J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.
30(6), 1053~1059(2001)

녹차 및 늙은호박분말 첨가에 따른 갓김치의 항산화 효과

박민정 · 전영수 · 한지숙†
부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

Antioxidative Activity of Mustard Leaf *Kimchi* Added Green Tea and Pumpkin Powder

Min-Jung Park, Young-Soo Jeon and Ji-Sook Han†

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

Abstract

This study was conducted to estimate the content of antioxidant components and investigate the antioxidative activity of mustard leaf *kimchi* added pumpkin powder (P) and green tea powder (G). Mustard leaf *kimchi* added different ratios of P and G were prepared and fermented for 30 days at 5°C (properly fermented time). The contents of chlorophyll, total phenol, carotenoids and ascorbic acid in mustard leaf *kimchi* samples were estimated. The 30 day fermented mustard leaf *kimchi* added 0.3% P and 0.2% G had relatively higher content of antioxidant components than the other *kimchi* samples. Based on this result, antioxidative activities of mustard leaf *kimchi* added 0.3% P and 0.2% G and control *kimchi* were investigated, that is, methanol extracts of the mustard leaf *kimchi* samples were prepared and investigated the antioxidative activities. The antioxidative activity of mustard leaf *kimchi* added 0.3% P and 0.2% G was significantly ($p<0.05$) higher than control *kimchi,* and that of the 30 day fermented mustard leaf *kimchi* at 5°C was also significantly higher ($p<0.05$) than the fresh mustard leaf *kimchi*. Therefore, it is suggested that antioxidative activity of the 30 day fermented mustard leaf *kimchi* added 0.3% P and 0.2% G at 5°C was the best compared to the other *kimchi* samples.

Key words: mustard leaf *kimchi*, green tea, pumpkin powder, antioxidant activity

서 론

김치에는 항산화성이 있는 것으로 알려진 영양소와 기타 여러 가지 물질들이 함유되어 있다. 식물성 식품에 널리 함유되어 있는 페놀성 화합물인 페놀, phenolic acids, hydroxy cinnamic acid 유도체 및 flavonoids 등은 천연 항산화제로 알려져 있는데(1,2), 배추와 같은 십자화과 채소에는 glucosinate, flavonoids, 페놀, 함황 화합물 등이 풍부하게 함유되어 있고(3), 식물 속의 이들 성분들에 관한 항산화 효과가 알려져 있다(4,5). 최근 녹황색 채소류 속의 β-carotene, chlorophyll 등도 항산화 효과를 나타낸다고 알려져 있으며 양념으로 첨가되는 마늘, 생강, 고춧가루에서도 강력한 항산화 물질의 존재가 밝혀지고 있다. 김치의 항산화성과 관련이 있는 페놀물질, β-carotene, chlorophyll 등은 유해 활성산소를 소거하는 역할을 가진 것으로 밝혀지고 있어 이들의 활성산소 소거 특성이 김치의 항산화 효과에 중요한 역할을 하는 것으로 추정된다(6). 특히 갓김치 속에는 이런 항산화성 물질을 다량 함유하고 있으나(7,8), 이는 갓김치 단독에 대한 효과로 기능성 부재료 첨가에 따른 연구는 부족한 듯하다.

항산화성이 높은 식품으로 녹차가 있는데 이것의 항균작용과 항산화성은 polyphenol 성분에 기인하는 것으로 항암 및 노화방지에도 탁월한 효력이 알려져 있다(9). 항산화성에 대한 carotenoids의 작용도 최근 연구에서 대두되고 있고(10), 늙은호박이 다량의 carotenoids를 함유하고(11) 있음은 잘 알려진 사실이다. 이에 본 연구에서는 항산화 성분의 함량이 높은 재료를 첨가하여 기능성이 증진된 갓김치를 개발하기 위하여 부재료로 녹차 및 늙은호박을 선정한 뒤 이들 부재료 첨가에 따른 갓김치의 항산화 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

갓은 전라남도 여천군 돌산면에서 수확한 돌산 청갓을 사용하였고, 늙은호박은 경남 남해에서 10월 중순경에 수확한 평균 무게 3~4 kg인 것을 구입하여 내부씨와 껍질을 제거하고 4~5 cm로 썰어 동결건조한 후 막자사발에서 곱게 갈아

†Corresponding author. E-mail: hanjs@hyowon.pusan.ac.kr
Phone: 82-51-510-2836, Fax: 82-51-515-7277

사용하였다. 녹차는 태평양의 가루 설록차(국내산 녹차엽 100%)로 동결건조하여 분말화한 것을 사용하였고, 고춧가루, 깨, 멸치젓, 마늘, 생강, 당근, 붉은고추, 새우젓 등의 김치 담금시 사용되는 모든 재료는 부산 부전시장에서 일괄 구입하였다.

부재료 첨가비 결정

본 실험에 앞서 늙은호박분말과 녹차분말의 첨가비를 결정하기 위해 훈련된 관능요원 12명을 대상으로 각각의 분말을 0.5%, 1%, 2% 비율로 첨가한 갓김치를 이점순위검사(Friedman 분석)를 통해 대조구와 처리구 하나하나의 특성을 비교하였으며, 이렇게 하여 대조구보다 더 좋다고 선택된 처리구를 다시 반복된 랜덤화 완전 블록 계획법(replicated randomised complete block design)(12)으로 묘사분석을 실시하였다. 그 결과 녹차분말의 첨가비가 많을수록 외관 및 향미에서 낮은 점수를 얻었으며, 늙은호박분말의 양이 증가할수록 초기에는 대조구보다 높은 점수를 나타내다가 빠른 숙성으로 신미가 많이 증가하여 적숙기 이후에는 대조구보다 낮은 관능점수를 나타내었다. 따라서 이들 부재료의 첨가비는 0.5% 이하로 결정하였으며, 총 처리구는 갓김치에 늙은호박분말 0.5% 첨가구, 녹차분말 0.5% 첨가구, 늙은호박분말과 녹차분말을 각각 0.4%:0.1%와 0.3%:0.2% 첨가구 및 이들 부재료를 넣지 않은 대조구로 총 5개 군으로 실험을 행하였다.

갓김치 제조

갓김치의 담금방법 및 배합비는 Hyun(13)의 방법에 준하였다. 갓은 절단하지 않고 그대로 사용하여 10% 소금물에 50분간 절이고 세척한 후 탈수는 30분에서 1시간 이내로 하였다. 양념으로 첨가하는 붉은고추는 잘게 다지고, 당근은 채쳐서 준비하며 녹차 및 늙은호박을 분말로 첨가하므로 찹쌀풀은 물과 찹쌀가루의 비가 10:1로 혼합하여 묽게하여 양념이 너무 되어 마르지 않도록 하였다. 혼합한 양념의 최종단계에서 늙은호박분말과 녹차분말을 비율대로 첨가하여 양념에 고루 섞이도록 버무린 후, 갓김치를 담아 500 g짜리 유리병에 300 g씩 정확히 칭량하여 담은 후 5°C에서 30일간 저장하였다.

Chlorophyll 측정

Chlorophyll의 분석은 White 등의 방법(14)을 사용하였다. 추출은 시료 20 g을 blender에 넣고 calcium carbonate 0.1 g과 85% 아세톤 200 mL 가하여 마쇄한 후, glass filter를 통해 흡입 여과하였다. 색소를 완전히 추출하기 위해 85% 아세톤으로 여러번 씻어주고 여과액을 500 mL 정량 플라스크에 옮겨 85% 아세톤으로 정용하였다. 추출액 25 mL를 분액여두로 옮겨 diethyl ether 30 mL를 첨가하여 진탕함으로서 지용성 색소인 chlorophyll을 diethyl ether층으로 옮겼다. 아세톤 추출액 25 mL을 분액 여두로 옮기고 ether 30 mL을 첨가하여 흔들어 준 다음 5% sodium sulfate 용액 100 mL을 가해 ether 층으로 색소를 옮겼다. 아래층을 다른 분액 여두로 옮겨 색이 없어질 때까지 ether로 재추출하였다. Ether 층을 모두 모아서 5% sodium sulfate 용액으로 여러번 씻어 아세톤을 완전히 제거한 후 무수 Na_2SO_4를 첨가하여 건조시켰다. 이렇게 해서 얻은 용액을 diethyl ether를 사용하여 100 mL로 정용한 후 660 nm와 642.5 nm에서 흡광광도계(Shimadzu UV-2100, Japan)로 측정하여 chlorophyll의 농도를 계산하였다.

Carotenoids 측정

Carotenoids는 시료 20 g을 100 mL 아세톤으로 추출하여 흡입 여과한 다음 60% KOH로 24시간 검화시킨 후 petroleum ether(PE)로 재추출하였다. 총 carotenoids의 정량은 PE 중에서의 가시부 흡수 spectrum의 λmax의 흡광도에 의하여 McBeth법(15)에 따라 흡광계수 $E^{1cm}_{1\%}$ 2500으로 계산하였다.

$$mg\% = \frac{O.D.(\lambda max) \times volume \times 100}{E^{1cm}_{1\%}(2500) \times weight\ of\ tissue}$$

총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Denis법(16)을 사용하였다. 즉, 마쇄한 동결건조된 5 g의 시료를 50 mL 메탄올에 하루밤 침치시켰다. 침지된 시료를 2분 동안 균질화 한 뒤 water bath에서 5분 동안 중탕한 다음 Whatman No. 42 여과지로 여과하고 그 잔여물은 뜨거운 메탄올로 씻어 계속 여과시켰다. 이것을 회전 진공 증발기로 농축시킨 뒤 메탄올에 녹여 100 mL로 정용하였다. 이 여과액 0.3 mL와 2% Na_2CO_3 2 mL를 섞고, 2분 뒤 50% Folin-Ciocalteau 시약 0.1 mL를 혼합하여 30분 incubation시킨 뒤 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 기준물질로 chlorogenic acid를 사용하여 함량을 계산하였다.

비타민 C 측정

비타민 C는 hydrazine 비색법을 사용하였다(17). 즉, 산화형 비타민 C가 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP)와 작용하여 적색의 osazone을 형성되도록 한 후 흡광광도계(Shimadzu UV-2100, Kyoto, Japan)를 이용하여 540 nm에서 비색정량하였다. 시료용액의 제조는 약 5 g의 김치 시료를 취하여 5배의 5% metaphosphoric acid액을 가하고 해사를 넣어 마쇄한 뒤 5,000 rpm에서 15분간 원심 분리한 상등액 2 mL 씩을 시험관에 취하여 oxidation, osazone형성, osazone용해의 순으로 행하였으며 L-ascorbic acid 표준용액으로 검량선을 작성하였다.

부재료 첨가에 따른 갓김치의 항산화성 측정

갓김치 추출물 조제 : 갓김치 추출물은 메탄올 추출로 Partt와 Birac(18)의 방법을 이용하였다. 건조시료 5 g에 50 mL의 메탄올을 첨가하여 20시간씩 상온에서 차광하여 3회 반복 추출한 후 추출물을 회전식 진공 농축기를 이용하여 40°C에서 농축한 후 에탄올에 녹여 사용하였다. 항산화성 실험은 갓김치를 담은 첫날과 적당히 익혀 가장 맛이 있다고 알려진 적

숙기에 행하였으며, 시료는 모두 동결 건조하고, 메탄올로 추출한 후 농축시킨 것을 이용하였다.

Linoleic acid 자동산화 방지효과

시료를 linoleic acid-phosphate buffer system 중에서 일정 농도가 되도록 조제한 후 Haraguchi 등이 사용한 ferri-thiocyanate법(19)에 준해 실험하였다. 준비한 시료 120 μL를 0.04 M-phosphate buffer 9 mL와 99.9%의 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid 2.88 mL와 함께 혼합하여 반응 혼합물을 만든 후 뚜껑을 하여 40℃의 암소에서 반응시켰다. 이 반응 혼합물 0.1 mL를 취하여 75% 에탄올 9.7 mL와 30% ammonium thiocyanate 0.1 mL을 혼합한 다음 3.5% HCl 용액에 녹인 0.02 M ferrous chloride를 0.1 mL 가하고 정확히 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료대신 시료를 녹이는 데 사용한 용매를, blank는 99.9% 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid 대신 99.9% 에탄올을 사용하였으며 결과는 대조구와 처리구의 흡광도의 차를 대조구의 흡광도로 나눈 값을 백분율로 하여 나타내었다.

Conjugated diene 생성 저해 효과

Haraguchi 등(19)의 방법에 의해 반응물을 조제한 다음 Farag 등(20)의 방법에 따라 일정한 시간 간격으로 이 반응 혼합물 일정량을 메탄올 3 mL에 희석, 혼합한 후 232 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도를 conjugated diene의 molar extinction coefficient(2.6×10^{-4} $M^{-1}cm^{-1}$)를 사용하여 농도(μM)로 환산하였고 결과는 대조구와 처리구의 흡광도 차를 대조구의 흡광도로 나눈 값을 백분율로 하여 나타내었다.

LDL 산화 저해 효과

Low density lipoprotein(LDL) 산화에 대한 항산화 활성 측정은 Buege와 Aust(21)의 방법에 준해 실험하였고, LDL은 표품을 구입하여 사용하였다(Sigma, USA). 에탄올에 녹인 시료 100 μL에 식염수에 녹인 LDL 단백질 100 μL, 에탄올 7.5 μL, Cu^{2+}용액 5.5 μL와 함께 phosphate-buffered saline (PBS)용액을 혼합하여 총 1000 μL로 맞추어 배양액을 만든다. 0.4% TBA, 15% TCA, 2.5% HCl이 함유된 TBARS 용액을 만든다. 배양액 1 mL에 TBARS 용액 2 mL를 가하여 20분간 95~100℃ 항온수조에서 가열 후 바로 얼음물에 냉각시킨다. 이를 2,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상층액을 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 그리고 tetramethoxypropane으로부터 준비된 표준물질 malondialdehyde(MDA) (0~10 nmol/250 μL PBS)를 시료와 동일한 과정에 의해 실험하여 검량선을 얻었으며, 시료의 흡광도를 이 검량선에 적용시켜 시료의 MDA 함량을 구하였다.

TBA가 측정

갓김치의 TBA(Thiobarbituric acid)가 측정 방법(22)은 다음과 같다. 시료는 에탄올에 녹인 후 120 μL를 취해 0.04 M-phosphate buffer 9 mL와 99.9%의 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid 2.88 mL와 함께 혼합하여 반응 혼합물을 만든 후 뚜껑을 하여 40℃의 암소에서 반응시켰다. 이 반응 혼합물 2 mL를 취하여 0.75% TBA 2 mL과 35% TCA 1 mL를 혼합하여 15분간 95~100℃ water bath에서 가열 후 바로 얼음물에 냉각시킨다. 이를 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 532 nm에서 흡광도 측정하여 대조구와 처리구의 흡광도의 차를 대조구의 흡광도로 나눈 값을 백분율로 하여 나타내었다.

DPPH 소거효과

산화적 스트레스의 원인이 되는 유리기에 대한 소거능은 α,α'-diphenyl-β-picrylhydrazyl(DPPH)로 측정하였다(23). DPPH를 에탄올에 용해한 후 1.5×10^{-4} M의 농도가 되게 조제하여 Whatman No. 42 여과지로 여과하였다. 이 DPPH 용액 2.97 mL에 시료액 30 μL를 가하고 10초간 혼합한 후 10분 후에 517 nm에서 흡광도 차를 대조구의 흡광도로써 나눈 값을 백분율로 하여 나타내었다.

통계분석

대조구와 각 시료로부터 얻은 실험결과는 SAS program을 이용하여 평균±표준편차로 표시하였으며, 각 군간 유의성은 one-way ANOVA로 사전 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 사후 검정하였다(24).

결과 및 고찰

부재료 첨가에 따른 갓김치의 항산화 성분함량

갓김치는 특유의 쓴맛으로 인하여 완전히 익은 적숙기에 김치를 먹는 것이 일반적이다. 보통 김치는 pH 4.2~4.6, 젖산 함량 0.5%~0.75% 일때 적숙기로 알려져 있으나 돌산갓김치의 경우는 5℃에서 저장하여 pH 4.6~5.1(김치), 4.1~4.4(국물)로 될 때가 적숙기라고 한다(25). 전보(26)에서 갓김치에 녹차 및 늙은호박분말 첨가에 따른 발효특성에 대한 실험을 행한 결과에서 5℃에서 저장된 갓김치의 적숙기는 30일 경이었다. 따라서 항산화 성분분석은 갓김치를 담근 당일과 일반인들이 가장 즐겨먹고 관능성이 높은 적숙기 30일 경에 행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

Chlorophyll 함량 : 부재료 첨가를 달리한 갓김치의 담금 직후와 적숙기의 chlorophyll 함유량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 총 chlorophyll 함량은 담금 직후의 함량보다 적숙기에 이르러 감소가 현저하게 나타났는데 이는 갓김치 숙성 중 chlorophyll의 분해가 일어나 총 chlorophyll, chlorophyll a, chlorophyll b의 감소율이 높았다고 보고한 Cho와 Park (25)과 유사한 결과를 나타내었다. 녹차분말 0.5% 첨가구는 담금 직후와 적숙기 모두 전 시료 중 가장 높은 chlorophyll 함량을 나타내었으며 늙은호박분말 0.5% 첨가구는 대조구보다 많았으나 부재료 첨가구들 중에서 가장 적은 함량을 나타내었고 그 변화량도 적은 것으로 나타났다. Chlorophyll a와

Table 1. Chlorophyll content of mustard leaf *kimchi* added sub-ingredients during fermentation at 5°C (mg%)

Fermentation day	Samples[1)]	Chlorophyll		
		a	b	Total
0	Control	34.27±1.24[2)b]	14.27±1.26[b]	48.54±1.89[b]
	P	35.90±1.73[b]	16.40±2.21[b]	52.30±0.57[b]
	PG I	39.40±1.99[b]	19.51±2.22[ab]	58.91±2.14[ab]
	PG II	48.92±2.12[a]	15.49±2.84[b]	64.41±1.67[ab]
	G	50.46±1.47[a]	29.40±1.72[a]	79.86±2.08[a]
30	Control	27.42±0.73[b]	8.15±1.25[c]	35.57±1.62[c]
	P	36.11±2.18[ab]	11.19±0.72[bc]	47.30±2.88[bc]
	PG I	37.28±0.69[ab]	14.33±1.65[bc]	51.61±2.22[b]
	PG II	42.08±0.22[a]	16.73±1.69[b]	58.81±1.86[b]
	G	46.03±0.46[a]	23.42±1.69[a]	69.46±1.88[a]

[1)]Control: mustard leaf *kimchi*.
P: pumpkin powder 0.5% added mustard leaf *kimchi*.
PG I: pumpkin powder 0.4% and green tea powder 0.1% added mustard leaf *kimchi*.
PG II: pumpkin powder 0.3% and green tea powder 0.2% added mustard leaf *kimchi*.
G: green tea powder 0.5% added mustard leaf *kimchi*.
[2)]Mean±SD. Within the column, values not sharing a common superscript differed significantly according to one-way analysis of variance and Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

chlorophyll b 함량 모두 총 chlorophyll 함량과 비슷한 경향을 나타내었으며 특히 청녹색을 나타내는 chlorophyll a가 황녹색을 나타내는 chlorophyll b(27)보다 더 높은 함량을 나타내었다. Chlorophyll은 과산화물이 형성되기 전 자동 산화의 초기 단계에서 생성된 유리기와 반응하며 올리브유에 chlorophyll을 첨가하면 산화초기 peroxide 생성률이 저하되며 chlorophyll a, chlorophyll b, pheophytin a, pheophytin b의 순으로 항산화성이 높다고 보고되고 있다(28). 따라서 chlorophyll은 항산화성 성분이라 할 수 있으며 녹차분말 0.5% 첨가구가 가장 높은 함량을 나타내었고, 그 다음으로 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가구로 나타나 녹차 및 늙은호박 첨가가 chlorophyll의 분해를 억제하는 것으로 생각된다.

총 페놀 함량 및 carotenoids 함량 : 부재료 첨가에 따른 갓김치 담금 직후와 적숙기의 총 페놀 함량과 carotenoids 함량의 측정 결과는 Table 2와 같다. 페놀 화합물은 항산화 물질로 불포화지방산의 산화와 lipoxygenase의 활성을 저해하며, 피부암의 치유와 예방에 많이 사용되는 물질로 알려져 있다(8). 총 페놀함량은 담금 직후보다 적숙기에 더 증가하였는데 이것은 ρ-coumaric과 ferulic acid와 같은 phenolic acids가 미생물과 반응에 의해 페놀의 ethyl 또는 vinyl 유도체를 생성하기 때문으로 일반적으로 발효가 진행됨에 따라 총 페놀 함량이 증가된다고 하였으며, 이러한 현상은 본 실험 결과와도 일치하였다(29). 녹차분말 0.5% 첨가구는 적숙기에 29.51 mg으로 가장 높았고, 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가구도 녹차분말 0.5% 첨가구와 비슷한 28.99 mg%로 비교적 높게 나타났다. 녹차분말의 0.5%와 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가구의 총 페놀함량이 높은 것은 녹차잎에 기인하는 것으로 생각된다.

Carotenoids의 양을 보면 전반적으로 비슷한 양상을 보이나 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가구가 높게 나타났으며, 담금 직후보다 적숙기에 이들의 함량이 낮아지는 경향을 보였다. 일반적으로 갓김치의 carotenoids는 갓과 고추가루에 기인하는데 갓에는 carotenoids 4.75 mg로 β-carotene, lutein 등을 주로 함유하여 타 경엽채소보다 그 함량이 높다(30). 그리고 본 실험에서는 carotenoids 함량이 풍부한 늙은호박분말을 첨가함으로써 그 함유량을 더 높였으나 늙은호박분말 자체의 당함량으로 인해 다른 처리구보다 숙성이 빠르게 진행되면서 감소량 또한 커 측정 결과에서는 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가구가 가장 높은 것으로 나타났다. 이것은 김치의 발효가 진행됨에 따라 생성된 미생물과 pH의 변화 등에 의해 carotenoids가 감소된다는 Lee(29)의 보고와도 일치하였다.

Table 2. Total phenol and carotenoids contents of mustard leaf *kimchi* added sub-ingredients during fermentation at 5°C (mg%)

Fermentation day	Samples[1)]	Attributes	
		Total phenol	Carotenoids
0	Control	15.87±1.67[2)ab]	5.78±0.58[b]
	P	11.20±0.99[b]	9.89±0.64[a]
	PG I	14.58±1.28[b]	8.97±1.02[ab]
	PG II	20.58±1.26[a]	10.51±0.34[a]
	G	24.29±0.78[a]	9.72±0.41[a]
30	Control	22.56±0.87[b]	3.76±0.02[c]
	P	19.00±0.54[c]	4.88±0.03[b]
	PG I	22.35±0.28[b]	4.96±0.24[b]
	PG II	28.99±0.95[a]	5.80±0.02[a]
	G	29.51±0.51[a]	5.77±0.03[a]

[1)]See the legend in Table 1.
[2)]Mean±SD. Within the column, values not sharing a common superscript differed significantly according to one-way analysis of variance and Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

비타민 C 함량 : 갓김치에 항산화성을 부여하는 물질로 비타민 C가 있는데(8) 담금 직후와 적숙기의 비타민 C 함량 분석결과는 Table 3과 같다. 갓김치를 가장 즐겨먹는 적숙기

Table 3. Ascorbic acid contents of mustard leaf *kimchi* added sub-ingredients during fermentation at 5°C (mg%)

Fermentation day	Samples[1)]	Ascorbic acid		
		Hydroascorbic acid	Dehydroascorbic acid	Total
0	Control	7.94±0.25[2)b]	23.78±2.44[b]	30.72±1.84[b]
	P	12.30±0.45[a]	28.78±0.95[b]	40.08±0.54[a]
	PG I	10.96±0.58[ab]	25.44±0.84[a]	35.40±1.87[ab]
	PG II	12.78±1.02[a]	29.96±1.85[a]	41.74±1.93[a]
	G	13.29±0.94[a]	27.27±0.94[a]	40.56±0.59[a]
30	Control	4.94±0.18[b]	15.60±1.29[b]	20.45±1.10[c]
	P	5.33±0.37[b]	17.94±0.55[b]	23.27±0.18[b]
	PG I	6.24±0.37[b]	20.28±0.74[b]	26.52±1.10[b]
	PG II	9.04±0.09[a]	26.46±1.01[a]	35.49±1.10[a]
	G	6.74±0.92[b]	21.58±0.74[ab]	28.34±0.18[b]

[1)]See the legend in Table 1.
[2)]Mean±SD. Within the column, values not sharing a common superscript differed significantly according to one-way analysis of variance and Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

의 대조구가 20.45 mg%인데 비해 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가구가 35.49 mg%로 유의적($p<0.05$)으로 높았다. 그리고 적숙기의 늙은호박분말 0.5% 첨가구와 녹차분말 0.5% 첨가구는 각각 23.27mg%, 28.34 mg%로 비슷한 양상을 나타내었으며 늙은호박분말 0.4%와 녹차분말 0.1% 첨가구도 26.52 mg%로 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. Hwang (31)은 갓김치에서 비타민 C의 변화를 발효초기에서 숙성이 진행되면서 점차 감소하였다고 하였는데 이는 본 실험의 결과와 일치하였다. 대조구가 담금 직후 30.72 mg%이던 것이 적숙기에 20.45 mg%로 나타났다. 식물조직에서나 김치에서 비타민 C는 관련 효소들에 의하여 glucose나 galactose로부터 생합성 된다고 보고되고 있다(32). 늙은호박은 당함유량이 높고, 특히 glucose와 fructose 함량이 전체 유리당의 87%로 높다(33). 이처럼 늙은호박분말 첨가에 따른 이들 유리당에 의해 비타민 C 함량이 대조구에 비해서는 높은 것으로 생각되나 늙은호박분말 0.5% 첨가구가 다른 처리구에 비해 낮은 것은 빠른 숙성으로 인한 산패 때문인 것으로 생각된다. 따라서 녹차분말 첨가에 의해 저장성이 증진되고, 늙은호박분말 속의 당을 적당히 함유한 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가구가 숙성 중 비타민 C 함유량이 가장 높은 것으로 생각된다.

부재료 첨가에 따른 갓김치의 항산화성

항산화성 성분으로 알려진 carotenoids, chlorophyll, 총 비타민 C 및 페놀 화합물 함량을 측정하여 부재료 첨가에 따른 갓김치의 항산화성을 연구한 결과 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2%을 첨가한 갓김치구가 다른 처리구에 비해 항산화성 성분의 함량이 높은 것으로 나타났다. 이에 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2%를 첨가한 갓김치구를 처리구로하여 이를 대조구와 함께 비교하면서 항산화성에 대한 실험을 행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

Linoleic acid 자동산화 저해효과와 conjugated diene 생성 저해 효과 : 부재료 첨가와 숙성정도에 따른 갓김치의 메탄올 추출물의 linoleic acid 자동 산화 저해 효과와 conjugated diene 생성 저해 효과를 Fig. 1에 나타내었다. 먼저 linoleic acid 자동 산화 저해 효과에 대한 실험에서는 담금 직후 대조구 갓김치의 저해율이 42.81%, 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가한 처리구는 46.95%로 대조구보다 높았으며 적숙기에는 대조구가 58.63%, 처리구가 65.19%로 나타났다. 이러한 사실은 갓김치를 담은 후 15°C에서 저장하여 메탄올 추출물의 항산화성을 발효 기간별로 비교하였을 때 담금 직후의 갓김치보다는 발효 6일째의 갓김치 추출물이 보다 강한 항산화성을 나타낸다는 Hwang(34)의 보고와 일치하였다. Conjugated diene 생성 저해율을 보면 linoleic acid 자동산화 저해 효과와 유사하게 적숙기의 늙은호박분말 0.3%와 녹차

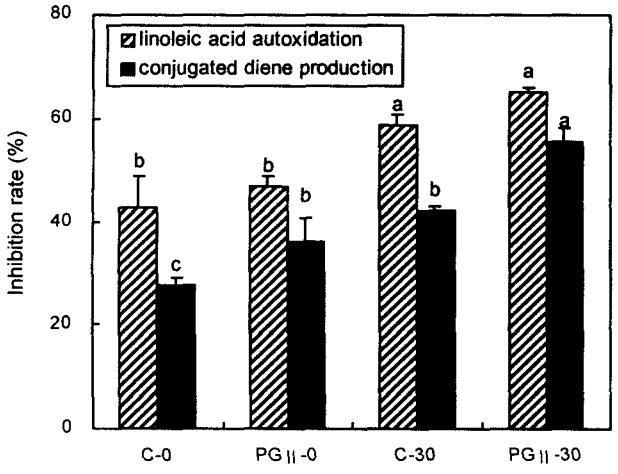

Fig. 1. Inhibition effects of methanol extracts prepared from mustard leaf *kimchi* on linoleic acid autoxidation and conjugated diene production.
C-0: mustard leaf *kimchi* on 0 day.
PG II -0: pumpkin powder 0.3% and green tea powder 0.2% added mustard leaf *kimchi* on 0 day.
C-30: mustard leaf *kimchi* on 30 day at 5°C.
PG II -30: pumpkin powder 0.3% and green tea powder 0.2% added mustard leaf *kimchi* on 30 day at 5°C.
[a~c]Values with different alphabets are significantly different at $p<0.05$.

분말 0.2% 첨가한 처리구가 55.50%로 담금 직후 대조구의 27.70%에 비해 유의적($p<0.05$)으로 높은 것으로 나타났다.

LDL 산화 저해 효과와 TBA가 : 부재료 첨가와 숙성정도에 따른 갓김치의 LDL 산화 저해 효과와 TBA가를 Fig. 2에 나타내었다. 담금 직후 갓김치 대조구의 LDL 산화 저해 효과를 보면 37.94%로 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가한 갓김치 처리구의 64.28%에 비해 낮았고 적숙기 때는 대조구가 78.05%, 처리구가 99.12%로 처리구의 산화 저해 효과가 유의적($p<0.05$)으로 높게 나타났다. 따라서 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가한 갓김치가 항산화성이 높은 것으로 보이며 특히 적숙기에 유의적($p<0.05$)으로 효과가 높음을 알 수 있었다.

TBA가에 대한 저해율을 보면 담금 당일의 대조구는 48.38%이고, 처리구는 65.22%로 대조구에 비해 높은 수치를 나타내었다. 적숙기에는 74.50%로 담금 직후보다 적숙기에 유의적($p<0.05$)으로 높게 나타났다. 이것은 생적갓보다 갓김치 시료의 TBA가가 높아 항산화성이 높았으며 담금 직후보다 15℃에서 6일간 발효시켜 숙성적기에 도달한 적갓김치가 높게 나타났다는 보고(31)와 일치하였다.

DPPH 소거 효과 : 유리기인 DPPH에 대해서 갓김치의 메탄올 추출물로부터 최종 농도 30 μg/mL에서 나타내는 소거 효과를 Fig. 3에 나타내었다. DPPH의 소거 효과에 대한 결과를 보면 담금 첫날 대조구의 저해율은 51.23%, 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가한 갓김치 처리구가 58.58%로 높다. 그리고 숙성 후 적숙기 즉, 담금 후 30일 경과 후에는 대조구가 73.04%, 처리구는 76.81%로 담금 직후보다 적숙기의 갓김치가 DPPH에 대해 높은 유리기 소거 효과를 가지는 것으로 나타났으며 대조구보다 처리구가 다소 높게 나타났는데 이로 DPPH에 대한 소거 효과는 적숙기의 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가한 처리구가 가장 높음을 알

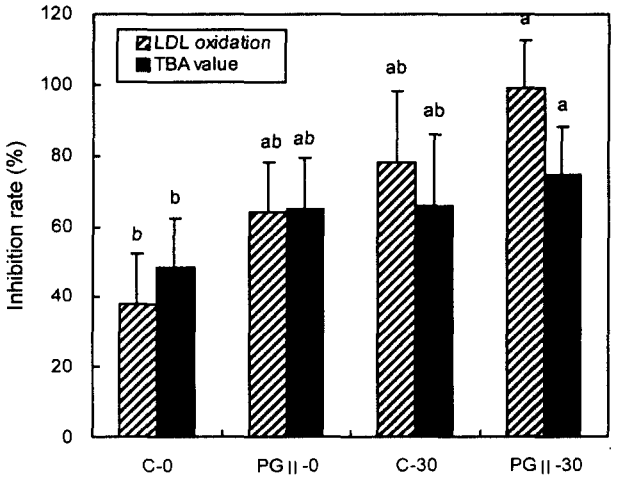

Fig. 2. Inhibition effects of methanol extracts prepared from mustard leaf *kimchi* on LDL oxidation and TBA value.
See the legend in Fig. 1.
[a,b]Values with different alphabets are significantly different at $p<0.05$.

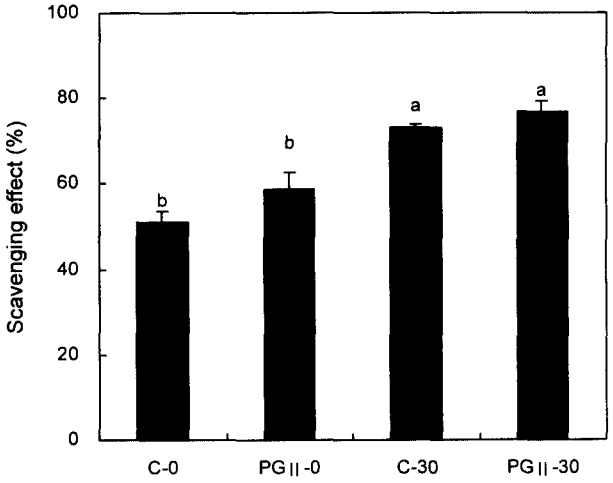

Fig. 3. Scavenging effects of methanol extracts prepared from mustard leaf *kimchi* on DPPH.
See the legend in Fig. 1.
[a,b]Values with different alphabets are significantly different at $p<0.05$.

수 있었다.

이에 linoleic acid 자동산화 억제효과, conjugated diene 생성 억제효과, LDL 산화 저해효과, TBA가 측정, DPPH 소거효과 등과 같은 항산화성 실험 결과를 종합할 때 갓김치에 녹차 및 늙은호박분말을 첨가한 처리구가 첨가하지 않은 갓김치 대조구에 비해 항산화 효과가 높게 나타났고 특히 갓김치가 가장 맛이 있는 적숙기에 유의적으로($p<0.05$) 높게 나타났다. 따라서 녹차 및 늙은호박분말 첨가에 의해 갓김치의 항산화성이 증진된 것으로 보이며 이는 대조구의 갓김치보다 우수하다고 할 수 있겠다.

요 약

갓김치에 항산화 성분의 함량이 높은 부재료를 첨가하여 기능성이 증진된 갓김치를 개발하기 위하여 본 연구를 행하였다. 부재료로 선정된 녹차 및 늙은호박을 분말로하여 이들의 첨가비를 달리한 갓김치를 제조한 후 chlorophyll, carotenoids, 총 페놀 및 비타민 C 함량을 담금 직후와 적숙기에 측정하여 부재료 첨가에 따른 갓김치의 항산화 성분 함량을 비교 연구하였으며, 그 결과 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2%을 첨가한 갓김치구가 높은 함량을 나타내었다. 이에 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2%을 첨가한 갓김치구를 대조구과 함께 비교하면서 항산화성에 대한 실험을 행하였다. 항산화성 실험은 갓김치를 담은 첫날과 적숙기에 행하였으며, 그 결과 거의 모든 실험에서 대조구보다 녹차 및 늙은호박을 첨가한 갓김치구가 항산화성을 나타내는 산화에 대한 저해율이 높게 나타났다. 담금 첫날 갓김치구보다 적숙기의 갓김치구가 항산화성이 높았는데, linoleic acid 자동산화에 대한 억제효과는 담금 첫날 대조구의 저해율 42.81%보다 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가 처리구가 46.95%로

더 높았으며, 적숙기에는 대조구는 58.63%, 처리구는 65.91%으로 적숙기의 처리구가 다른 군에 비해 가장 높았다. Conjugated diene 생성 억제효과는 적숙기의 처리구는 55.50%로 가장 높았고, LDL 산화 저해효과, TBA가 측정 결과도 적숙기의 녹차 및 늙은호박분말 첨가구가 가장 높은 저해율을 나타내었다. 그리고 DPPH 소거효과에서 담금 첫날 대조구의 51.23%에 비해 적숙기의 처리구는 76.81%로 저해율이 아주 높게 측정되었는데 이는 부재료 첨가 갓김치구는 DPPH에 대한 강한 소거작용을 하는 것으로 보인다. 따라서 이상과 같은 실험 결과를 종합할 때 갓김치에 녹차 및 늙은호박분말을 첨가함으로써 첨가하지 않은 갓김치 대조구에 비해 항산화 관련 성분의 함량도 증가하였고, 또한 항산화성 실험에서도 산화에 대한 저해율이 높게 나타났으며 그 중에서도 갓김치에 늙은호박분말 0.3%와 녹차분말 0.2% 첨가 갓김치구가 가장 우수하였고 특히 적숙기에 가장 높은 항산화성을 보이는 것으로 나타났다.

문 헌

1. Ilo, M., Moriyama, A., Matsumoto, Y., Takaki, N. and Fukumoto, M. : Inhibition of xanthine oxidase by flavonoids. *Agric. Biol. Chem.*, **49**, 2173-2176 (1985)
2. Chung, T.A., Kim, M.A. and Jones, A.D. : Antioxidative activity of phenolic acids from Jindalrae flower (*Rhododendron Mucronulatum Turzaninow*). *Agric. Chem. Biotechnol.*, **39**, 506-511 (1996)
3. Oh, Y.J., Hwang, Y.J. and Claus, L. : Nutrient physiological assessment of *kimchi*. *Science of kimchi*, Korea Food Science, Seoul, p.226-245 (1995)
4. Bros, W. and Saran, M. : Radical scavenging by flavonoid antioxidants. *Free Rad. Res. Comm.*, **2**, 289-292 (1987)
5. Hudson, B.J.F. : *Food antioxidants*. Elsevier Science Publishing Co. Inc., New York, p.102-132 (1990)
6. Ryu, S.H., Jeon, Y.S., Kwon, M.J., Moon, J.W., Lee, Y.S. and Moon, G.S. : Effect of *kimchi* ingredients to reactive oxygen species in skin cell cytotoxicity. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 998-1005 (1997)
7. Cho, Y.S., Ha, B.S., Park, S.K. and Chun, S.S. : Contents of carotenoids and chlorophylls in dolsan leaf mustard (*Brassia Juncea*). *Korean J. Dietary Culture*, **8**, 153-157 (1993)
8. Ryu, B.M. : Effect of *kimchi* inhibition of skin aging of hairless mouse. *Ph.D. thesis*, Pusan National University (2000)
9. Kye, I.S. : Studies on scavenging activity of peroxynitrite and reactive oxygen species of green tea polyphenols. *Ph.D. thesis*, Pusan National University (1999)
10. Song, E.S. : Oxidative stability of carrot carotenoids in the model systems. *M.S. thesis*, Pusan National University (1993)
11. Park, Y.K., Cha, H.S., Park, M.W., Kang, Y.H. and Seog, H.M. : Chemical components in different parts of pumpkin. *J. Korean Soc. Food Sci, Nutr.*, **26**, 639-646 (1997)
12. Kim, K.O., Kim, S.S., Sung, R.K. and Lee, Y.C. : *Method and adaptation of sensory test*. Shinkwang Publishing Corporation, Seoul, p.96-219 (1989)
13. Hyun, Y.A. : Preparation methods and fermentation characteristics of leaf mustard *kimchi*. *M.S. thesis*, Pusan National University (2000)
14. White, R.C., Jones, I.D. and Eleanor, G. : Determination of chlorophylls, chlorophyllides, pheophytins and pheophorbides in plant material. *J. Food Sci.*, **28**, 431-436 (1963)
15. AOAC : *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C., Vol. 942, p.4 (1990)
16. Hammerschmidt, P.A. and Pratt, D.E. : Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Science*, **43**, 556-559 (1978)
17. Shin, H.S. : *Theory and investigation of food analysis*. Shinkwang Publishing Corporation, Seoul, p.166-250 (1983)
18. Partt, D.E. and Birac, P.M. : Source of antioxidant activity of soybeans and soy products. *J. Food Sci.*, **44**, 1720-1722 (1979)
19. Haraguchi, H., Hashimoto, K. and Yagi, A. : Antioxidative substances in leaves of *Polygonum hydropiper*. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 1349-1351 (1992)
20. Farag, R.S., Badei, A.Z.M.A., Hewedi, F.M. and El-baroty, G.S.A. : Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *JAOCS*, **66**, 792-799 (1989)
21. Buege, J.A. and Aust, S.D. : Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymol.*, **52**, 302-310 (1978)
22. Esterbauer, H., Lang, J., Zadravec, S. and Slater, T.F. : *Methods in Enzymology*. Academic Press, New York, Vol. 105, p.319-328 (1981)
23. Blois, M.S. : Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, **25**, 1199-1120 (1958)
24. SAS : *User's Guide : Statistics*. SAS Institute, Inc., USA (1992)
25. Cho, Y.S. and Park, S.G. : Changes in major taste components and microflora in mustard leaf *kimchi* during fermentation. Korea Food Culture Research, Seoul, p.183-208 (1994)
26. Park, M.J., Jeon, Y.S. and Han, J.S. : Fermentation characteristics of mustard leaf *kimchi* added green tea and pumpkin powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **30**, 215-221 (2001)
27. Song, E.S. : Antioxidative characteristics of chlorophylls and carotenoids in mustard leaf *kimchi*. *Ph.D. thesis*, Pusan National University (1997)
28. Endo, Y., Usuki, R. and Kaneda, T. : Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the antioxidation of oils in the dark. I. Comparision of the inhibition effects. *JAOCS*, **62**, 1375-1378 (1985)
29. Lee, Y.O. : Studies on the antioxidative characteristics and antioxidative substance of *kimchi*. *Ph.D. thesis*, Pusan National University (1996)
30. Gross, J. : *Pigments in vegetables*. Chlorophyll and carotenoids. An AVI Book, New York (1991)
31. Hwang, J.H. : Fermentation characteristics and antioxidative effect of red mustard leaf *kimchi*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **29**, 1009-1015 (2000)
32. Jung, H.S., Ko, Y.T. and Lim, S.J. : Effects of sugars on *kimchi* fermentation and on the stability of ascorbic acid. *Korean J. Nutr.*, **18**, 36-45 (1985)
33. Park, Y.K., Cha, H.S., Park, M.W., Kang, Y.H. and Seog, H.M. : Chemical components in different parts of pumpkin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 639-646 (1997)
34. Hwang, J.H. : Antioxidative characteristics of red mustard leaf *kimchi* and crude anthocyanin pigment. *M.S. thesis*, Pusan National University (1998)

(2001년 8월 27일 접수)