

녹황색 채소류 중의 카로티노이드 함량과 Blanching에 의한 변화

조정옥 · 정인창*

대구광역시 보건환경연구원

*동해대학교 관광외식산업학과

Changes in Carotenoid Contents of Several Green-Yellow Vegetables by Blanching

Jeong-Ok Jo and In-Chang Jung*

Department of Food Analysis, Institute of Health and Environment, Taegu 706-042, Korea

*Department of Tourism and Food Service Industry, Tonghae University, Tonghae city, 240-150, Korea

Abstract

Carotenoids in commercial green-yellow vegetables(carrot, mugwort, perilla leaf, leek and water dropwort) were analyzed by HPLC. Carotenoids detected were lutein, α -carotene, and β -carotene. β -Carotene and lutein were detected in every sample analyzed, but α -carotene could only be detected in carrot. Blanching vegetables in 3% saline increased the content of carotenoids, however, the components of carotenoids were not changed. This result suggests that blanching increases the amount of available carotenoids.

Key words: green-yellow vegetables, carotenoids, HPLC

I. 서 론

식생활의 다양한 변화와 함께 근래에는 암 발생이 크게 증가되고 있다. 사람 및 동물의 암 발생 원인은 여러 가지가 있지만, 특히 생체가 돌연변이원성 물질이나 발암 물질에 노출되었을때 쉽게 발현되며¹⁾, 최근에는 이에 대한 연구로 돌연변이원성 및 발암성을 억제하는 천연물에 관한 연구가 보고되고 있다.

녹황색 채소류의 섭취는 흡연자에게 폐암, 위암 및 유방암 발생률을 저하시킨다고 보고되고 있으며²⁾ Oishi 등³⁾은 채소 및 과일류가 돌연변이 유발물질의 활성을 억제한다는 보고를 하였다. 우리나라에서도 한 등⁴⁾은 들미나리 등의 산채류 생즙에서 Trp-P-1과 2-AF의 항돌연변이 효과를 확인하였으며 이 등⁵⁾은 산쑥의 추출물에서 항산화 효과가 있음을 보고하였다.

한편, 카로티노이드계 색소는 엽록소와 함께 식물체에 널리 분포되어 있으며, 식물계에서는 주로 chloroplast 속에 존재한다. 이러한 카로티노이드는 토코페롤과 함께 광선에 의해서 형성된 활성산소에 대한 가장 강력한 소거제로서 작용한다는 사실이 알려졌다. β -carotene 등의 카로티노이드는 사람의 체내에서 비타민 A로 전환되는 프로비타민 A로 알려져 있으며 최근에는 항산화 효과와 항암 효과가 있음이 밝혀지고 있다. 또한 카로티노이드는

강력한 화학예방제이면서 화학요법제로서 널리 이용되고 있는데, 그것은 과량의 복용에도 불구하고 독성효과가 없고 지용성이어서 위장관에서 즉시 흡수되고 조직이나 세포속으로 쉽게 투여할 수 있으며, 세포질내 항산화제로서 retinoids로 전환될 수 있기 때문이다⁶⁾. 카로티노이드 색소는 광감작으로 부터 유기체를 보호하는 중요한 기능이 있기 때문에 피부암을 감소시킬 수 있으며, 폐암의 위험도를 줄일수 있다고 한다⁷⁾. 그러나 국내에서는 채소류에 관해서 고추와 고추 가공품의 카로티노이드 색소를 HPLC(High Performance liquid Chromatograph)를 이용하여 분석한 것이 있을 뿐 일반 채소에 대해서 카로티노이드 색소의 함량 및 분포에 관한 분석이나, 조리과정을 거쳤을 때 색소의 성분변화 비교에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 우리나라 일반 가정에서 주로 섭취하는 채소를 대상으로 HPLC를 이용하여 카로티노이드 색소의 분포 및 함량 변화를 알아보고 테치기를 하였을 때 색소에 어떠한 변화가 있는지를 비교 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

대구시내 대형유통센터 3곳에서 무작위로 3회 구입한

당근(Carrot), 깻잎(Perilla leaf), 썩(Leek), 미나리(Mugwort), 부추(Water dropwort)의 5가지 시료를 비가식 부위를 제거한 후 증류수로 세척하여 실험 재료로 사용하였다.

2. 시약 및 기기

표준품은 Sigma사 제품을, 아세토니트릴, 아세톤, 석유에테르, 메탄올은 독일 Merk사의 HPLC용을 사용하였으며, 초산, 클로로포름, 무수황산나트륨 등은 실험용시약 특급을, 증류수는 비저항계수 18 m Ω 이상의 순수한 물을 사용하였다. HPLC는 Spectra Physics사(PUMP: Sp 8810-010, INJECTOR: Rheodyn injector 7125, DETECTOR: Spectra 200), UV분광광도계는 KONTRON사의 uvicon 930을 그리고 진공회전농축기는 Buchi RE 121을 사용하였다.

3. 분석방법

(1) 시료의 전처리

구입한 시료는 각각 혼합하여 이등분 한 후 반은 생것으로 분석하였다. 나머지 반은 일반 가정에서 주로 사용되는 형태인 시료 무게의 5배량에 해당하는 끓는 3% 소금물로, 채소의 종류에 따라 3~5분간 데치기하여 조직의 연화와 함께 채소의 녹색이 선명하게 유지되도록 하였다. 이들 시료를 적당한 크기로 세절한 후 믹서기에서 균질하게 마쇄하여 분석시료로 하였다.

(2) 수분함량 분석

수분함량은 상압가열건조법에 의하여 측정하였다. 즉, 미리 가열하여 향량이 된 칭량접시에 검체 3g을 달아 정제해사 20g과 잘 섞은 후 105°C에서 향량이 될 때까지 건조하여 측정하였다.

(3) 카로티노이드의 스펙트럼 분석

표준물질인 lutein, α -carotene, β -carotene을 각각 0.01% BHT 함유 클로로포름에 용해한 후 일정농도로 희석하여 300 nm에서 600 nm 사이의 흡광도를 분광 광도계로 측정하였다.

(4) 카로티노이드의 HPLC 분석

믹서기로 균질화한 시료 10g을 각각 5배량에 해당하는 아세톤으로 추출하였을 때 추출용액의 색이 나타나지 않을 때까지 추출기로 반복 추출하였다. 추출물에 석유에테르를 넣고 다량의 증류수와 포화 염화나트륨 용액을 가해 진탕혼합한 후 정지하여 석유에테르층을 취하고 증류수로 수 회 세정하였다. 석유에테르층은 20% 수산화칼륨·에탄올용액을 동량 가하여 상온에서 때때로 흔들면서 2시간 동안 교반시켰다. 여기에 다량의 증류수와 포화 염화나트륨용액을 가하여 진탕혼합한 후 정지하고 석

Table 1. HPLC condition of carotenoid analysis

Instrument	SP 8810, Spectra 200
Column	Lichrosorb RP-18 (244 mm×4.0 mm ID, 5 μ m)
Guard column	RP-18 NEWGUARD (7 micron, 15 mm×3.2 mm ID)
Detector	UV 450 nm
Mobile phase	MeOH:CHCl ₃ = 97:3
Flow rate	1.0 ml/min
Chart speed	0.25 cm/min
Attenuation	32
Injection volume	10 μ l

유에테르층을 취하였다. 이 층을 증성이 될 때까지 증류수로 수 회 세정하여 무수 황산나트륨으로 탈수한 후 감압농축기로 35°C에서 증발 건조시켰다. 잔류물은 0.01% BHT 함유 클로로포름에 용해하여 0.45 μ m 여과지로 여과한 후 시험용액으로 하였으며 HPLC 조건은 Table 1과 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 데치기에 따른 시료의 수분함량 변화

실험에 사용된 당근, 깻잎, 썩, 미나리, 부추의 비가식 부위를 제거한 후 시료 부피의 5배에 해당하는 3% 소금물로 데치기한 후 수분함량 변화를 관찰하였다.

Table 2와 같이 데치기 시간을 다른 시료에 비하여 비교적 짧게 가진 들깻잎과 부추의 경우에만 데치기 후 수분함량이 조금 감소하였으며, 그 외 시료의 수분함량은 증가하였다. 그러나 대부분 생것과 수분함량이 2% 미만으로 거의 차이를 나타내지 않았다.

2. 카로티노이드의 스펙트럼 분석

표준물질인 lutein, α -carotene, β -carotene 각 표준용액을 0.01% BHT 함유 클로로포름에 용해한 후 일정농도로 희석하여 300 nm에서 600 nm 사이의 흡광도를 측정하였을 때 각 파장에서의 흡수 스펙트럼은 Fig. 1과 같다. 각 표준품의 최대 흡수파장은 lutein은 453 nm, α -carotene은 454 nm 그리고 β -carotene은 466 nm에서

Table 2. Water contents of edible portions of raw and blanched vegetables

Materials	Blanching time (min)	Water content (%)	
		raw	blanching
Carrot	5	90.4	92.5
Perilla leaf	3	85.1	80.3
Leek	4	89.0	87.0
Mugwort	4	79.4	79.5
Water dropwort	4	91.4	92.4

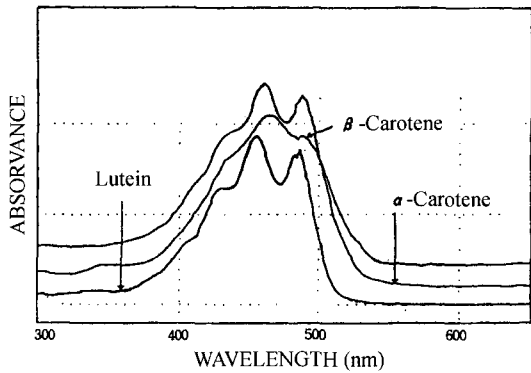


Fig. 1. Absorption spectra of lutein, α -carotene and β -carotene.

나타났다. 따라서 본 실험에서는 최대 흡수파장이 비슷한 450 nm를 스펙트럼 분석 파장으로 사용하였다.

3. 검량선의 작성

표준물질인 lutein, α -carotene, β -carotene 각 1 mg을 0.01% BHT 함유 클로로포름 10 ml에 용해하여 표준원액으로 하였다. 이 표준원액을 일정량씩 취하여 10, 20, 30, 40, 50 μ g/ml가 되게 희석한 것을 각각 3회 HPLC에 주입한 후 각각의 크로마토그램에서 얻은 피크 면적을 이용하여 각 카로티노이드의 회귀 방정식을 구한 결과, lutein은 $Y = 95.17x - 74764.99 (r = 0.9971)$, α -carotene은 $Y = 114.51x - 135128.27 (r = 0.9968)$ 그리고 β -carotene은 $Y = 88.87x - 177108.18 (r = 0.9981)$ 이었고 Fig. 2와 같은 검량선을 얻었다.

4. 채소류 중의 카로티노이드 함량

카로티노이드는 시료를 검화하여 HPLC에서 분석하였다. Khachik¹³⁾ 등은 5가지 채소에서 카로티노이드 성분

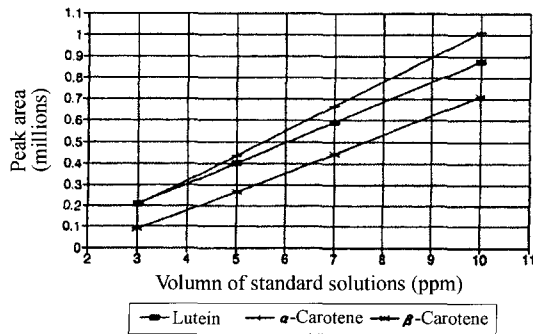


Fig. 2. Calibration curves of lutein, α -carotene and β -carotene.

을 분석한 결과 30% 수산화칼륨·메탄올 용액으로 검화할 때 브로콜리에서 lutein은 37%, 총 β -carotene은 6%의 손실이 있었음을 보고하였다. 카로티노이드에 관한 정확한 자료를 얻기 위해서는 정제단계를 생략해야 할지 모르나 생략할 경우 HPLC 칼럼의 노화를 촉진할 뿐만 아니라 추출물속에 chlorophyll, pheophytin, lipids 등이 존재하여 크로마토그램의 분리능이 바빠게 된다. 그러므로 검화 과정은 HPLC 분석에서 방해 피크를 제거하여 분리 효율을 높임으로써 정확한 정량을 가능하게 하며 지방산과 에스테르 결합을 하고 있는 carotenol을 검출할 수 있으므로 필요하다.

카로티노이드의 HPLC 분석에서 이동상으로 아세톤과 물의 혼합물을 사용하거나, 이들 용매를 gradient시켜 분리한 경우도 있으나^{8,10)} 이 경우 α , β -carotene의 분리가 좋지 않으며 아세토니트릴 : 디클로로메탄 : 클로로포름 (70:20:10)^{11,12)}, 메탄올 : 아세토니트릴 : 메틸렌클로라이드 (22:55:23)¹³⁾, 아세토니트릴 : 2-프로필알콜 : 물 (39:57:4)¹⁴⁾, 물 : 아세토니트릴 : THF : 빙초산 (80:16:3:1)¹⁵⁾, 그리고 메탄올 : 물 (98:2)¹⁶⁾를 사용할 경우에도 역시 분리능력이 본 연구에서 사용한 메탄올 : 크로로포름의 용매 혼합(96:4)보다 나빴다. 따라서 α , β 카로틴의 좋은 분리와 정량의 정확성을 고려할때 메탄올 : 클로로포름 (96:4)이 가장 우수하였다.

본 연구에서 선택한 시료 5종에서 모두 lutein과 β -카로틴이 검출되었다. 이것은 Granado 등¹⁷⁾이 스페인에서 주로 섭취하는 채소 18종을 대상으로 카로티노이드를 분석하였을때, 다른 채소에 비해 녹황색 채소에서 β -carotene과 lutein의 함량이 다른 성분에 비해 훨씬 많이 분포되어 있음을 보고한 경우와 비슷하였다.

또한 Heinonen 등¹¹⁾은 과일, 채소, 버섯 등 69품목을 HPLC로 분석하였을때 버섯 등 몇 종류를 제외한 대부분의 시료에서 lutein과 β -carotene의 함량이 가장 많았으며, 특히 녹황색 채소에서 이들 함량이 높았다고 보고하였다.

본 실험에서 α -carotene은 당근에서만 검출되었는데

Table 3. Carotenoid contents of edible portions (wet weight) of raw and blanched vegetables

(unit: μ g/100 g)

Materials	lutein		α -carotene		β -carotene	
	raw	blanching	raw	blanching	raw	blanching
Carrot	34	40	779	801	6692	6743
Perilla leaf	5547	7697	ND	ND	3186	5838
Leek	1169	3115	ND	ND	1336	2066
Mugwort	4023	4589	ND	ND	3803	6649
Water dropwort	486	1727	ND	ND	184	336

ND: Not Detected.

이외에도 α -carotene의 검출이 보고된 것으로는¹¹⁾ 감자, 오렌지, 후추, 바나나, green bean, frozen corn, mandarin, cloudberry, rasphe.ry 등이며, 함량 측면에서 볼 때 생당근 100 g 당 α -carotene이 530 μ g, β -carotene이 7600 μ g 그리고 lutein이 300 μ g이라고 보고하였고, Granado 등¹⁷⁾은 α -carotene이 2895 μ g, β -carotene이 6628 μ g 그리고 lutein이 288 μ g이라고 보고하였으며, Khachik 과 Beecher¹⁸⁾은 α -carotene이 10650 μ g, β -carotene이 18250 μ g였음을 보고하였다. 본 실험에서 당근의 각 카로티노이드 함량은 α -carotene이 779.6 μ g, β -carotene이 6692 μ g 그리고 lutein이 34 μ g인 것으로 나타나 상기 보고와는 다소 차이가 있었다.

채소를 녹즙이나 기타의 방법으로 생식하기도 하나 데친 후에도 많이 섭취하므로 데친후의 상태를 비교하였다. 데치기는 시료에서 카로티노이드의 구성 성분에는 변화를 주지 않았으나 카로티노이드 종류나 채소의 종류에 관계 없이 양의 증가가 있었다.

조리방법에 따른 연구에서 Panalaks와 Murray 등^{19,21)}은 일부 채소가 조리과정을 거친 후에 β -carotene의 양이 많이 손실되었음을 보고하였다. 또한 Khachik 등¹³⁾은 몇 종류의 녹색 채소류에서 carotenoid epoxide가 열에 아주 민감함을 보고하였으며, 소량의 물을 가하여 마이크로오븐에서 6분간 조리한 결과 β -carotene이 15% 손실되었고, brussels sprouts와 kale에서 lutein은 각각 19%와 35%의 손실이 있었음을 보고하였다. 그러나 Khachik과 Beecher 등^{13,18,24)}은 1986년에 보고한 것과는 달리 1987년의 보고에서는 당근을 물침가 없이 마이크로오븐에서 5~6분 가열할 경우 생것에 비해 α , β -carotene의 함량이 각각 40% 이상 증가하였다고 하였으며, 1992년에는 시금치, 부로콜리 등 몇 종류의 채소를 steam(3~5분), microwave(1.5~3분) 그리고 boiling (9분)으로 처리하여 조리의 영향을 분석한 결과, 이들 채소에서 carotenoid epoxide는 변화하기 쉬우나 neoxanthin, lutein, α , β -carotene의 농도 변화는 통계적으로 유의한 차이가 없음을 보고하였다. 한편 Gody와 Rodriguez-Amaya²⁵⁾는 β -carotene의 양은 변화가 적거나 없다고 보고하였으며 Gomez 등^{26,27)}은 조리 결과 카로티노이드 함량이 증가하였다고 보고하였다.

또한 Granado 등¹⁷⁾은 카로티노이드 함량이 100%에서 600%의 증가를 가져온다고 하였으며 증가율은 시료와 카로티노이드 종류에 따라 다르고 카로티노이드 함량이 적은 채소에서 이들 변화가 더 크다고 보고 하였다. 이러한 함량 차이는 Granado 등¹⁷⁾이 lettuce의 2가지 품종과 tomato의 3가지 품종의 카로티노이드 함량을 조사한 결과에서 토마토의 3 품종 사이에도 카로티노이드의 함

량 차이가 있음을 보고한 것과, Biacs 등¹⁴⁾이 파프리카의 재배종간에 카로티노이드 함량 차이가 다양하였음을 보고한 것, 염장하는 경우 일부 채소에서 카로틴 함량이 증가하는 경우가 있었음을 밝힌 日本食品標準成分表²⁸⁾의 내용 등으로 미루어 보아 유전적요인, 환경적요인, 생장정도, 조리방법, 그리고 분석방법에 따라 카로티노이드 색소의 함량이 다양하게 변화하는 것으로 생각된다.

조리 방법에 따라 일부 채소에서는 카로티노이드 함량의 손실을 가져올 수 있겠지만, 열처리하는 카로티노이드의 화학적 extract ability를 증가시킨다. 따라서 카로티노이드는 끓는 3% 소금물에 몇 분간 조리하는 경우가 오히려 비타민 A의 활성을 증가시킨다. 이러한 측면에서 볼 때 영양 권장량에 생것뿐만 아니라, 우리나라 일반가정에서 주로 섭취하는 조리 방법으로 처리한 후의 카로티노이드 함량도 제시되어야 할 것이다. 그러나 우리나라 식품성분표에는 각 채소류의 총 비타민 A량은 제시되어 있으나 β -carotene은 몇 종류의 채소에서 일본의 분석을 인용한 것이 전부이고 이것도 특정 파장에서 흡광도를 측정하여 이 파장의 빛을 흡수하는 모든 카로티노이드를 β -carotene으로 간주한 것으로, 개별 카로티노이드 함량은 전혀 제시되어 있지 않다. 따라서 프로비타민 A 활성을 가진 카로티노이드에 대한 정확한 자료를 마련해 1일 영양 권장량 설정에 활용하여야 할 것이다.

요 약

시판 녹황색 채소를 대상으로 하여 생것과 3% 끓는 소금물에 데치기한 후의 카로티노이드 색소 함량을 HPLC를 이용하여 분석한 결과는 다음과 같다.

카로티노이드 색소인 α -carotene, β -carotene 그리고 lutein을 각각 분석한 결과 5가지 채소 모두에서 lutein과 β -carotene이 검출되었고 α -carotene은 당근에서만 검출되었다. 또한 lutein은 미나리에서, β -carotene은 부추에서 가장 많은 함량 증가가 있었다.

실험에 사용한 시료 모두에서, 카로티노이드 색소의 구성 성분에는 변화가 없었으나 생것과 비교하였을 때 데친것에서 함량 증가가 나타났다. 이러한 결과로 미루어 보아 채소류는 끓는 3% 소금 물에 살짝 데친 후에 섭취하는 것이 카로티노이드 색소의 이용 측면에서 유용하다고 생각된다.

참고문헌

1. Philips, D. H.: The molecular basis of cancer. chemical carcinogenesis. Croom He'lm Ltd., London & Sydney,

- 133(1985).
2. Breesnick, E., Birt, D. F., Wolterman, K., Wheeler, M. and Markin, R. S.: Reduction in mammary tumorigenesis in the rat by cabbage and cabbage residue. *Carcinogenesis*, **11**(7): 1159(1990).
 3. Oishi, K., Okada, K., Yoshida, O., Yamabe, H., Ohno, Y., Hayes, R. B. and Schroeder, F. H.: case-control study of prostatic cancer with reference to dietary habit prostate., **12**(2): 179(1988).
 4. 한규석, 장의호, 함승시, 심태흠, 이택수, 이해금: 2 AF에 의해 유발된 미생물의 변이 원성에 미치는 들마나리즙의 돌연변이 억제작용. *식품위생학회지*, **8**(4): 225(1993).
 5. 이기동, 김정숙, 배재오, 윤형식: 썬의 플라보놀과 에테르 추출물의 항산화효과. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**(1): 17(1992).
 6. 김재용: Carotenoid의 의학적인 응용. *한국식품영양학회지*, **6**(3): 231(1993).
 7. 강경홍, 이주하: 영양성분으로 본 노화억제. 형설출판사, 서울, pp. 110-120(1994).
 8. Minguez-Mosquera, M. I. and Hornero-Mendez, D.: Separation and quantification of the carotenoid pigments in red peppers (*Capsicum annuum* L.), paprika, and oleoresin by reversed-phase HPLC. *J. Agric. Food Chem.*, **41**(10): 1616(1993).
 9. Minguez-Mosquera, M. I., Jaren-Galan, M. and Garrido-Fernandez, J.: Influence of the industrial drying processes of pepper fruits (*Capsicum annuum* Cv. Bola) for Paprika on the carotenoid content. *J. Agric. Food Chem.*, **42**(5): 1190(1994a).
 10. Minguez-Mosquera, M. I. and Hornero-Mendez, D.: Comparative study of the effect of paprika processing on the carotenoids in peppers (*Capsicum annuum*) of the bola and agridulce varieties. *J. Agric. Food Chem.*, **42**(7): 1555(1994b).
 11. Heinonen, M. I., Ollilainen, V., Linkola, E. K., Varo, P. T. and Koivistoinen, P. E.: Carotenoids in finnish foods; vegetables, fruits, and berries. *J. Agric Food Chem.*, **37**(3): 655(1989).
 12. Adewusi, S. R. A. and Bradbury, J. H.: Carotenoids in cassava-comparison of open column and HPLC methods of analysis. *J. Sci. Food Agric.*, **62**: 375(1993).
 13. Khachik, F., Beecher, G. R. and Whittaker, N. F.: Separation, identification, and quantification of the major carotenoid and chlorophyll constituents in extracts of several green vegetables by liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, **34**(4): 603(1986).
 14. Biacs, P. A., Daood, H. G., Huszka, T. T. and Biacs, P. K.: Carotenoids and carotenoid esters from new cross-cultivates of paprika. *J. Agric. Food Chem.*, **41**(11): 1864(1993).
 15. Mouly, P. P., Arzouyan, C. R., Gaydou, E. M. and Estienne, J. M.: Differentiation of citrus juices by factorial discriminant analysis using liquid chromatography of flavonone glycosides. *J. Agric. Food Chem.*, **42**(1): 70(1994).
 16. Gody, H. T. and Rodriguez-Amaya, D. B.: Occurrence of cis-isomers of provitamin A in brazilian fruits. *J. Agric. Food Chem.*, **42**(6): 1306(1994).
 17. Granado, F., Olmedila, B., Blanco, I. and Rojas-Hidalgo, E.: Carotenoid composition in raw and cooked spanish vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, **40**(11): 2135(1992).
 18. Khachik, F. and Beecher, G. R.: Application of a C-45- β -carotene as an internal standard for the quantification of carotenoids in yellow/orange vegetables by liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, **35**(5): 732(1987).
 19. Panalaks, T. and Murray, T. K.: The effect of processing on the content of carotene isomers in vegetables and peaches. *J. Inst. Can. Technol.*, **3**: 145(1970).
 20. Sweeney, J. P. and Marsh, A. C.: Effect of Processing on Provitamin a in vegetables. *J. Am. Diet. Assoc.*, **59**: 238(1971).
 21. Ogunlesi, A. T.: Effect of thermal processing on the stereoisomerization of major carotenoids and vitamin a value of carrots. *Food Chem.*, **4**: 311(1979).
 22. Almeida, L. B. and Penteado, M. V. C.: Carotenoids and pro-vitamin a value of white fleshed brazilian sweet potatoes (*Ipomoea batatas* Lam.). *J. Food Compos. Anal.*, **1**: 341(1988).
 23. Speek, A. J., Speek-Saichua, S. and Schreurs, W. H. P.: Total carotenoid and β -carotene contents of thai vegetables and the effect of processing. *Food Chem.*, **27**: 245(1988).
 24. Khachik, F., Goli, M. B., Beecher, G. R., Holden, J., Lusby, W. R., Tenorio, M. D. and Barrera, M. R.: Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables. *J. Agric Food Chem.*, **40**(3): 390(1992).
 25. Gody, H. T. and Rodriguez-Amaya, D. B.: Changes in individual carotenoids on processing and storage of mango (*Mangifera indica*) slices and Puree. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **22**: 451(1987).
 26. Gomez, M. I.: Carotene content of some green leafy vegetables of kenya and effects of dehydration and storage on carotene retention. *J. Plant Foods*, **3**: 231(1981).
 27. Bushway, R. J. and Wilson, A. M.: Determination of α - and β -carotene in fruits and vegetables by high performance liquid chromatography. *J. Can. Ist. Food Sci. Technol.*, **15**: 165(1982).
 28. 全國調理師養成施設協會: 食品標準成分表. 日本, pp. 149-175(1983).

(1999년 10월 11일 접수)