

적갓김치의 발효특성 및 항산화성

황정희 · 송영옥 · 최홍식[†]

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

Fermentation Characteristics and Antioxidative Effect of Red Mustard Leaf *Kimchi*

Jung-Hee Hwang, Young-Ok Song and Hong-Sik Cheigh[†]

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

Abstract

Fermentative and antioxidative characteristics of red mustard leaf (RML) *kimchi*, a traditional, fermented Korean vegetable food, were investigated. For the study, RML *kimchi* was made of RML, with green onion, red pepper, garlic, ginger, and sugar, and fermented at 15°C. The pH was decreased and total acidity was increased during fermentation. The contents of reducing sugar, total vitamin C, and total phenol content were 2.36%, 65 mg%, and 59 mg% at the initial stage. Although the content of reducing sugar decreased gradually during fermentation, however, the quantity of ascorbic acid decreased with the tendency of slightly increased at 6 days, and the amount of total phenol was increased. CIE L*, a*, b* values were increased until 6 days of the fermentation. In order to determine the antioxidative activity of RML *kimchi* itself, the model systems of RML *kimchi* were made with cooked beef. TBA values of RML *kimchi* which was fermented for 6 days showed the lowest level in model systems. Water, n-hexane, methanol extracts of RML *kimchi* had a considerable antioxidative activity with the inhibition of formation of peroxide during the autoxidation of linoleic acid mixtures in aqueous model systems.

Key words: red mustard leaf, *kimchi*, fermentation, antioxidative activity

서 론

김치는 우리 민족의 전통발효식품으로 다양한 재료를 사용하고 또 복잡한 발효과정과 생화학적 반응을 거치므로 많은 기능적 성분들이 함유되어 있다(1). 특히, 김치에는 각종 영양성분들과 소화작용증진, 변비예방, 항돌연변이 및 항암작용, 장내 유해균들의 성장 억제와 기타 약리 작용을 나타내는 기능성 성분들이 함유되어 있다. 김치의 주재료로 사용하는 배추같은 십자화과 식물에는 phenolic compounds, hydroxy cinnamic acid 유도체, 함황 화합물 등의 항산화성분이 풍부하게 함유되어 있으며 특히, 김치에 함유되어 있는 carotenoids와 chlorophylls은 항산화성이 있는 것으로 알려져 있다. Chlorophylls과 그 분해산물들은 인체내에서 소화될 때 나쁜 영향을 주지 않으며 광선이 차단된 상태에서 free radical scavenger로 작용하여 항돌연변이성과 항암성에 직접 관계한다고 한다(2). Carotenoids는 동물의 체내에서 vitamin A의 전구체로 작용할 뿐 아니라 항산화제, 항암 및 노화방지에

관여하는 생리 활성 물질로서 중요하다고 보고되어 있다(3). 그 외에도 효과적인 항산화제로 주목받는 ascorbic acid와 기타 페놀성 화합물이 많이 함유되어 있는 소중함 기능성 식품으로 생각되고 있으며 따라서 김치에 대한 이 분야의 관심과 인지도 점점 높아지고 있다.

갓(芥菜, mustard leaf, *Brassica juncea Czerniak et Coss.*)은 십자화과 1, 2년생 경엽채소류의 하나로 항산화 활성과 항균활성, 항돌연변이 효과 등을 지니고 있다고 알려져 있으며 allylisothiocyanate의 glucosinolate를 비롯하여 여러 가지 함황 화합물은 항균성, 항곰팡이성, 항혈액응고성에 효과를 보이는 것으로 알려져 있다(4,5). 또한 갓은 다른 채소에 비해 칼슘, 철, vitamin A, B, C 등의 함량이 높을 뿐 아니라 장기간 저장 시에도 쉽게 연화되지 않고 조직감을 유지하며 재료자체의 색깔도 양호하게 유지되는 편이다(6). 최근 갓김치의 선호도가 높아지고 있어 갓김치의 이화학적 특성, 품질개선, 항균활성 등에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔다(7-9). 특히 재래종 적갓에는 천연색소인 anthocyanins이 풍부한 것

[†]To whom all correspondence should be addressed

이 특징이다.

본 연구에서는 재래종인 적갓을 사용하여 김치를 담근 다음 김치의 발효 특성과 발효기간에 따른 항산화성을 살펴보았으며 그 결과의 일부를 발표하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용한 갓은 전라남도 완도군 완도읍 장좌리에서 1996년 10월에 파종하여 1997년 3월 17일에 수확한 적갓(*mustard leaf, Brassica juncea Czerniak et Coss.*)으로 길이 25~35 cm, 무게 96 g 내외의 것을 사용하였다. 파는 명지, 마늘은 남해, 생강은 한국산을 당일 구입하여 사용하였고 고춧가루는 농협영양청결고춧가루를, 소금은 한주소금을 사용하였으며 설탕은 정제당을 사용하였다.

Linoleic acid(*cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid*, Ap-prox. 60%), 2-thiobarbituric acid 등은 Sigma Chemical Co.(USA)에서 구입하였다. 항산화 특성을 알아보기 위해 사용된 기타 시약은 시약1급을 사용하였다.

김치담금 및 발효

식물의 잎, 줄기 조성은 김치발효에도 큰 영향을 미치므로 갓을 잎과 줄기로 구분하여 원료로 사용한 적갓 원래의 비율에 근사한 잎과 줄기(1:1)의 비율로 200 g을 취하였다. 갓을 흐르는 물에 씻은 후 2×3 cm의 비율로 세절하여 망사에 담았다. 15% 소금물 용액에 갓을 2시간 동안 절인 후 물로 2회 씻어서 30분간 물기를 뺐다. 이러한 과정을 거친 절임 갓의 염도는 2.5%였으며 김치로 담근 후의 염도는 숙성기간중 1.5~1.54%를 유지하였다. 절인 갓은 신선한 적갓 100(g)에 대해 부재료인 대파 4(g), 마늘2(g), 고춧가루2(g), 생강1(g), 설탕 1(g)의 비율로 혼합하여 15°C에서 발효시켜 실험에 사용하였다. 생시료는 빛을 차단하는 용기에 담은 후 -20°C를 유지하는 냉동고에 넣어 보관하였고 건조시료는 동결건조기(Freeze Dryer-5, Ilsin Engineering, Co., Korea)를 이용하여 동결건조시킨 후 밀봉하여 -20°C를 유지하는 냉동고에 보관하였다가 필요할 때마다 마쇄하여 사용하였다.

pH, 산도, 환원당 및 젖산균수

pH는 pH meter(Orion Research Inc., USA)로 측정하였다. 산도는 김치를 마쇄한 즙액을 희석, 정용한 후 pH 8.3이 되도록 0.1 N NaOH로 적정하여 lactic acid양으로 환산하였다. 환원당은 School법(2)에 의해 측정하였다.

젖산균수는 분쇄기(HC2000, Black & Dekker Inc., U.S.)로 마쇄한 김치(1g)를 멸균된 거즈로 여과한 액을 1 mL 취하여 10진법에 따라 희석한 후 그중 0.1 mL를 배지 10 mL에 혼합하여 petri dish에 평판을 만들고 37°C를 유지하는 배양기에서 48시간 배양한 후 측정하였다. CaCO₃를 함유한 MRS배지(10)를 미리 가열 용해하여 43~45°C로 냉각하여 사용하였다.

색도

적갓 및 발효중 적갓김치의 색도 측정은 일정량의 시료를 blender로 마쇄하여 착즙한 후 여과하고 색도계(Minolta Ct-310, Japan)를 이용하여 CIE 1976 L*(L; lightness), a*(red-green), b*(yellow-blue)를 측정하였다.

총 phenol 함량

Folin-Ciocalteu 시약을 이용하여 총 페놀 함량을 측정하였으며 % chlorogenic acid 당량으로 환산하였다(11).

Ascorbic acid

적갓 시료 및 적갓김치의 ascorbic acid 함량은 DNP법(12)을 이용하여 측정하였으며, L-(+)-ascorbic acid로 표준곡선을 작성하였다.

쇠고기 model system

가열 쇠고기 시료를 조제하기 위해 한우 우둔육을 구입하여 처리한 쇠고기의 수분함량은 75.5%, 조지방질은 1.95%, 조단백질은 20.6%였다(13). 처리한 우육 10 g을 취하고 microwave oven(MR-293S, Gold Star Co., Korea)에서 1분간 가열하여 Table 1과 같이 시료별로 model system을 조제하여 가열쇠고기에 대한 적갓김치의 항산화성을 살펴보았다. 즉, petri dish에 cooked ground meat(CGM) 10 g에 증류수 10 mL를 가한 군, CGM 10

Table 1. Formulation of model system with ground beef (GB) and mustard leaf or mustard leaf kimchi

Model systems	Formulation of model system
I	Cooked ground meat (CGM) 10 g + distilled water (DW) 10 mL
II	CGM 10 g + 4 day-green leaf mustard kimchi 5 g + DW 5 mL
III	CGM 10 g + red mustard leaf (RML) 5 g + DW 5 mL
IV	CGM 10 g + RML 10 g
V	CGM 10 g + 0 day-fermented RML kimchi 5 g + DW 5 mL
VI	CGM 10 g + 0 day-fermented RML kimchi 10 g
VII	CGM 10 g + 6 day-fermented RML kimchi 5 g + DW 5 mL
VIII	CGM 10 g + 6 day-fermented RML kimchi 10 g

g에 신선한 적각을 섞은 군, CGM 10 g에 적각김치를 섞은 군 등으로 model system을 조제하였으며 각 군의 무게는 동일하도록 조절하였다. 적각김치 model system 제조에 사용한 시료는 15°C에서 4일간 발효시켜 숙성적기에 도달한 돌산적각김치와 갓 담긴 적각김치, 6일 발효시켜 숙성적기에 도달한 적각김치를 blender로 2분간 마쇄하여 사용하였다. 조제된 각 시료를 첨가하여 조제한 model system을 4°C에서 4주간 저장하면서 함유지질의 산화양상을 TBA가를 통해 살펴보았다.

항산화 성분의 추출

건조시료 5 g에 50 mL의 증류수를 넣고 30분간 boiling water bath에서 3회 반복 추출하여 Whatman filter paper No.42로 여과한 후 추출물을 100 mL로 정용함으로써 물 추출물을 얻었으며(14) 적각김치의 메탄올 추출액은 Pratt와 Birac(15)의 방법을 이용하였다. 즉, 건조시료 5 g에 50 mL의 메탄올을 첨가하여 빛을 차단한 상태에서 상온에서 20시간 교반침출시켰다가 3회 반복추출하였다. 추출액은 모아서 여과시킨후 이를 회전진공농축기를 이용하여 40°C에서 농축한 후 에탄올에 적당한 농도로 희석시켰다. Hexane 추출은 건조시료 5 g에 50 mL의 hexane을 넣고 soxlet추출기로 3회 반복추출한 추출물을 모아 회전진공농축기로 농축한 후 에탄올에 녹여 사용하였다.

항산화활성 측정

TBA가 측정을 위해 petri dish에서 쇠고기 model system의 시료전량을 취하여 blender에서 2분간 마쇄 후 round flask에 옮겨, 물 47.5 mL와 4 N 염산 2.5 mL를 가하고 증류한 증류액 50 mL, TBA시액 5 mL을 35분 가열후 식혀 538 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 용매 추출물의 항산화성 측정을 위해서는 linoleic acid를 사용한 수용성 자동산화 model system을 조제한 후 이를 반응액으로 하여 thiocyanate법을 이용해 기질인 linoleic acid 산화정도를 측정하였다(14).

통계처리

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험 결과를 Student's T-test 및 ANOVA를 통해 유의성을 검정하였으며 각 표준 곡선은 회귀분석을 통해 작성하였다. 이와 그 외 필요한 모든 통계처리는 통계 package인 SAS ver 6.12(SAS institute Inc., Cary, NC., USA)를 이용하여 행하였다.

결과 및 고찰

적각김치의 발효특성

pH, 총산도, 환원당 및 젖산균수
담금 직후 15°C 정도에서 발효시킨 적각김치의 pH 및

산도, 환원당의 함량변화 및 젖산균수 변화 등의 변화는 Table 2와 같았다. 발효가 진행될수록 pH는 감소하였고 산도는 점점 증가하여 발효 6일째 되었을 때 pH 4.5, 산도 0.7%에 도달하였다. 김치 발효시 숙성의 지표로 pH나 총산도의 변화를 일반적으로 사용하며 온도나 식염농도, 재료배합 등에 따라 달라지나 pH 4.2~4.4, 총산함량 0.5~0.75% 부근이 가장 맛이 좋은 적숙기로 알려져 있으며(16) 이는 실험결과와도 일치하였다. 채소류의 당함량은 종류와 온도나 햇빛 등의 재배환경에 의해 달라지며 김치를 담그는 경우 원료의 종류, 절입시간, 소금농도에 의해서도 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 김치의 발효 과정에 대한 연구에서 김치가 숙성함에 따라 환원당의 함량이 감소하면서 산도가 증가한다고 보고되고 있으며(17) 이는 젖산균이 당을 원료로 소모하여 산을 생성하므로 나타나는 결과로 생각된다.

김치발효 중 젖산균수의 변화는 발효기간이 길어질수록 젖산균수가 증가하여 6일째에 최고치를 보였다. 김치의 발효는 젖산균에 의해 주도되며 주 발효균인 *Leu. mesenteroides*는 김치의 향미에 바람직한 영향을 끼치며 적숙기에 그 수가 최대치에 도달하였다가 산패가 진행되면서 감소하는 것으로 알려져 있으며(16) 본 실험에서도 발효 6일째가 지나면서 젖산균수가 감소하였다(data were not shown).

색도

색상의 변화에 의해 김치의 속도를 판단하기 위한 연구에서 색도 측정은 주된 방법의 하나이며 anthocyanins의 안정성의 조사에서도 색도 변화는 유용한 지표로 사용되고 있다(18,19). 적각김치의 색도를 관찰하여 현재 가장 광범위하게 사용되는 CIELAB색체계를 통해 나타낸 결과는 Table 3과 같다. 즉, 발효기간이 경과할수록 L*, a*, b* 값은 증가하여 색은 점점 밝고 선명해지며 녹색계통에서 황색 및 적색계통으로 변해가는 것을 알 수 있었다. 또한 이로부터 CIELAB값에 기반하여 두 색간의 전체 색차인 ΔE*_{ab}값을 계산하였을 때(20), 막 담근 김치와 발효 이틀째 김치의 색차는 6.24로 현저한 차이를 나타내었으며 발효가 진행될수록 색차는 점점 현저해지는 경향을 보여 발효 6일째 김치와의 색차는 8.90으로 극히 현저한 차이를 나타냈다.

Table 2. Changes of pH, total acidity, reducing sugar and lactic acid bacteria during mustard leaf kimchi fermentation at 15°C

Fermentation time (day)	pH	Total acidity (%)	Reducing sugar (%)	Lactic acid bacteria (CFU/mL)
0	5.44±0.58	0.05±0.01	2.36	2.9×10 ⁴
2	5.40±0.02	0.22±0.03	1.78	1.2×10 ⁷
4	4.97±0.01	0.57±0.01	1.17	2.7×10 ⁸
6	4.50±0.02	0.70±0.01	1.00	1.0×10 ⁹

Table 3. Changes in Hunter's color values of mustard leaf kimchi during fermentation

Hunter's color values	Fermentation time (days)			
	0	2	4	6
L*	9.99±0.020 ¹⁾	13.08±0.040	13.16±0.038	15.16±0.276
a*	1.56±0.080	3.63±0.029	3.97±0.038	5.13±0.133
b*	17.01±0.046	22.16±0.061	22.23±0.036	23.32±0.251

¹⁾Mean±SD of the triplications.

Table 4. Changes of ascorbic acid content during mustard leaf (RML) kimchi fermentation at 15°C

Fermentation time (day)	Ascorbic acid (mg/g)
RML only	65.0±0.41 ^{1)a2)}
0	52.0±0.21 ^b
2	49.5±0.34 ^c
4	42.0±0.45 ^c
6	49.0±0.24 ^d

¹⁾Values are Mean±SD of the triplications.

²⁾Values with different superscripts were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Ascorbic acid 함량

김치 발효로 인한 ascorbic acid 함량변화는 Table 4에 나타난 바와 같다. 신선한 적갓의 ascorbic acid 함량은 65 mg%였고, 발효직후 52 mg%가 되었다가 점차 감소하였으나 숙성하면서 다시 어느 정도 증가하였다. 생갓의 총 vitamin C 함량은 식품성분표나 Park 등(17)의 연구와는 다소 다르게 나타났는데 이는 품종, 재배조건, 시료의 채취시기에 의해 영향을 받기 때문이라고 생각된다. 김치 숙성중의 총 vitamin C 함량변화는 흥미있는 연구의 대상이 되고 있으며 주재료 및 첨가하는 부재료, 숙성온도, ascorbic acid 추출방법에 따라 연구결과에 다소 차이가 있어 보다 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다(17,21). 본 실험결과에서는 pH 4.5정도인 발효 6일째의 적갓김치에서 ascorbic acid 함량이 유의적으로 증가하였다. 담금직후는 절단이나 염절입 등의 전처리에 의해 수용성인 ascorbic acid가 용출되므로 다소 감소하였다가 적숙기에는 펙틴질이 분해되면서 ascorbic acid의 기질로 작용하여 그러한 경향이 나타난다고 생각되고 있다.

적갓 김치의 항산화 활성

총 페놀함량

식물성 페놀물질들(phenolic compounds)은 함유 식품의 고유한 향미에 관계할 뿐 아니라 항산화성 및 생리활성을 지니는 것으로 보고되고 있다. 국내에서도 감잎, 생강, 쑥, 칩뿌리, 모과, 수수 등의 식물이 페놀물질 함량이 높았으며 이들 물질의 생리활성을 조사한 결과 식품오염세균에 대한 높은 항균력, 강한 항돌연변이원성 등을 나타내었다(22,23). 본 실험에서 생적갓, 갓 담근 적갓김치, 발효후 숙성 적기에 도달한 적갓김치의 총 페놀함량은 Table 5와 같이 각각 49±0.025, 59±0.002, 70±

Table 5. Changes of total phenol content of red mustard leaf (RML) and red mustard leaf kimchi

Fermentation time (day)	Absorbance at 750 nm	Total phenolics (mg/g)
RML only	1.187±0.025 ^{1)a2)}	49
0 day RML kimchi	1.348±0.002 ^b	59
6 day RML kimchi	1.646±0.015 ^c	70

¹⁾Mean±SD of the triplications.

²⁾Values with different superscripts were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

0.015 mg%였으며, 생시료보다는 적갓김치의 함량이 높았고 담금 직후의 적갓김치보다는 6일째 김치의 phenol함량이 더 높게 나타났다(p<0.05). 이는 발효가 진행되면서 미생물과 가열반응에 의해 항산화활성이 있는 phenol의 ethyl 유도체 및 vinyl 유도체가 생성되기 때문이라고 생각된다(24).

쇠고기 model system에서 항산화성

TBA-reactive substances(TBARS)는 2-thiobabutaric acid가 지방산의 산화생성물인 malonaldehyde와 반응하여 붉은 TBA색소를 형성하는 성질을 이용한 방법으로 발색정도를 비색정량하여 유지산패도를 알 수 있어 널리 사용되고 있다(25,26). 이 TBA를 통해 갓의 종류와 김치 발효기간, 첨가 농도를 달리하여 가열쇠고기와 model system을 조합하였으며, 이 때 쇠고기 지방성분의 산화에 대한 적갓김치의 억제능을 살펴본 결과는 Table 6과 같다. 가열쇠고기를 이용하여 조제한 model system에서 숙성 적기에 도달한 돌산갓김치(4 day-green leaf mustard kimchi)의 항산화효과는 생적갓의 항산화효과와 또한 같은 방법을 이용하여 담근 후 같은 조건에서 발효시켜 숙성적기에 도달한 돌산갓 김치와 적갓김치의 항산화성을 살펴보았을 때 적갓김치의 항산화효과가 유의적 오차 범위내에서 약간 우수한 것으로 나타났으며 돌산갓김치의 항산화능은 생적갓의 항산화능과 유사한 수준이었다. 또한 적갓을 첨가한 군끼리 비교하였을 때 생시료보다는 적갓김치를 담근 후 첨가한 군의 항산화성이 높았으며 담근 직후의 적갓김치보다는 6일간 발효시켜 숙성적기에 도달한 적갓김치의 항산화성이 높게 나타났다. 이는 김치 담금시 첨가한 마늘이나 생강 등의 부재료 역시 어느 정도의 항산화능을 지니고 있으며 김치가 발효되는 과정에서 여러 가지 항산화성 물질이 생성되기 때문에 나타나는 결과로 생각할 수 있다. 또한 이러한 경향은 저장기

Table 6. TBA values in refrigerated beef model systems with cooked ground meat and mustard leaf kimchi at 4°C for 4 weeks

Model systems ¹⁾	TBA values (mg malondehyde/kg)				
	0 week	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks
I	1.68±0.003 ²⁾	6.07±0.001	7.65±0.001	10.67±0.002	11.7±0.009
II	1.47±0.002	2.48±0.007	2.99±0.002	4.80±0.001	5.04±0.025
III	1.47±0.001	2.49±0.012	2.89±0.002	4.58±0.001	4.98±0.003
IV	1.47±0.001	2.25±0.002	2.36±0.016	3.30±0.001	4.42±0.001
V	1.40±0.015	1.91±0.002	1.98±0.015	3.02±0.004	4.12±0.012
VI	0.74±0.003	1.20±0.001	1.60±0.001	2.45±0.001	3.25±0.002
VII	1.00±0.002	1.52±0.015	1.77±0.002	2.62±0.006	3.76±0.003
VIII	0.74±0.002	1.03±0.002	1.11±0.023	2.32±0.001	2.49±0.001

¹⁾See Table 1.

²⁾Mean±SD of the triplications

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

간이 경과할수록 뚜렷해져서 4°C에서 저장한지 4주째 되었을 때 가장 현저하여 TBARS 생성비로 보았을 때 control 군에서 100%, 돌산갓김치 5g 첨가군에서 43.1%, 적갓생시료 5g 첨가군에서 42.6%, 담금 직후 적갓김치 5g 첨가군에서 35.2%, 6일간 발효시킨 적갓김치 5g 첨가군에서 27.9%가 생성되었다. 첨가량별로 보았을 때는 김치를 5g 첨가했을 때보다 10g 첨가했을 때 항산화성이 강하게 나타났으며 이로써 김치의 섭취는 생체 성분의 노화를 방지할 수 있는 항산화물의 섭취 수단으로서 권장될 수 있는 방법이라고 생각된다.

김치 용매추출물의 항산화 활성

적갓김치의 동결건조시료 10g당 추출수율은 담금 직후 적갓김치의 경우 메탄올 추출시 3.06g, hexan의 경우 0.42g이었고 발효 6일째 적갓김치는 메탄올 추출시 3.5

g, hexan 추출시 0.18g이었다. 적갓김치의 용매를 달리한 추출물의 항산화 효과를 비교하기 위하여 aqueous linoleic acid system에 여러 가지 용매추출물들을 농도별로 0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%, 1.5% 첨가시킨 후 38°C에서 일정 기간 자동 산화시킨 결과는 Fig. 1, 2와 같았다. 추출용매의 종류와 추출물의 첨가농도에 따라 항산화 효과가 달라졌으며 물추출물과 메탄올추출물의 경우 추출물의 첨가농도가 증가할수록 과산화물 억제효과 역시 유의적으로 증가하여 실험군별로 보았을 때 발효 6일째 적갓김치의 메탄올 추출물을 1.5% 첨가한 군의 항산화활성이 가장 우수하였으며 대체로 메탄올 추출물의 항산화능이 높았다. hexan 추출물의 경우 첨가농도가 낮은 군의 항산화활성이 더 우수하였으나 이러한 경향은 유의적인 오차 범위내였으므로 보다 추가적인 실험이 필요할 것으로 사

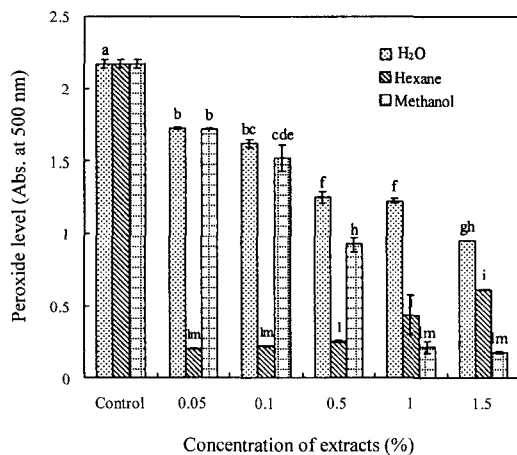


Fig. 1. Changes in peroxide contents of linoleic acid in the presence of various solvent extracts of 0 day-fermented-mustard leaf kimchi on aqueous linoleic acid system at 38°C after 4 days. H₂O : water extracts, Hexane : hexane extract, Methanol : methanol extract of red mustard kimchi. Values with different letters were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

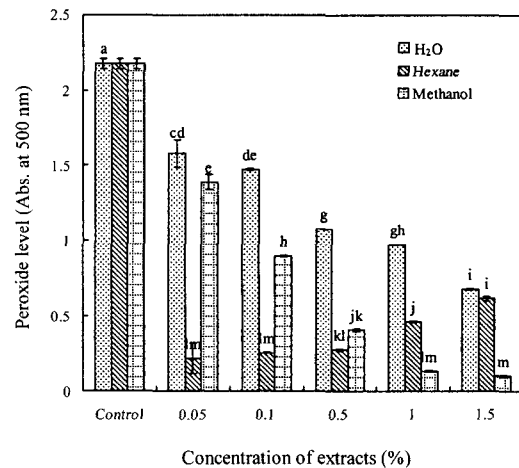


Fig. 2. Changes in peroxide contents of linoleic acid with the addition of fractioned solvent extracts of 6 day-fermented-mustard leaf kimchi on aqueous linoleic acid system at 38°C after 4 days. H₂O : water extracts, Hexane : hexane extract, Methanol : methanol extract of red mustard kimchi. Values with different letters were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

료되었다. 발효기간 별로 보았을 때 담금 직후의 갓김치 보다는 발효 6일째의 갓김치 추출물이 보다 강한 항산화성을 나타내었으며 이는 $p < 0.05$ 수준에서 통계적으로 유의성은 없었으나 어느 정도의 경향성을 보이고 있음을 알 수 있으며 가열쇠고기 model system에서도 같은 경향이 나타났다. 이런 경향성은 배추김치를 용매별로 추출하여 항산화성을 살펴본 실험(27)에서도 나타나 적당히 숙성된 김치에서의 항산화 효과가 보다 높았으며 첨가농도가 증가할수록 과산화물 생성 억제 정도 역시 커진다고 하였다.

요 약

본 연구에서는 적갓김치의 발효과정에 따른 발효특성과 항산화성을 규명하기 위해 갓김치와 가열 쇠고기를 이용한 model system을 만들어 쇠고기 지방질에 대한 항산화성을 살펴보고 용매별로 추출한 김치 성분의 항산화성을 살펴보았다. 적갓김치는 15°C에서 발효가 진행되면서 6일째 김치의 pH가 4.5에 도달하였다. 발효진행에 따라서 산도는 증가하였고 환원당은 서서히 감소하였으며 이때 젖산균수 역시 최대치에 도달하였다. 또한 a-scorbic acid 함량은 발효가 진행되면서 감소하였다가 발효 6일째에 다시 다소 증가하였다. 총 페놀함량은 생시료에서보다는 갓김치에서 높게 나타났으며 발효가 진행됨에 따라 총 페놀함량은 증가하였다. 적갓김치를 가열쇠고기와 model system을 조제하여 TBA가를 통해 항산화성을 살펴본 결과 첨가한 김치의 양이 많을수록 항산화성이 높게 나타났으며 생시료일 때보다는 김치의 항산화성이 우수하였으며 발효가 진행된 숙성상태일 때 더 항산화성이 우수하였다. 동결건조시킨 적갓김치를 물, 메탄올, 헥산 세가지 용매로 추출하여 항산화성을 살펴 보았을 때 메탄올 추출물의 항산화성이 가장 높게 나타났다. 또한 담금직후보다는 숙성된 상태의 갓김치가 항산화성이 높았다.

감사의 글

이 연구는 1998년 농림 수산부에서 시행된 농림수산 특정연구사업의 연구비 지원의 일부에 의한 결과이며, 이에 감사드립니다.

문 헌

- Cheigh, H.S.: Biochemical characteristics of kimchi. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 5, 89-101 (1995)
- Diplock, T.A.: Antioxidant nutrients and disease prevention. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53, 189-193 (1991)
- Fakourelis, N., Lee, E.C. and Min, D.B.: Effects of chlorophyll and β -carotene on the oxidation stability of olive oil. *J. Food Sci.*, 52, 234-235 (1987)
- Kim, J.O., Kim, M.N., Park, K.Y., Moon, S.H., Ha, Y.L. and Rhee, S.H.: Antimutagenic effect of 4-decanol identified from mustard leaf. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 36, 424-427 (1993)
- Kang, S.K., Kim, Y.D. and Park, S.K.: Effects of antimicrobial of leaf mustard (*Brassica juncea*) extract on compositions and leakage of cellular materials in *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 24, 280-285 (1995)
- Lee, S.Y.: *Korean Vegetable*. Kyungbook National University Press, Taegu, p.259-264 (1994)
- Jo, Y.S., Park, J.R., Chun, S.K., Chung, S.S., Ha, S.Y. and Ha, B.S.: Effects of mustard leaf (*Brassica juncea*) on cholesterol metabolism in rats. *Korean J. Nutrition*, 26, 13-20 (1993)
- Han, Y.B., Kim, M.R., Han, B.H. and Han, Y.N.: Studies on antioxidant component of mustard leaf and seed. *Kor. J. Pharmacogn.*, 18, 41-49 (1987)
- Cho, Y.S., Ha, B.S., Park, S.K. and Chun, S.S.: Contents of carotenoids and chlorophylls in dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *Korean J. Dietary Culture*, 8, 153-157 (1993)
- Sneath, P.H.A., Mair N.S., Sharpe M.E. and Holt J.G.: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Williams & Wilkins, Baltimore, Vol.2, p.988 (1986)
- Hammerschmidt, P.A. and Pratt, D.E.: Phenolic antioxidants of dried soybean. *J. Food Sci.*, 43, 556-559 (1978)
- Shin, H.S.: Food chemical analysis-Theory and Practice. Sin Kwang Publ., Co., Korea, p.142-152 (1994)
- Lee, Y.O. and Cheigh, H.S.: Antioxidative effect of kimchi on the lipid oxidation of cooked meat. *Korean J. Soc. Food Nutr.*, 24, 1005-1009 (1995)
- Lee, J.S.: Antioxidative characteristics of phenolic compounds of doengjang. *Ph.D. Dissertation*, Pusan National University (1997)
- Pratt, D.E. and Birac, P.M.: Source of antioxidant activity of soybean and soy products. *J. Food Sci.*, 44, 1720-1722 (1979)
- Cho, Y.S. and Park, S.G.: Changes in major taste components and microflora in mustard leaf-kimchi during fermentation. In *Bulletin of Korean Food Culture Center*, Vol.2 p.183-208 (1988)
- Park, S.S., Jang, M.S. and Lee, H.H.: Effect of fermentation temperature on the physicochemical properties of mustard leaf (*Brassica juncea*) kimchi during various storage days. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24, 752-757 (1995)
- Kim, M.K., Ha, K.H., Kim, M.J. and Kim, S.D.: Change in color of kimchi during fermentation. *J. Korean Soc. Food and Nutr.*, 23, 274-278 (1994)
- Skrede, G.: Color quality of black currant syrups during storage evaluated by hunter L', a', b' values. *J. Food Sci.*, 50, 514-517 (1985)
- Kim, K.I. and Kim, C.S.: *Color Science*. DaeKwang, Korea, p.108-149 (1999)
- Song, E.S., Jeon, Y.S. and Cheigh, H.S.: Changes in chlorophylls and caotenoids of mustard leaf kimchi during fermentation and their antioxidative activities on the lipid oxidation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 563-568 (1997)
- Lee, J.H. and Lee, S.R.: Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. *Korean J. Food Sci.*

- Technol.*, **26**, 310-316 (1994)
23. Lee, J.H. and Lee, S.R. : Some physiological activity of phenolic substances content in plant foods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 317-323 (1994)
 24. Uda, Y., Osawa, Y., Takayama, M., Suzuki, K. and Maeda, Y. : Free soluble bound phenolic acids in some cruciferous vegetables. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **35**, 360-366 (1988)
 25. Jacobson, G.A., Kipkpatrick, J.A. and Goff, H.E. : A study of the applicability of a modified thiobarbituric acid test to flavor evaluation of fats and oils. *AOCS*, **41**, 124-128 (1961)
 26. Rhee, K.S., Krahl, L.M., Lucia, L.M. and Acuff, G.R. : Antioxidative/antimicrobial effects and TBARS in aerobically refrigerated beef as related to microbial growth. *Microbiology*, **62**, 1205-1210 (1997)
 27. Lee, Y.O. and Cheigh, H.S. : Antioxidant activity of various solvent extracts from freeze dried *kimchi*. *Korean J. Life Science*, **6**, 66-71 (1996)

(2000년 9월 6일 접수)