

유기농 배추의 영양 및 기능성 성분 함량

성종환[†] · 박성균 · 박은미 · 김한수 · 김동섭 · 정헌식¹
부산대학교 식품공학과, ¹경북대학교 식품생물산업연구소

Contents of Chemical Constituents in Organic Korean Cabbages

Jong-Hwan Seong[†], Sung-Gyun Park, Eun-Mi Park, Han-Soo Kim, Dong-Seob Kim
and Hun-Sik Chung¹

Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

¹Food and Bio-industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

To evaluate the chemical characteristics of organic Korean cabbages, the contents of moisture, crude protein, crude lipid, crude ash, dietary fiber, mineral, vitamin C, free sugar, organic acid, chlorophyll and carotenoid were analyzed in organic and nonorganic cabbages. The levels of crude protein, crude lipid, crude ash, soluble dietary fiber, insoluble dietary fiber, minerals(Ca, P, Fe, Mg, S, Zn), ascorbic acid, dehydroascorbic acid, fructose, glucose, sucrose, chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid in organic cabbages were higher than those in nonorganic cabbages. However, the contents of moisture, malic acid, citric acid, potassium in organic cabbages were lower than those in nonorganic cabbages.

Key words : organic cabbage, quality, chlorophyll, carotenoid

서 론

배추는 국내에서 소비량이 가장 많은 채소로 재배시기에 따라 봄배추, 여름배추, 가을배추로 구분하며 포기형태에 따라 결구형, 반결구형, 불결구형으로 분류하며, 성분상 특징은 섬유소, 비타민 C 및 칼슘이 비교적 풍부하며, 주로 김치를 비롯한 각종 요리의 재료로 이용된다(1). 한편, 배추는 민간과 한방에서 화상 및 감기의 치료, 갈증해소, 소화촉진 등의 효능을 가지는 것으로 전해지고 있으며, 근래에 들어서는 배추를 포함한 녹색채소가 뛰어난 항암효과를 가지는 것이 밝혀지고 있다(2,3). 배추의 고부가가치화를 위한 연구로는 이화학적 특성 및 가공적성 분석(4-7), 저장기술개발(8-10), 김치제조(11-13) 그리고 생리활성효과규명(14,15) 등이 보고 되었다.

최근 건강지향 사회의 도래에 따른 환경보호와 건강식품에 대한 소비자의 요구 증가와 함께 친환경적으로 재배한

농산물의 생산과 소비가 급증하고 있다(16). 이러한 이유로 농업방식도 화학비료와 유기합성농약의 사용을 줄이면서 퇴비나 생물농약의 사용을 늘리는 방식으로 변경되어가고 있으며, 정부에서 유기농산물, 전환기유기농산물, 무농약농산물, 저농약농산물 등으로 분류하여 인증제도를 실시하고 있다(16,17). 유기농산물이란 2~3년 이상을 유기합성농약과 화학비료를 일체 사용하지 않고 재배한 것, 전환기유기농산물은 1년 이상 유기합성농약과 화학비료를 일체 사용하지 않고 재배한 것, 무농약농산물은 유기합성농약은 일체 사용하지 않고 화학비료는 가급적 권장 시비량의 1/3 이내에 사용하여 재배한 것을 각각 말한다. 이처럼 친환경농산물의 재배에 관련된 정보는 많이 알려져 있으나 배추를 비롯한 각종 생산물의 가치평가와 활용을 위한 품질특성에 대한 것은 제한적인 실정이다(18).

따라서 본 연구에서는 친환경적 재배가 농산물의 품질특성에 미치는 영향을 규명하기 위한 일환으로, 유기농배추와 일반배추의 화학적 품질특성인 영양 및 기능성 성분의 함량을 비교분석하였다.

[†]Corresponding author. E-mail : sjh5353@pusan.ac.kr,
Phone : 82-55-350-5353, Fax : 82-55-350-5350

재료 및 방법

재 료

실험용 배추(*Brassica campestris* L. ssp *pekinensis*(Lour.) Rupr.)는 경남 밀양시 소재 G농산으로부터 결구형 가을배추를 제공받아 외관과 크기가 균일하게 정선, 선별하여 사용하였으며, 유기농배추는 3년간 유기합성농약과 화학비료를 사용하지 않고 재배한 것을, 일반배추는 매년 유기합성농약과 화학비료를 사용하여 재배한 것을 각각 사용하였다.

일반성분 분석

일반성분은 AOAC법(19)에 준하여 실시하였다. 즉, 수분 함량은 105°C 상압가열건조법으로, 조단백질 함량은 Micro Kjeldahl법으로, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법으로, 그리고 조회분 함량은 550°C 건식회화법으로 각각 분석하였다. 탄수화물 함량은 100에서 상기 성분들을 제외한 양으로 하였다.

식이섬유 분석

식이섬유 함량은 Prosky변법(20)으로 분석하였다. 즉, 시료 일정량에 α -amylase를 가하고 열탕에서 15분간 열처리한 후 0.2 N HCl (pH 1.5)을 가하고 pepsin을 처리하여 40°C에서 6시간 가수분해 시켰다. 그 후 4 N NaOH를 가하여 중화시키고 pancreatin을 가하여 40°C에서 1시간 진탕하였다. 분해가 끝난 반응액에 95% ethanol을 가하고 1시간 정치 후 3,000 rpm으로 30분간 원심분리를 하고 침전물을 분리하였다. 분리된 침전물을 증류수에 녹이고 다시 원심분리하여 형성된 침전물을 불용성 식이섬유(Insoluble dietary fibre)로 하였고, 상등액에 95% ethanol을 가하여 1시간 동안 정치시켜 형성된 침전물을 가용성 식이섬유(soluble dietary fiber)로 하였으며, 불용성 및 가용성 식이섬유의 합계를 총식이섬유로 하였다.

무기질 분석

무기질 조성 및 함량은 시료 일정량에 65% 질산 및 30% 과산화수소를 가하여 마이크로웨이브 오븐(Microwave lab-station 1200 MEGA, Milestone Co., Italy)으로 습식분해 후 분석하였다. Fe, Mg, Mn, S 및 Zn은 ICP(IRIS/AP, Jarrell ash Co., USA)를, Ca과 K은 atomic absorption spectrophotometer (3300, Perkin elmer Co., USA)를 각각 사용하여 분석하였으며, 그리고 P 함량은 Molybdenum blue 비색법으로 분석하였다(19).

비타민 C 분석

비타민 C 함량은 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP) 비색법(21)으로 행하였다. 즉, 시료 일정량에 5% metaphosphoric

acid 용액을 가하여 마쇄한 후 감압여과 하여 2 mL를 취하고, 이 2 mL 여과액에 0.2% indophenol 2~3방울 가하여 혼합하고 1분간 방치한 후 2% thiourea 2 mL와 2% DNP 1 mL를 가하고 50°C 항온수조에서 1.5시간 방치하였다. 그런 다음 얼음물 속에서 뷰렛으로 85% sulfuric acid 5 mL를 서서히 첨가한 다음 상온에서 30분간 방치한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였으며, L-ascorbic acid 표준품으로 검량선을 작성하여 총비타민 C를 정량하였다. 한편, 상기한 방법에서 indophenol 용액을 첨가하는 과정만 생략하고 dehydroascorbic acid의 함량을 측정하였고, 총비타민 C 함량에서 dehydroascorbic acid 함량을 뺀 값을 ascorbic acid 함량으로 하였다.

유리당 분석

유리당의 조성 및 함량은 Gancedo와 Luh의 방법(22)으로 분석하였다. 즉, 시료 일정량을 취하여 80% ethanol을 첨가하고 마쇄한 후 80°C 항온수조상에서 1시간 환류냉각 추출 후 감압여과 하였다. 그런 다음 여과액을 40°C에서 감압농축한 후 Sep-Pak C₁₈ Cartridge(Waters associate Co.)을 통과시키고 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC(S2100, Sykam, Germany)로 분석하였으며, 이 때 분석조건으로 컬럼은 Carbohydrate analysis, 컬럼온도는 30°C, 이동상은 70% acetonitrile(0.8 mL/min), 검출기는 ELSD를 각각 사용하였다. 유리당의 동정 및 정량은 fructose, glucose, sucrose 등의 표준품을 사용하여 외부표준법으로 실시하였다.

유기산 분석

유기산의 조성 및 함량은 Nisperos-Carriedo 등의 방법(23)에 준하여 분석하였다. 즉, 시료 일정량을 착즙하고 원심분리한 후 그 상등액을 취하여 음이온 교환수지컬럼(Amberite IRA-900, 250×15 mm)에 흡착시키고 증류수로 수회 세척하여 당류를 제거한 다음 6 N formic acid로 흡착된 유기산을 용출하여 진공농축기로 건조시키고 0.005 M sulfuric acid 용액에 녹여 2 mL로 정용하고 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC(510, Waters associate Co., USA)로 분석하였다. 이때 컬럼은 Aminex HPX-87H, 컬럼온도는 65°C, 이동상은 0.005 M sulfuric acid(0.5 mL/min), 검출기는 UV(210 nm)를 각각 사용하였다. 유기산의 정량은 oxalic acid, malic acid, citric acid 등의 표준품을 사용하여 외부표준법으로 실시하였다.

Chlorophyll 분석

Chlorophyll 성분의 함량은 Mackinney법(24)으로 분석하였다. 즉, 시료 일정량에 80% acetone과 CaCO₃을 가하여 마쇄한 후 감압 여과하고 잔사는 80% acetone으로 세척하여 여과액과 합친 후 추출액을 100 mL로 정용하고 분액여

두에서 acetone층을 분리하여 663 nm, 645 nm 및 750 nm에서 흡광도를 각각 측정하였다. Chlorophyll 함량은 추출액의 농도를 다음 식으로 구한 후 정량하였다. Chlorophyll a(mg/L)=12.7 (A₆₆₃-A₇₅₀) - 2.59 (A₆₄₅-A₇₅₀), chlorophyll b(mg/L)=-4.67 (A₆₆₃-A₇₅₀) + 22.9 (A₆₄₅-A₇₅₀).

Carotenoid 분석

Carotenoid 함량은 시료 일정량에 magnesium carbonate와 40% methanol을 소량 가하여 homogenizing하고 glass filter(3G3)로 감압여과 시킨 후 여과액이 투명하게 될 때까지 40% 메탄올로 세척하여 여과액은 폐기시키고, 잔사는 acetone으로 색이 완전히 탈색될 때까지 반복 추출, 여과하였다. 여과액을 60℃에서 진공농축 한 다음 ethyl ether로 세척하고 분액여두에서 ethyl ether층은 분리하여 20% potassium hydroxide를 첨가하고 냉장고에서 하룻밤 방치하여 ethyl ether층을 분리하였고 여기에 포화식염수와 sodium sulfate를 소량 첨가하여 1시간 정지하였다. 그 후 ethyl ether층을 일정량으로 정용하여 451 nm에서 흡광도를 측정하였다. Carotenoid의 정량은 β-carotene 표준품을 사용하여 검량선을 작성하여 실시하였다(25).

결과 및 고찰

일반성분의 함량

유기농배추와 일반배추의 일반성분 함량을 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 일반배추보다 유기농배추에서 낮았으나, 조단백질, 조지방, 탄수화물 및 조회분 함량은 일반배추보다 유기농배추에서 약간 높은 경향을 보였다. 이러한 유기농배추에서 수분함량이 낮고 그 외 일반성분들의 함량이 높은 결과는 유기농 및 일반 케일, 신선초, 셀러리, 상추 및 파 등에서 비교분석한 보고(18)와 유사하였다. 일반적으로 과실과 채소류의 성분함량은 재배환경 및 시비조건과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다.

Table 1. Proximate compositions of organic and nonorganic Korean cabbages

Samples	Components (%)				
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate	Crude ash
Organic	93.17	1.74	0.28	3.87	0.94
Nonorganic	94.25	1.32	0.23	3.60	0.60

식이섬유의 함량

식이섬유는 내당성 개선, 혈중 콜레스테롤 억제, 대장암 억제 등의 건강 기능성을 가지는 것으로 인식되고 있다(26). 유기농배추와 일반배추의 식이섬유 함량을 측정한 결과는

Fig. 1에 나타내었다. 유기농배추가 일반배추보다 가용성 식이섬유는 1.4배, 불용성 식이섬유는 2배 정도의 높은 함량을 보였고, 두 종류 배추 모두에서 가용성 보다는 불용성 식이섬유의 함량이 높게 나타났다. 총식이섬유의 함량은 유기농배추에서 2.03%를, 일반배추에서 1.10%를 각각 나타내었다.

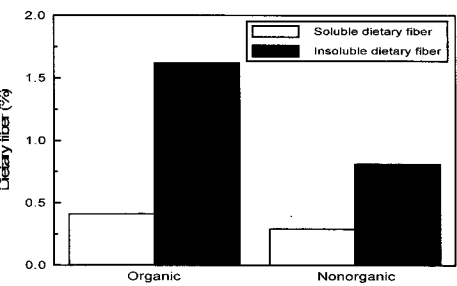


Fig. 1. Contents of dietary fiber in organic and nonorganic Korean cabbages.

무기질의 함량

무기질의 기능은 종류에 따라 다양하지만 주요기능은 pH 완충작용과 생리적 기능조절이라 할 수 있다. 유기농배추와 일반배추의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 배추에 함유된 무기질 중 칼륨의 함량이 가장 높았으며 다음으로 칼슘, 인, 철, 마그네슘, 망간, 황, 아연 순이었다. 두 종류의 배추간에 각 무기질 함량을 비교해보면, 칼슘, 인, 철, 마그네슘, 황 및 아연의 함량은 일반배추보다 유기농배추에서 높게 나타났으며 특히, 칼슘과 황은 유기농배추에서 약 1.9배 정도 높은 수준이었다. 칼륨함량은 유기농배추보다 일반배추에서 오히려 높게 나타났으며, 망간함량은 동등하게 나타났다. 배추의 무기질 함량은 시비조건에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(27).

Table 2. Contents of minerals in organic and nonorganic Korean cabbages

Samples	Minerals (mg%)							
	K	Ca	P	Fe	Mg	Mn	S	Zn
Organic	256.58	79.78	41.47	0.56	1.86	0.10	2.70	0.52
Nonorganic	280.58	42.81	30.07	0.46	1.83	0.10	1.45	0.39

비타민 C의 함량

비타민 C는 식물이 환경적 스트레스에 노출되었을 때 대응하기 위하여 생합성하는 물질(28)로 항암성, 항산화성, 항피로성 및 항스트레스성 등 다양한 기능성을 가진다(29). 유기농배추와 일반배추의 비타민 C 함량을 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 환원형인 ascorbic acid의 함량은 유기농과 일반 배추간에 큰 차이를 보이지 않았으나 산화형인 dehydroascorbic acid는 유기농배추에서 상당히 높은 함량

을 보여서 총비타민 C 함량이 약 2.5배 정도 높게 나타났다. 즉, 유기농배추에서는 47.42 mg%를, 일반배추에서는 19.15 mg%를 각각 나타내었다. 이러한 유기농배추에서 비타민 C 함량이 높은 경향은 다른 채소류에서 확인된 결과(18)와 일치하였다.

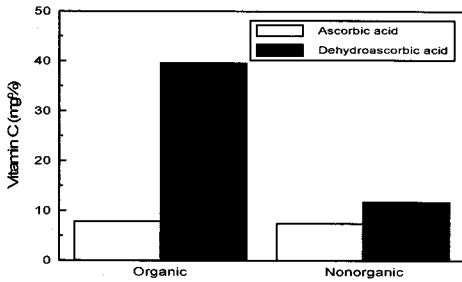


Fig. 2. Contents of vitamin C in organic and nonorganic Korean cabbages.

유리당의 함량

유리당은 에너지원이며 감미를 가져 식미와 가공적성에 큰 영향을 미치는 물질로 취급된다. 유기농 및 일반 배추의 유리당 함량을 분석한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 배추에서 유리당 성분으로 fructose, glucose 및 sucrose가 확인되었고, 세 가지 성분모두 일반배추보다는 유기농배추에서 각각 높은 함량을 나타내었다. 즉, 일반보다 유기농배추에서 fructose는 1.8배, glucose는 2.3배, 그리고 sucrose는 1.7배 정도 높은 함량을 보였다. 유리당의 함량 순위는 유기농배추에서는 glucose, fructose, sucrose 순이었으나 일반배추에서는 fructose, glucose, sucrose 순이었다. 일반배추에서 유리당의 패턴은 월동배추의 보고(9)와 유사하였다.

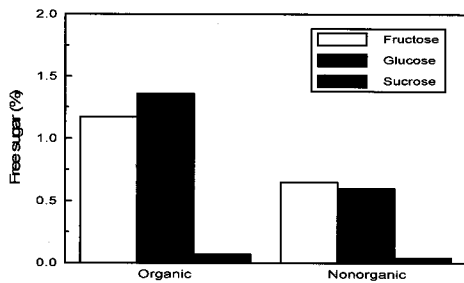


Fig. 3. Contents of free sugar in organic and nonorganic Korean cabbages.

유기산의 함량

유기산은 유리당과 더불어 식미결정의 주요물질인데, 유기농 및 일반 배추의 유기산 성분을 분석한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 배추에서 유기산 성분으로 malic acid와 citric acid가 확인되었으며, 이 두 성분 중 malic acid의 함량이 높았다. 유기농과 일반 배추간에 유기산 함량을 비교해보면, malic acid와 citric acid 모두 일반 배추에서 높은 함량

을 나타내었다. 총유기산 함량은 유기농배추에서 118.89 mg%, 일반배추에서 200.08 mg%를 각각 나타내었다.

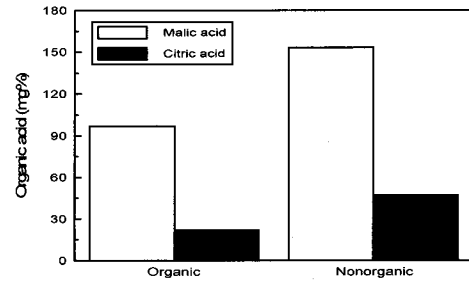


Fig. 4. Contents of organic acid in organic and nonorganic Korean cabbages.

Chlorophyll의 함량

배추에는 녹색색소인 chlorophyll과 황색색소인 carotenoid가 가변적 함량비로 공존하는데, 이 중 chlorophyll은 항산화, 세포부활, 항암, 항괴양, 콜레스테롤 저감 및 조혈 작용 등이 있는 것으로 알려져 있다(30). 유기농배추와 일반배추의 chlorophyll 함량을 분석한 결과는 Fig. 5에 나타내었다. Chlorophyll a의 함량은 일반배추보다 유기농배추에서 약 3배, chlorophyll b의 함량은 일반배추보다 유기농배추에서 약 5배 높게 나타났다. Chlorophyll a와 b의 존재비는 일반적으로 3 : 1인 것으로 알려져 있으나 유기농배추에서는 1.7 : 1, 일반배추에서는 2.7 : 1 정도를 각각 나타내었다. 일반배추에서 chlorophyll이 비타민 C의 생합성 장소이므로 그 함량이 비타민 C 함량과 깊은 관계가 있다는 보고(4) 및

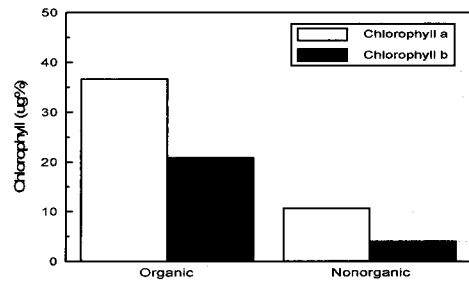


Fig. 5. Contents of chlorophyll in organic and nonorganic Korean cabbages.

chlorophyll 함량이 화학비료처리구보다 유기질비료처리구에서 높았다는 보고(17)와 일치하였다.

Carotenoid의 함량

유기농 및 일반 배추의 carotenoid 함량을 분석한 결과는 Fig. 6에 나타내었다. Carotenoid는 일반보다 유기농배추에서 약 2배 높은 함량을 보였다. 한편, 배추의 주된 carotenoid는 β-carotene, lutein, isolutein, violaxanthin 및 neoxanthin 등이며(8), 이들의 함량은 배추의 황색이나 맛과 정비례 관계를 가지는 것으로 보고(5) 된바 있다. 또한 β-carotene은

vitamin A로서의 높은 활성과 강한 항산화력을 가지는 것으로 보고 되었다(30).

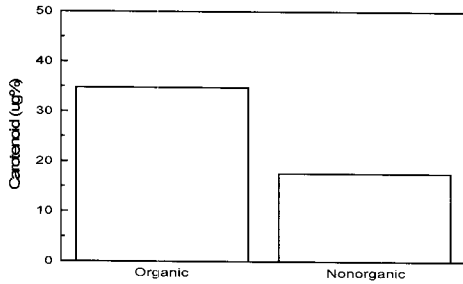


Fig. 6. Contents of carotenoid in organic and nonorganic Korean cabbages.

요 약

유기재배법이 배추의 화학적 품질특성에 미치는 영향을 규명하기 위하여, 유기와 일반 재배 배추의 영양 및 기능성 성분의 함량을 각각 비교분석 하였다. 일반성분 중 수분은 유기농배추보다 일반배추에서 높은 함량을 나타내었으나 조단백질, 조지방, 탄수화물 및 조회분은 일반배추보다 유기농배추에서 높은 함량을 나타내었다. 수용성 및 불용성 식이섬유, ascorbic acid 및 dehydroascorbic acid, chlorophyll a 및 b, carotenoid 등의 각 함량은 일반배추보다 유기농배추에서 높게 나타났다. 무기질 중 칼륨함량은 유기농배추보다 일반배추에서 높았으나 칼슘, 인, 철, 마그네슘, 황 및 아연의 함량은 일반배추보다 유기농배추에서 높게 나타났다. 유리당인 fructose, glucose 및 sucrose의 각 함량은 유기농배추에서 높았으나 유기산인 malic acid와 citric acid의 함량은 유기농배추에서 낮게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 부산대학교 학술연구비의 지원에 의하여 연구 되었습니다.

참고문헌

1. Hyun, Y.H., Koo, B.S., Song, J.E. and Kim, D.S. (2004) Food materials. Hyungseul Publish, Daegu, p. 81-84
2. Colditz, G.A., Branch, L.G., Lipnick, R.J., Willett, W.C., Rosner, B., Posner, B.M. and Hennekens, C.H. (1985) Increased green and yellow vegetable intake and lowered cancer deaths in an elderly population. *Am. J. Clin. Nutr.*, 41, 32-37

3. Lee, Y.S., Jang, W.S., Eui, M.J., Lee, S.J. and Jang, J.J. (1990) Inhibitory effect of Chinese cabbage extract on diethylnitrosamine-induced hepatic foci in Sprague-Dawley rats. *J. Korean Cancer Assoc.*, 22, 355-359
4. Park, K.W. and Kim, M.Z. (1985) Influence of cultivar and storage period on the quality of Chinese cabbage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 26, 299-303
5. Kim, H.D., Yun, S.J. and Chung, H.D. (1994) Separation of yellow pigments in the inner leaves of Chinese cabbage and their relationship with taste. *J. Korean Soc. Hort. Sci.*, 35, 525-533
6. Kim, J.Y., Lee, E.J., Park, S.K., Choi, G.W. and Baek, N.K. (2000) Physicochemical quality characteristics of several Chinese cabbage cultivars. *Korean J. Hort. Sci. Technol.*, 18, 348-352
7. Kim, Y.S. and Rhee, H.S. (1985) The changes of chlorophylls in blanched and fermented Chinese cabbage. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 1, 27-32.
8. Yang, Y.J. and Pek, U.H. (1996) Effect of CA storage on postharvest quality and color changes of Chinese cabbage grown in spring. *J. Korean Soc. Hort. Sci.*, 37, 662-665
9. Kang, E.J., Jeong, S.T., Lim, B.S. and Jo, J.S. (1999) Quality changes in winter Chinese cabbage with various storage methods. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 6, 173-178
10. Kim, G.H., Kang, J.K. and Park, H.W. (2000) Quality maintenance of minimally processed Chinese cabbage for Kimchi preparation. *J. Korean Soc. Food Sci.*, 29, 218-223
11. Lee, S.H. and Kim, S.D. (1988) Effect of starter on the fermentation of Kimchi. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 17, 342-347
12. Jeon, Y.S., Kye, I.S. and Cheigh, H.S. (1999) Changes of vitamin C and fermentation characteristics of Kimchi on different cabbage variety and fermentation temperature. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 773-779
13. Ko, Y.T. and Lee, J.Y. (2004) Quality characteristics of Kimchi prepared with different part of Chinese cabbage and its quality change by freeze-drying. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 36, 784-789
14. Cha, Y.S. and Oh, S.H. (2000) Investigation of γ -aminobutyric acid in Chinese cabbage and effects of the cabbage diets on lipid metabolism and liver function of rats administered with ethanol. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 500-505
15. Kim, H.K., Lee, G.D., Kwon, J.H. and Kim, K.H. (2005)

- Monitoring on extraction yields and functional properties of *Brassica oleracea* var. capita extracts. Food Sci. Biotechnol., 14, 836-840
16. Lee, G.S. (2004) Organic agriculture. Food Preservation and Processing Industry, 3, 1-9
 17. Cho, S.H. and Park, T.H. (2002) Effect of organic fertilizer, microorganism and seaweed extract application on growth of Chinese cabbage. J. Kowrec., 10, 81-85
 18. Kim, H.Y., Lee, K.B. and Lim, H.Y. (2004) Contents of minerals and vitamins in organic vegetables. Korean J. Food Preserv., 11, 424-429
 19. AOAC (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC., USA.
 20. Johansson, C.G. and Hallmer, H. (1983) Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. J. Agric. Food Chem., 31, 476-482
 21. The Korean Society of Food Science and Nutrition (2000) Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil Press, Seoul, p.256-261
 22. Gancedo, M.C. and Luh, B.S. (1986) HPLC analysis of organic acid and sugar in tomato juice. J. Food Sci., 51, 571-580
 23. Nisperos-Carriedo, M.O., Buslig, B.S. and Shaw, P.E. (1992) Simultaneous detection of dehydroascorbic, ascorbic and some organic acids in fruits and vegetables by HPLC. J. Agri. Food Chem., 40, 1127-1132
 24. Mackinney, G. (1941) Absorption of light by chlorophyll solutions. J. Biol. Chem., 140, 315-322
 25. Umeda, K., Tanaka, Y. and Ohira, K. (1971) Carotenoid pattern of Citrus unshiu flesh analysis of orange juice (I). Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 18, 1092-1098
 26. Schneeman, B.O. (1986) Physical and chemical properties, methods of analysis, and physiological effects. Food Technol., 104-110
 27. Oh, W.K. and Kim, S.B. (1985) Effect of ammonium nitrate plus potash in comparison with urea plus potash on the yield and content of some mineral nutrient elements of Chinese cabbage. Korean J. Soil Sci. Fert., 18, 407-412
 28. Rautenkranz, A.A.F., Li, L., Machler, F., Martinoia, E. and Oertli, J.J. (1994) Transport of ascorbic and dehydroascorbic acids across protoplast and vacuole membranes isolated from barley leaves. Plant Physiol., 106, 187-193
 29. Rock, C.L., Fada, R.D., Jacob, R.A. and Bowen, P.E. (1996) Update on the biological characteristics of the antioxidant micronutrients: Vitamin C, vitamin E, and the carotenoids. J. American Dietetic Association, 96, 693-703
 30. Lanfer-Marquez, U.M., Barros, R.M.C. and Sinnecker, P. (2005) Antioxidant activity of chlorophylls and their derivatives. Food Research International, 38, 885-891
 31. Miller, N.J., Sampson, J., Candeias, L.P., Bramley, P.M. and Rice-Evans, C.A. (1996) Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. FEBS Letters, 384, 240-242

(접수 2006년 6월 7일, 채택 2006년 9월 28일)