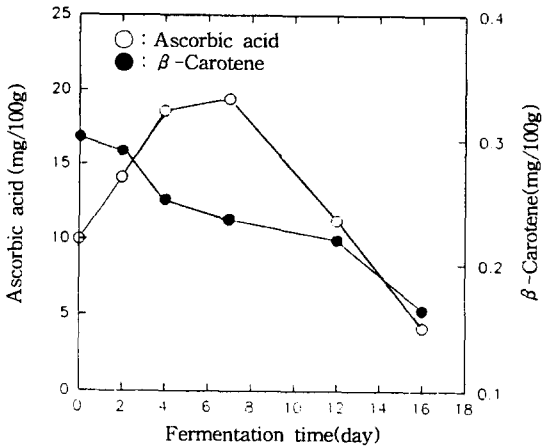


Fig. 3. Changes in ascorbic acid and β -carotene during kimchi fermentation at 15°C.

서로의 상호작용에 의해 ascorbic acid의 양이 증가되며, 지방이 풍부한 조미료와 새우젓은 ascorbic acid의 잔존율을 감소시킨다고 하였다. Lim(14)에 의하면 유허화합물질은 채소의 조리중에 발생하는 ascorbic acid의 손실을 감소시킨다고 하였다. 그리고 전(15)에 의하면 전분을 첨가하여 김치를 발효시켰을 때 ascorbic acid의 함량이 증가하였고, 우(9)에 의한 실험에서는 포도당을 첨가한 김치에서 숙성 적기에 ascorbic acid 함량이 증가하였다고 보고한 바 있다. 우(9)는 김치 발효 중 호기적인 조건이 ascorbic acid의 생합성과 파괴에 큰 영향을 주고 glucose와 galacturonic acid가 김치 숙성중 ascorbic acid 생합성의 기질로 이용되며 특히 후자가 효과적인 것으로 추정하였다. 정 등(16)은 당류의 첨가가 ascorbic acid 함량에 영향을 미치지 않는다고 하였으나, 우(9)는 포도당의 첨가시 김치의 숙성 적기에 ascorbic acid의 함량이 증가한다고 하였으며, Han(17)은 glycine, methionine 및 phenylalanine이 ascorbic acid의 산화를 억제하여 잔존율을 높였다고 보고하였다. 한편, 김치를 담그는 용기에 따라 ascorbic acid의 함량 변화도 보고되고 있다(8,18). 따라서 ascorbic acid는

김치발효 환경에 따라 그 함량의 변화가 계속될 것으로 생각되며 대체로 김치의 발효가 적당할 때 그 함량이 높으며 이러한 상황이 부분적으로 김치의 항산화성에 영향을 줄 것으로 생각된다.

또한 담금 직후의 β -carotene 함량은 0.30mg/100g 이었으나 β -carotene은 발효가 진행됨에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 국내 고추품종에 따라 β -carotene 함량은 16.8과 11.6mg/100g으로 다르게 나타났으며(19) Fujimoto 등(20)에 의하면 capsaicin과 α -tocopherol의 공존이 carotenoid의 안정화에 효과적이었다고 보고한 바 있다. 본 실험에서는 김치의 발효가 진행됨에 따라 미생물에 의한 이용과 발효환경 조건 등에 의해 감소되는 것으로 생각되며 상대적으로 ascorbic acid에 비하여 김치의 항산화성에 미치는 영향이 작을 것으로 생각된다.

발효기간 중 김치의 총 phenolic compounds 및 총 chlorophylls 함량의 변화

발효기간에 따른 김치의 phenolic compounds 변화는 Table 2에 나타난 바와 같다. 즉, phenolic compounds는 담금 직후가 27mg%였으며 발효가 진행됨에 따라 증가하여 7일간 발효한 김치의 총 phenolic compounds가 높은 것으로 나타났다. 그리고 발효 후기에 이르러 다시 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 십자화과 채소의 신선한 잎에는 p -hydroxybenzoic acid, vanillic acid protocatechuic acid 같은 hydroxybenzoic acid와 hydroxycinnamic acid인 p -coumaric, ferulic, caffeic, sinapic acid의 cis-와 trans-isomers가 있음이 보고된 바 있다(21). 십자화과 채소의 침출액에서 phenol, guaiacol과 그들의 ethyl과 vinyl derivatives 등의 휘발성 phenolic compounds가 분리되었는데 절여진 잎의 경우 저장기간이 길수록 phenolic compounds의 상대적인 양이 증가하였다. 이것은 p -coumaric과 ferulic acid 같은 phenolic acids가 미생물과의 작용으로 phenol

Table 2. Changes in total phenolic compounds and chlorophylls content during kimchi fermentation at 15°C

Fermentation time(day)	Total phenolic compounds(mg%)	Total chlorophylls(μ moles/100g)
0	26.9 ^a ± 0.7 ^b	28.9 ± 0.9
2	29.1 ± 0.2	—
4	30.1 ± 1.4	—
7	38.2 ± 0.2	24.2 ± 1.2
12	36.8 ± 0.1	—
16	35.0 ± 0.7	21.1 ± 1.1

^aChlorogenic acid was used as standard materials

^bMean ± SD

의 ethyl 또는 vinyl 유도체를 생성하기 때문이라고 하였다. 이는 본 실험의 결과 발효가 진행됨에 따라 총 phenolic compounds의 증가현상과도 일치하고 있다.

십자화과에서 flavonol은 노란숙잎에 비해 푸른 바깥쪽 잎에 훨씬 많으며 이는 광반응의 영향으로 여겨지고 있다. 즉, savoy cabbage의 경우 속잎에는 quercetin과 kaempferol이 1mg/kg 이하이나 바깥쪽 잎은 29mg/kg의 kaempferol과 5mg/kg의 quercetin을 함유하고 있으며 leek의 바깥쪽 푸른 잎에는 가식부인 흰부분 보다 kaempferol과 quercetin glycoside가 10배나 많았다(22). 대부분의 채소에서 flavone과 flavonol glycoside의 함량은 상당히 적은 것으로 나타났는데 배추잎의 경우 kaempferol이 11mg/kg, quercetin이 3mg/kg이었다. 그리고 Herrmann 등(22)은 quercetin이 ethyl과 propyl gallate와 tocopherol 보다 ethyl linoleate의 자동산화를 더 효과적으로 억제하며, 버터지방과 라드에 15mg/100g의 농도로 강력한 항산화제로서 작용한다고 보고 했다. 채소와 향신료의 항산화성은 주로 quercetin의 유도체인 flavonol에 의한 것이며 flavonol은 ascorbic acid를 파괴하는 구리같은 중금속이온이 존재할 때 ascorbic acid의 안정제 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(23). 그리고 lipoxygenase는 fatty acid를 산화시켜 peroxides를 생성하고 이것은 carotene을 산화시며(24), 일부 phenolic compounds는 이런 lipoxygenase의 활성을 저해하는데(25-27) lipoxygenase 활성과 phenolic compounds는 채소에 따라 대단히 큰 차이가 있으며, 이에 따라 carotene 추출에도 영향을 미친다는 보고도 있다(28). 또한 채소 추출물은 peroxidase 활성에도 영향을 주는데 α -tocopherol과 quercetin, rutin acid와 chlorogenic acid 중에서 chlorogenic acid가 가장 효과적이며 그 다음이 quercetin, rutin acid 순이었다고 한다(29). 따라서 발효기간에 따른 김치의 항산화성은 총 phenolic compounds에 의한 기여가 다소 있을 것으로 생각된다.

한편, 발효기간에 따른 김치의 총 chlorophylls의 변화는 Table 2에서와 같다. 발효 진행에 따라 총 chlorophylls의 함량은 29 μ moles/100g에서 비록 아주 작지만 서서히 감소되고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 김과 이의 보고(30)와 비슷한 양상을 나타내고 있다. 따라서 발효기간 중에 chlorophylls 유사물 상호간의 변화는 상당할 것으로 추정되나, 총 함량의 변화는 크지 않은 것을 알 수 있다. chlorophylls 역시 암반응에서는 주요한 항산화물질의 하나로 알려지고 있으므로(12, 31) 이 물질도 김치의 항산화성에 상당히 기여할 것으

로 생각된다.

요 약

우육 지방질의 산화에 대한 김치의 항산화성과 발효기간이 다른 김치의 항산화 관련성분의 변화를 살펴본 결과는 다음과 같다. 익힌 마쇄우육(CGM)에 발효기간이 다른 김치를 조합한 모델 시스템을 4°C에서 4주간 저장하면서 산화 양상을 살펴본 결과 가열우육의 지방질 산화에 대한 김치의 항산화성은 발효기간에 따라 달랐다. 특히 발효당일의 김치나 발효 16일의 김치보다 7일간 발효된 김치의 항산화성이 더 높은 것으로 나타났다. 그리고, 발효진행에 따른 김치의 항산화성에서도 적당히 발효된 발효 7일 전후의 김치들에서 항산화성이 높았다. 김치발효에 따른 항산화 관련 성분의 변화를 살펴 본 결과, ascorbic acid는 담금 직후 10mg%이었으나 7일간 발효한 김치는 19.43mg%로 높았다가 그 이후에는 감소하는 것으로 나타났다. β -carotene은 담금 직후 0.315mg%이었으나 발효가 진행됨에 따라 감소하는 것으로 나타났으며 총 chlorophylls는 발효진행에 따라 아주 조금 감소하였다. 총 phenolic compounds는 담금 직후나 과숙 김치에서 보다 7일간 발효한 김치에서 오히려 높았다. 따라서 발효가 진행됨에 따라 김치의 항산화 작용에 기여하는 항산화 관련성분은 ascorbic acid, chlorophylls 및 phenolic compounds 등인 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 1994년도 교육부 지원 '한국학술진흥재단 94 자유공모 학술연구구성비'에 의하여 이루어진 것이며 이를 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. 이영옥, 최홍식 : 우육지방질의 산화에 미치는 김치의 항산화작용에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 24, 1005 (1996)
2. 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)
3. 食品分析ハンドブック : 建帛社. 東京, p.331(1982)
4. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 11th eds., Association of official analytical chemists, Washington, D.C.(1970)
5. White, R. C., Jones, I. K. and Gibbs, E. : Determination of chlorophylls, chlorophyllides, pheophytins and pheophorbides in plant material. *J. Food Sci.*, 28, 431(1963)
6. Hammerschmidt, P. A. and Pratt. D. E. : Phenolic an-

- tioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.*, **43**, 556 (1978)
7. 채서일, 김범종 : "SPSS/PC를 이용한 통계분석". 범문사, 서울, p.66(1989)
 8. 이태녕, 김점식, 정동효, 김호식 : 김치 성분에 관한 연구 (제2보), 김치 숙성과정에 있어서의 vitamin 함량의 변화. *과연취보*, **5**, 43(1960)
 9. 우경자 : 김치의 숙성환경이 비타민 C의 생합성 및 파괴에 미치는 영향. 서울대학교 석사학위논문(1968)
 10. 안숙자 : 김치에 당근을 섞었을 때의 비타민 C의 변화. *대한가정학회지*, **10**, 103 (1972)
 11. 이태영, 이정원 : 김치숙성 중의 비타민 C 함량의 소장 및 galacturonic acid의 첨가효과. *한국농화학회지*, **24**, 139(1981)
 12. Cheigh, H. S. and Park, K. Y. : Biochemical, micro-biological and nutritional aspects of kimchi(Korean fermented vegetable products). *Crit. Rev. Food Sci. Nuts.*, **34**, 89(1994)
 13. Hwang, H. Z. : Studies on the effect of spices and flavoring on ascorbic acid content. *Korean J. of Nutrition Society*, **7**, 37(1974)
 14. Lim, Y. S. : A study on the influence of sulphur compound to vitamin C in the different vegetables during cooking. *J. Korean Home Economics Association*, **12**, 472(1974)
 15. 전희정 : 김치 관리상으로 본 vitamin C와 pH 변화. 숙명여대 석사학위논문(1964)
 16. 정하숙, 고영태, 임숙자 : 당류가 김치의 발효와 ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **18**, 36 (1985)
 17. Han, Y. S. : Effects of amino acids on ascorbic acid stability. *Kon Kuk University Reports*, **33**, 197(1980)
 18. Lee, K. J. : Effect of tableware and garlic powder on the oxidation of L-ascorbic acid. *J. Korean Home Economics Association*, **6**, 57(1968)
 19. 손숙미, 이중희, 오명숙 : 시중에서 유통되고 있는 일부 국산 고추가루와 수입산 고추가루의 영양성분 및 맛성분에 관한 비교 연구. *한국영양학회지*, **28**, 53(1995)
 20. Fujimoto, K., Seki, K. and Kaneda, T. : Antioxygenic substances in red pepper. *J. Japanese Society of Food Technology*, **21**, 86(1974)
 21. Uda, Y., Ozawa, Y., Takayama, M., Suzuki, K. and Maeda, Y. : Free and soluble bound phenolic acids in some cruciferous vegetables. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **35**, 360(1988)
 22. Herrmann, K. : Flavonols and flavones in food plants. *J. Food Technol.*, **11**, 433(1976)
 23. Pratt, D. E. and Watts, B. M. : The antioxidant activity of vegetable extracts ; 1. Flavone aglycones. *J. Food Sci.*, **29**, 27(1964)
 24. Walsh, K. A. and Hauge, S. M. : Carotene ; Factors affecting destruction in alfalfa. *J. Agric Food Chem.*, **1**, 1001(1953)
 25. Rhee, K. S. and Watt, B. M. : Effect of antioxidants on lipoxygenase activity in model systems and pea slurries. *J. Food Sci.*, **31**, 669(1966)
 26. Takahama, U. : Inhibition of lipoxygenase-dependent lipid peroxidation by quercetin : Mechanism of anti-oxidative function. *Phytochemistry*, **24**, 1443(1985)
 27. King, D. L. and Klein, B. P. : Effect of flavonoids and related compounds on soybean lipoxygenase -1 activity. *J. Food Sci.*, **52**, 220(1987)
 28. Lee, C. Y. and Smith, N. : Effect of lipoxygenase and phenolics on the carotene analysis of fresh vegetables. *IFT Annual Meeting Abstract*, p.86(1988)
 29. Hemeda, H. M. and Klein, B. P. : Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetables extracts. *J. Food Sci.*, **55**, 184(1990)
 30. 김예숙, 이혜수 : 배추의 가열과 산발효에 따른 chlorophylls의 변화. *한국조리과학지*, **1**, 27(1985)
 31. Endo, Y., Usuki, R. and Kaneda, T. : Antioxidant effects of chlorophyll and pheopytin on the oxidation of oils in the dark. 1. Comparison of the inhibitory effects, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **62**, 1375(1985)

(1996년 1월 17일 접수)