

## 데치기(Blanching)로 조리된 22가지 채소류의 베타카로틴 함량의 변화와 영양소 보존율(True Retention)

황금희 · 신정아 · 이기택  
충남대학교 식품공학과

### True Retention and $\beta$ -Carotene Contents in 22 Blanched Vegetables

Keum-Hee Hwang, Jung-Ah Shin, and Ki-Teak Lee

Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

**ABSTRACT** In the present study, reversed-phase HPLC was utilized to quantify the  $\beta$ -carotene content of 22 kinds of raw and blanched vegetables consumed in Korea. In addition, true retention (TR) of  $\beta$ -carotene in samples was obtained. For quantification of  $\beta$ -carotene, external standard curve was obtained with limit of detection and limit of quantitation. The  $\beta$ -carotene contents in 22 raw vegetables ranged from 6.29 (bellflower root) to 7,050.73  $\mu\text{g}/100\text{g}$  (spinach, field culture). After blanching,  $\beta$ -carotene contents of 13 vegetables increased up to 103.05% while nine vegetables resulted in reduced content, ranging from -2.17 to -29.16%. However, even though increased  $\beta$ -carotene content was observed after blanching, TR of some vegetables was lower than 100% due to their weight reduction. The highest TR of  $\beta$ -carotene was found from blanched cabbage (164.46%) while the lowest TR was found from Turcz (Gomchwi) at 59.35%. TR is an effective method to evaluate retention of nutrients in cooked foods, considering changes of nutrient content and weight.

**Key words:**  $\beta$ -carotene, blanching, true retention, vegetables

## 서 론

베타카로틴( $\beta$ -carotene)은 식물 및 해조류 등에서 합성되는 황적색의 카로티노이드(carotenoid)계 색소이다. 주로 당근과 시금치 등의 녹색채 채소류에 높은 함량으로 존재하고 인간과 동물에서는 생합성이 이루어지지 않아 식이로써 공급되어야 한다. 2개의  $\beta$ -ionone ring과 8개의 isoprene 이 결합한 구조로 이루어진 베타카로틴은 다른 카로티노이드류보다 인체 내에서 비타민 A 전환율이 높다(1). 한편 베타카로틴은 엽록체(chloroplast)의 단백질 복합체 또는 유색체(chromoplast)에 결정형태로 존재할 수 있으므로 식품에 존재하는 베타카로틴의 장소는 흡수율에 영향을 미치는 요인 중의 하나이다(2,3). van het Hof 등(4)은 채소류에 함유된 베타카로틴의 인체 이용률(bioavailability)이 높지 않다고 하였는데 녹색채, 브로콜리 및 당근의 인체 이용률은 34% 미만이라고 하였고, 특히 녹색채에서 가장 낮다고 하였다.

우리나라에서는 베타카로틴이 함유된 채소류를 주로 데

친 후 조리하여 나물 형태로 섭취한다. 데치기와 같이 열처리가 동반되는 조리과정 중에 식물 조직에 단단한 결합체로 존재하던 베타카로틴의 분리가 쉬워지기도 하며, 이에 따라 체내에서의 이용률 또한 향상되기도 한다(3,4). 그러나 건조된 채소류를 조리하여 섭취하는 경우나 오랜 열처리 시간이 이용되는 조리 방법의 경우에는 채소 종류에 따라 오히려 생체 이용률이 낮아질 가능성도 있다.

미국 농무성(USDA)에서는 가공이나 조리로 인해 증가하거나 감소하는 식품영양성분의 함량 변화를 나타내는 방법으로 영양소 보존율(true retention, TR)을 사용하고 있다(5). TR이란 조리 후 식품 영양성분 함량 변화와 식품 중량의 변화를 함께 고려한 것으로서 조리된 식품에 함유된 영양성분의 보존율을 나타낸 것이다.

본 연구에서는 우리나라에서 주로 소비되는 채소류 22종을 선정 후 15~300초 동안 데치기를 수행하였다. 각 시료에 대하여 데치기 전후의 베타카로틴 함량을 분석하였고, 시료들의 중량 변화를 고려하여 데치기 조리법이 채소류의 베타카로틴 보존율에 미치는 영향을 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

시료의 베타카로틴 추출에 사용된 ethanol, n-hexane,

ethyl acetate는 normal grade를 사용하였고, 베타카로틴 정량을 위한 기기분석에는 HPLC-grade인 chloroform, acetonitrile, methanol 그리고 dichloromethane을 사용하였다. 베타카로틴 표준시약( $\geq 95\%$  HPLC, 032-17991, Waco Pure Chemical Industries, Ltd., Osaka, Japan)을 구입하여 검량선을 구하는 데 사용하였다.

### 시료 전처리 및 조리

시료 전처리 및 데치기는 2014~2015년 국립농업과학원 (Jeonju, Korea)에서 진행하였으며 전처리 과정과 데치기 전후의 시료 무게에 대한 정보를 제공받았다. 전처리 및 조리 과정은 다음과 같다. 채소류 22종에 대해 가식부분을 취해 무게를 측정하였다. 데치기에는 나물류 1,500 g당 10배에 해당하는 15,000 mL의 물을 사용하였으며, 데치기 전에 조리수를 100°C로 예열하여 유지하였다. 시료는 각 특성을 고려하여 데치는 시간을 30초에서 5분 범위 내로 설정하였다. 조리 중 냄비뚜껑은 닫은 채로 진행하였으며 조리 후 3차 증류수로 여러 번 행구었다. 탈수기를 이용해 20초간 물기를 제거한 후 데친 시료의 무게를 측정하였다. 또한, 모든 시료는 마쇄 중 영양소 손실을 최소화하기 위하여 액체질소로 급속냉동한 후 균질기(Robot Coupe Blixer, Robot Coupe USA, Jackson, MS, USA)로 마쇄하여 성분분석 전까지 -70°C에서 냉동 보관하였다. 선정된 22종의 채소류는 고사리(bracken), 명이나물(mountain garlic), 호부추(leek), 부지쟁이(Yomena aster, Bujigaengi), 민들레(dandelion), 취나물(Chwi), 곰취(Turcz, Gomchwi), 도라지(bellflower root), 양배추(cabbage), 봄동(Bomdong), 청경채(bok choy), 냉이(shepherd's purse), 유채어린잎(rape leaflet), 유채 큰잎(rape leaf), 시금치-포항초(spinach, Phohangcho), 시금치-섬초(spinach, Sumcho), 시금치-노지 재배 일반 품종(spinach, Field), 시금치-시설 재배 일반 품종(spinach, Greenhouse), 미나리(water dropwort), 엄나무잎(Kalopanax leaf), 아욱(curled mallow) 그리고 비름나물(amaranth, Bireum namul)이었다.

### 알칼리 비누화법에 의한 베타카로틴 추출

베타카로틴 함량분석을 위하여 알칼리 검화법을 이용하였다. 각 시료 5 g을 추출관에 취한 후 산화억제를 위해 6% pyrogallol 에탄올 용액 10 mL를 가하고 vortex mixer를

이용하여 충분히 교반하였다. 이후 추출관 내를 질소로 치환한 다음 sonication을 10분간 시행하였다. 추출관에 60% KOH 용액 8 mL를 가하고 질소를 충전한 다음 환류관을 연결하여 항온수조에서 1시간 동안 검화(75°C, 100 rpm)를 진행하였다. 검화가 끝난 후 추출관을 약 20°C의 냉수에 담가 충분히 냉각하였다. 2% NaCl 용액 20 mL를 가하여 2분간 교반한 후 추출용매(n-hexane : ethyl acetate, 85:15, v/v, 0.01% BHT) 15 mL를 가하여 2분간 교반하였다. 상등액만을 취하여 anhydrous sodium sulfate를 충전한 깔럼에 통과시키면서 50 mL 정용병에 취했다. 추출용매를 15 mL씩 두 번 더 가하여 추출과정을 반복하였고 50 mL로 정용하였다(6).

### HPLC를 이용한 베타카로틴 분석(검량선, 검출한계, 정량한계)

25 mL screw-cap vial에 추출액 10 mL를 취한 후 질소로 용매를 완전히 제거하고 chloroform 1 mL를 가하였다. PTFE 0.5  $\mu$ m disposable syringe filter(Hydro phobic, DISMIC-13JP, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)로 여과하여 HPLC(SP 930D, Younglin, Anyang, Korea) 분석을 수행하였으며 그 조건은 Table 1과 같다(6). External standard curve 작성을 위하여 베타카로틴 표준물질 10 mg을 0.01% BHT를 함유한 chloroform 3 mL에 용해한 후 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 20, 40  $\mu$ g/mL의 농도별로 희석하여 HPLC로 분석하였다. 각 표준 농도의 분석 크로마토그램에서 얻은 피크면적을 이용하여 구한 베타카로틴 검량선은  $y=199.52x-57.396$ ( $R^2=0.9996$ )이었다. 이때 y는 베타카로틴의 peak area이며 x는 베타카로틴의 농도( $\mu$ g/mL)이다. 이후 시료 100 g에 함유된 베타카로틴 함량을  $\mu$ g으로 나타내었다. Blank(chloroform)를 5번 주입하여 얻은 HPLC chromatogram으로부터 평균 peak area를 구하였다. 검출한계(limit of detection, LOD)는 평균 peak area의 3배, 정량한계(limit of quantitation, LOQ)는 평균 peak area의 10배 곱하였다. 계산된 area 값으로부터 최소농도를 구한 후 HPLC로부터 얻은 area 값으로부터 표준편차를 계산하였다. 또한, 최소농도가 포함되어 있는 외부 표준물질 검량선(external standard curve)을 작성하여 기울기를 구하였다. 기울기와 표준편차를 통해 LOD와 LOQ 값을 다음과 같이 구하였다(6).

**Table 1.** HPLC condition for separation of  $\beta$ -carotene

Instruction	High-performance liquid chromatography (Younglin)
Column	Waters Nova Pak® C18 (Milford, MA, USA) 4 $\mu$ m, 3.9×150 mm or Shiseido Capcell Pak® C18 UG120 (Tokyo, Japan) 4 $\mu$ m, 4.6×250 mm
Detector	UV detector, wavelength: 450 nm
Flow rate	1 mL/min
Mobile phase	A (acetonitrile : methanol : methylene chloride=70:10:30 v/v/v) B (acetonitrile : methanol : methylene chloride=75:20:5 v/v/v)
Running time	40 min
Injection volume	20 $\mu$ L

Limit of detection (LOD)=3.3×SD/S

Limit of quantitation (LOQ)=10×SD/S

S=the slope of the standard curve

SD=the standard deviation of the response

### 베타카로틴 보존율

TR을 산출하기 위하여 조리 전후의 시료 중량과 베타카로틴의 함량을 이용하였고 계산식은 다음과 같다(5).

$$\%TR=(Nc \times Gc)/(Nr \times Gr) \times 100$$

Nc=β-carotene content per g of cooked food

Gc=g of cooked food

Nr=β-carotene content per g of raw food

Gr=g of food before cooking

### 통계처리

분석 결과는 두 번 반복하여 얻었으며 평균값과 표준편차를 계산하였다. 통계처리는 SPSS(7)를 이용하여 조리 전후의 베타카로틴 함량에 대해 t-test를  $P < 0.05$  수준에서 수행하였다.

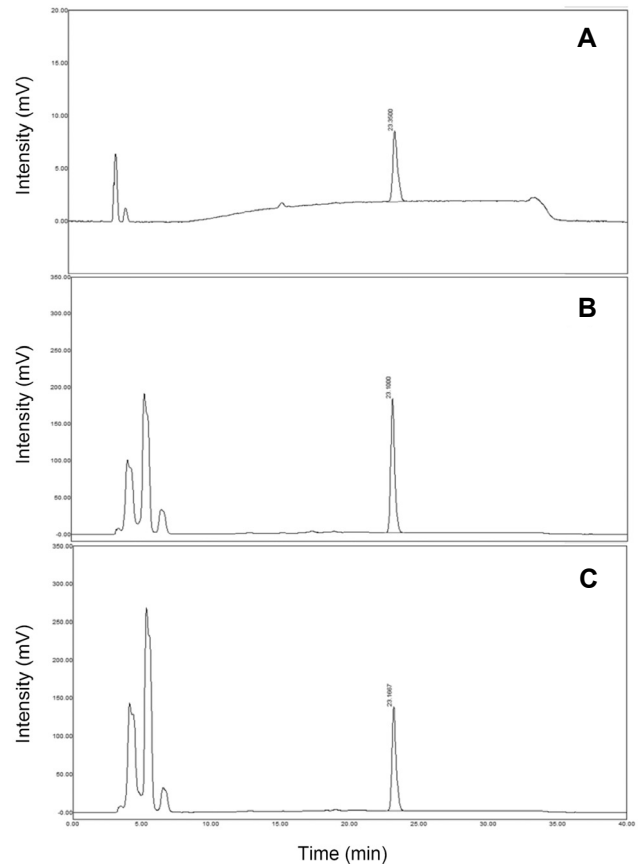
## 결과 및 고찰

### 베타카로틴 크로마토그램

Fig. 1은 베타카로틴 검량선 작성을 위해 제조한 표준물질 용액 1 µg/mL와 시료 예의 chromatogram이다. 검출한계(limit of detection, LOD)는 3.1 µg/100 g of wet weight였고, 정량한계(limit of quantitation, LOQ)는 5.0 µg/100 g of wet weight였다.

### Blanching 전후의 베타카로틴 함량 변화

본 연구에 사용한 시료 22종 시료들의 데치기 전과 후의 베타카로틴 함량과 베타카로틴 함량 변화율(percentage variation of β-carotene content %)을 Table 2에 나타내었다. 고사리는 데치기 전의 베타카로틴 함량이 299.01 µg/100 g, 데친 후에는 484.58 µg/100 g으로 데치기를 통해 베타카로틴 함량이 유의적으로 증가하였다( $P < 0.05$ ). 재배 지역과 품종 그리고 재배방식에 따른 4가지 시금치(포향초, 섬초, 노지 재배 일반 품종, 시설 재배 일반 품종)의 경우 데치기 전 시금치의 베타카로틴 함량은 3,585.23(섬초)에서 7,050.73 µg/100 g(노지 재배)의 범위를 나타내었고, 데친 후에는 4,161.31(섬초)에서 7,669.80 µg/100 g(노지 재배)의 범위로 나타났다. 시금치는 4가지 시료 모두에서 지역 및 품종이나 재배조건에 상관없이 데치기 후에 베타카로틴 함량이 약 8.78에서 24.65%까지 증가하는 경향이 나타났다. 그중 섬초 시금치와 시설 재배 시금치의 경우 데치기 후에 베타카로틴 함량이 유의적으로 증가하였다( $P < 0.05$ ). 이와 같은 결과의 가장 큰 요인은 4가지 시금치의 조직을



**Fig. 1.** HPLC chromatograms of β-carotene standard solution (1 µg/mL, A), and the Yomena Aster (Bujigaengi) of raw (B) and blanched treatment (C).

구성하는 성분의 차이와 이로 인한 경도가 서로 다르기 때문으로 생각된다. Granado 등(8)에 따르면 시금치를 10분간 끓인 후 원재료와 비교하였을 때 베타카로틴 함량이 약 42% 증가하였다고 하였으며, Dietz 등(9)의 연구에서도 시금치를 30분간 물에 끓인 후 베타카로틴 함량이 약 13% 증가하였고 30분간 steaming 하였을 경우에는 약 110% 증가하였다. 한편 microwave(50초)와 steaming(1분)을 이용한 경우에는 조리된 시금치의 *trans*형 베타카로틴의 함량이 약 7~42% 증가하였다(10). 이와 같은 결과들은 조리 중 열처리가 식물 매트릭스 상에서 복합체로 존재하던 카로티노이드들을 유리시켜 용매에 의한 추출 수율을 증가시킬 수 있었기 때문이고(2), 열 노출 시간이 다른 조리법에 따라 조리 후 식품의 베타카로틴 함량이 달라질 수 있기 때문이다.

비름나물은 데치기 전 베타카로틴 함량이 2,288.76에서 데친 후 2,571.16 µg/100 g으로 증가하면서 데치기 전후의 함량이 유의적인 차이를 나타내었다( $P < 0.05$ ). 아욱의 경우 데치기 전의 베타카로틴 함량은 3,900.12 µg/100 g이었고, 데친 후의 베타카로틴 함량은 4,252.02 µg/100 g이었다. 따라서 데치기 전보다 후에 베타카로틴 함량이 9.02% 증가하였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다( $P > 0.05$ ).

본 연구에서 식물 계통이 유사한 십자화과에 속하는 6종

**Table 2.** Effect of blanching on the  $\beta$ -carotene content in vegetables

Samples	$\beta$ -Carotene ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) <sup>1)</sup>		Percentage variation of $\beta$ -carotene content <sup>3)</sup>	Cooking time (s)
	Raw	Blanched		
Bracken	299.01 $\pm$ 15.26 <sup>b2)</sup>	484.58 $\pm$ 18.12 <sup>a</sup>	62.06	300
Spinach, Phohangcho	5,042.01 $\pm$ 79.26	5,505.98 $\pm$ 440.38	9.20	30
Spinach, Sumcho	3,585.23 $\pm$ 18.84 <sup>b</sup>	4,161.31 $\pm$ 175.38 <sup>a</sup>	16.07	30
Spinach, Field	7,050.73 $\pm$ 25.78	7,669.80 $\pm$ 492.66	8.78	30
Spinach, Greenhouse	4,978.83 $\pm$ 79.84 <sup>b</sup>	6,206.21 $\pm$ 316.59 <sup>a</sup>	24.65	30
Amaranth (Bireum namul)	2,288.76 $\pm$ 13.36 <sup>b</sup>	2,571.16 $\pm$ 13.68 <sup>a</sup>	12.34	30
Curled mallow	3,900.12 $\pm$ 195.48	4,252.02 $\pm$ 118.55	9.02	30
Cabbage	12.81 $\pm$ 0.85 <sup>b</sup>	23.13 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	80.49	60
Shepherd's purse	938.85 $\pm$ 68.08 <sup>b</sup>	1,906.31 $\pm$ 165.04 <sup>a</sup>	103.05	60
Bok choy	752.75 $\pm$ 14.12 <sup>b</sup>	838.78 $\pm$ 13.33 <sup>a</sup>	11.43	30
Rape leaflet	2,840.33 $\pm$ 255.44	2,856.85 $\pm$ 254.53	0.58	30
Rape leaf	2,774.42 $\pm$ 29.63	2,455.47 $\pm$ 101.83	-11.50	60
Bomdong	925.65 $\pm$ 15.61	905.58 $\pm$ 45.55	-2.17	30
Water dropwort	818.58 $\pm$ 8.97	940.64 $\pm$ 40.72	14.91	30
Kalopanax leaf	2,026.56 $\pm$ 15.02	1,809.26 $\pm$ 87.96	-10.72	40
Bellflower root	6.29 $\pm$ 0.68	9.24 $\pm$ 0.96	46.89	120
Yomena aster (Bujigaengi)	3,515.67 $\pm$ 186.41	2,812.75 $\pm$ 188.47	-19.99	30
Dandelion	2,406.44 $\pm$ 67.74	2,314.25 $\pm$ 25.68	-3.83	30
Chwi	2,303.23 $\pm$ 67.24	2,091.18 $\pm$ 19.17	-9.17	40
Turcz (Gomchwi)	3,834.45 $\pm$ 168.19 <sup>a</sup>	2,716.46 $\pm$ 80.95 <sup>b</sup>	-29.16	15
Mountain garlic	2,521.75 $\pm$ 19.473 <sup>a</sup>	1,873.62 $\pm$ 41.85 <sup>b</sup>	-25.70	30
Leek	2,130.91 $\pm$ 233.89	1,644.43 $\pm$ 19.54	-22.83	20

<sup>1)</sup>All values are mean $\pm$ standard deviation of duplication.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>3)</sup>Percentage variation of  $\beta$ -carotene content (%)=( $\beta$ -carotene content per g of cooked food -  $\beta$ -carotene content per g of raw food)/ $\beta$ -carotene content per g of raw food $\times$ 100.

의 채소(양배추, 봄동, 청경채, 냉이, 유채 어린잎, 유채 큰 잎)의 경우 데치기 전 시료에 함유된 베타카로틴 함량이 최소 12.81(양배추)에서 최대 2,840.33  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (유채 어린잎)의 범위로 나타났다. 또한, 데친 후의 베타카로틴 함량은 최소 23.13  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (양배추)에서 최대 2,856.85  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (유채 어린잎)의 범위를 보였다. 이 중 청경채, 양배추 그리고 냉이의 경우 데치기를 통해 베타카로틴 함량이 각각 11.43%, 80.49% 및 103.05%로 유의적인 증가를 하였다 ( $P<0.05$ ). 특히 냉이의 경우 실험대상 채소류 중에서 가장 큰 함량 변화를 보였다.

베타카로틴 등의 카로티노이드는 섭취되는 조리된 식품 형태에 따라 인체 내 이용률(bioavailability)이 달라질 수 있다. 주요 원인으로서는 열처리에 의한 카로티노이드-단백질 복합체의 결합 강도의 변화, 카로티노이드 소화과정에 영향을 줄 수 있는 조리된 식품 내의 섬유질 함량 및 구성비(cellulose, hemicellulose, lignin 등), 베타카로틴의 존재 장소(chloroplast 또는 chromoplast) 등이 있다(11). 한편 냉동된 브로콜리를 끓여 조리한 후의 베타카로틴 함량은 약 13% 감소하였으나, 냉동되기 전 브로콜리를 조리한 후에는 약 44% 증가하였다는 보고가 있다(12). 따라서 조리 방법 뿐 아니라 채소류의 저장방법도 베타카로틴 함량에 영향을 줄 것으로 생각된다.

미나리의 베타카로틴 함량은 818.58  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 이었고, 데친 후에는 940.64  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 14.91% 증가하였으나 유

의적인 차이는 나타나지 않았다( $P>0.05$ ). 한편 엄나무잎의 경우에는 데치기 전 베타카로틴 함량이 2,026.56  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 에서 데친 후 1,809.26  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 10.72% 감소하는 것으로 나타났으나 서로 유의적인 차이를 나타내지는 않았다( $P>0.05$ ). 특히 도라지의 경우에는 베타카로틴의 함량이 6.29  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 실험대상 채소류 중에서 가장 낮은 함량을 보였다. 데친 후에는 9.24  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 증가하였으나 데치기 전후 함량 변화는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ).

국화과인 4종의 채소류(부지갱이, 민들레, 취나물, 곰취)의 경우 원 시료의 베타카로틴 함량이 최소 2,303.23  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (취나물)에서 최대 3,834.45  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (곰취)의 범위로 분석되었고, 데친 후에는 최소 2,091.18  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (취나물)에서 최대 2,812.75  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (부지갱이)의 범위를 보였다. 실험에 사용된 국화과 시료들은 데친 후 베타카로틴 함량이 최소 3.83에서 29.16%까지 감소하는 경향이 나타났으며, 이 중 곰취의 경우 데친 후의 베타카로틴 함량이 유의적으로 감소하였다( $P<0.05$ ).

한편 백합과에 속하는 2종의 채소(명이나물, 호부추)의 베타카로틴 함량은 각각 2,521.75(명이나물) 그리고 2,130.91  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (호부추)이었으며, 데친 후에는 1,873.62(명이나물) 및 1,644.43  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (호부추)으로 나타났다. 결과적으로 백합과에 속한 시료들에서는 데치기 후 22.83~25.7%의 범위로 베타카로틴 함량이 감소하는 경향을 보였다(Table 2).

### 데치기 후의 베타카로틴 보존율

본 연구에서는 데치기에 따른 중량 변화와 함께 베타카로틴 함량의 변화를 나타내고자 하였다. 이를 위하여 TR(영양소 보존율)을 사용하였는데 이것은 22종 채소류에 대하여 데치기 전후 베타카로틴 함량의 증감 정도를 데치기에 의한 중량 변화와 함께 고려한 것이다(5).

Table 3에는 TR과 조리 전후의 중량 변화를 나타내었다. 22종 채소류의 데치기 후 베타카로틴 TR은 59.35(곰취)에서 164.46%(양배추)의 범위를 보였다. 포항초의 베타카로틴 TR은 83.78%, 섬초는 86.69%, 노지 재배된 일반 시금치는 80.13% 그리고 시설 재배된 일반 시금치는 100.52%였다. 가장 높은 TR을 보인 시설 재배 시금치는 Table 2에서 보듯이 다른 시금치들의 베타카로틴 함량 증가(8.78~16.07%)에 비해 높은 증가율(24.65%)을 보이면서도 데치기 전과 후의 중량 차이는 다른 시금치보다 다소 적었다. 조리 후 베타카로틴 TR을 보고한 다른 연구 결과에 따르면 시금치를 4분간 끓인 후에는 58%였는데 8분간 끓인 후에는 125%로 증가하였고, 다른 품종의 시금치인 Ceylon spinach (*Basella rubra*), red spinach(*Amaranthus gangeticus*), 그리고 white spinach(*Amaranthus viridis*)의 경우에는 4분 끓였을 때의 TR이 61.3~83.8%였으나 8분간 끓였을 때는 84.8~244.6%로 크게 증가하였다(13). 따라서 시금치의

품종 및 재배 환경뿐만 아니라 열처리 시간도 TR에 영향을 미치는 주요 요인일 것으로 생각된다.

유채 큰잎과 봄동의 경우에는 데친 후 베타카로틴 함량 변화율이 -11.50과 -2.17%로 시금치류와는 다르게 감소하였지만(Table 2), TR은 각각 84.03과 88.65%로 포항초와 섬초의 TR과 유사하였다(Table 3). 이는 유채 큰잎과 봄동의 경우 데친 후의 중량 변화가 상대적으로 시금치보다 적었기 때문이다.

한편 고사리, 아욱, 양배추 그리고 냉이의 경우 베타카로틴 TR은 109.24~164.46%였다. 특히 실험대상 22종의 채소류 중에서 곰취가 데치기 후에 가장 적은 베타카로틴 TR(59.35%)을 보였는데 이는 데치기 후 베타카로틴의 함량이 가장 크게 감소하면서 중량도 16.24% 감소하였기 때문이다. 반면 미나리와 도라지의 경우 데친 후의 중량 감소는 각각 12.98%와 17.20%로 민들레의 14.43%와 유사하게 감소하였으나, 베타카로틴 함량의 경우에는 3.83% 감소한 민들레와는 다르게 미나리와 도라지 각각 14.91과 46.89% 증가하였다. 그 결과로 미나리와 도라지의 데친 후 베타카로틴 TR은 각각 100.02와 123.02%였으나 민들레는 82.31%였다.

데치기 전후의 중량 변화는 조리과정 중 고형분들의 용출 또는 수분의 이동(유입 및 용출) 때문에 일어날 수 있다. 조리법을 달리한 카사바의 TR은 55%(30분 끓임)와 72%(60, 24시간 오븐)였다(14). 또한, 30분간 끓인 상추의 %TR은 47%였으나 시금치는 112%였고 steaming 한 후에는 각각 104와 132%를 보였다(9). 이는 식품재료의 종류뿐 아니라 조리 방법이 달라 조리 후의 중량 변화 및 베타카로틴 함량 변화가 달라질 수 있기 때문이다.

전체적으로 실험대상 22종의 채소류 중에서 TR이 100 이상인 것은 고사리, 시설 재배 시금치, 아욱, 양배추, 냉이, 미나리, 도라지였고, 특히 고사리와 양배추의 경우에는 데친 후 베타카로틴의 증가가 높은 TR의 주된 이유였다. 냉이의 경우에는 데친 후의 중량이 상대적으로 크게 감소하였으나 베타카로틴의 함량은 크게 증가하여 높은 TR을 보였다. 이외 나머지 다른 시료들의 TR은 59.35%(곰취)에서 96.42%(유채 어린잎)의 범위로 나타났는데, 특히 명이나물, 호부추, 업나무 잎, 유채 큰잎 등의 경우에는 중량 변화보다는 데친 후 베타카로틴의 함량 감소가 상대적으로 낮은 TR의 주된 요인이었다. 반면 시금치류, 청경채, 비름나물 등의 경우에는 데친 후 베타카로틴 함량이 증가하였음에도 불구하고 중량 감소가 상대적으로 크게 일어나 100% 이하의 영양소 보존율을 보였다(Table 3).

데치기 후에는 채소 조직의 연화에 의해 베타카로틴의 화학적 추출이 비교적 쉽게 이루어지기도 한다. 그러나 조직이 연화된다는 것은 소화과정에서 베타카로틴의 생체 내 이용률을 증가시킬 가능성이 있다. 한편 비교적 짧은 시간의 데치기 과정을 수행하였기 때문에 열에 의한 베타카로틴 구조 변화가 크게 일어나지는 않을 것으로 생각되지만, 베타카로

**Table 3.** Effect of blanching on the carotenoid retention

Samples	True retention (%) <sup>1)</sup>	Percentage variation of weight (%) <sup>2)</sup>
Bracken	160.59±14.18 <sup>3)</sup>	-1.13
Spinach, Phohangcho	83.78±8.01	-23.33
Spinach, Sumcho	86.69±4.11	-25.32
Spinach, Field	80.13±4.85	-26.33
Spinach, Greenhouse	100.52±3.52	-19.33
Amaranth (Bireum namul)	93.38±1.04	-16.88
Curled mallow	109.24±8.51	0
Cabbage	164.46±11.44	-9.09
Shepherd's purse	153.80±24.39	-24.69
Bok choy	93.02±3.22	-16.55
Rape leaflet	96.42±0.08	-4.15
Rape leaf	84.03±4.38	-5.08
Bomdong	88.65±2.96	-9.36
Water dropwort	100.02±5.43	-12.98
Kalopanax leaf	87.30±3.60	-2.20
Bellflower root	123.02±25.93	-17.20
Yomena aster (Bujigaengi)	65.30±7.82	-16.88
Dandelion	82.31±1.40	-14.43
Chwi	83.97±3.22	-7.61
Turcz (Gomchwi)	59.35±0.77	-16.24
Mountain garlic	74.11±2.23	-0.26
Leek	76.20±7.46	-1.78

<sup>1)</sup> True retention (%) = (nutrient content per g of cooked food × g of cooked food) / (nutrient content per g of raw food × g of food before cooking) × 100.

<sup>2)</sup> Percentage variation of weight (%) = (g of cooked food - g of food before cooking) / g of food before cooking × 100.

<sup>3)</sup> All values are mean ± standard deviation of duplication.

틴에 작용하는 산화 효소들의 활성 변화가 일어날 수도 있으므로 데치기 전후 채소류의 베타카로틴 함량 변화가 있을 수 있다. 또한, 수분의 이동과 수용성 성분의 용출 때문에 데친 후 채소의 중량 변화가 일어난다. 이러한 현상들의 발생 정도는 채소류의 종류, 같은 종류에서의 품종, 재배 환경, 저장 방법, 조리 방법 및 조건 등에 따라 다를 것이다. 따라서 이러한 요인들에 영향을 받는 베타카로틴 함량과 함께 중량 변화를 고려한 영양소 보존율은 조리된 식품의 영양성분 함량을 나타낼 때보다 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

## 요 약

본 연구는 채소류 22종을 대상으로 데치기 후의 베타카로틴 함량의 변화를 조사하였다. 또한, 조리 중 발생하는 시료의 중량 변화와 베타카로틴 함량 변화를 고려하여 영양소 보존율(true retention, TR)을 나타내었다. 실험대상 채소류 중에서 시금치를 예로 들면, 데친 후 품종이나 재배방식에 따라 베타카로틴 함량이 8.78에서 24.65%까지 증가하였다. 따라서 데친 후 베타카로틴 함량의 증가 때문에 데치기 전보다 높은 인체 이용률을 기대할 수 있다. 이를 데치기 과정에서 변화된 시금치 중량을 함께 고려하여 영양소 보존율로 나타내었을 때 시설 재배된 일반 품종의 시금치는 100.52%를 나타냈지만 다른 시금치(포항초, 섬초, 노지 재배된 일반 품종)는 80.13~86.69%를 나타내었다. 다른 채소들의 경우 %TR이 100% 이상인 경우는 아욱(109.24%), 고사리(160.59%), 양배추(164.46%), 냉이(153.80%), 미나리(100.02%) 그리고 도라지(123.02%)에서 나타났는데 이는 데치기 후에 베타카로틴 함량이 증가하였거나 중량이 상대적으로 크게 감소하였기 때문이다. 이들 중 고사리와 양배추의 경우 중량의 감소보다는 베타카로틴 함량의 증가가 주된 요인이었고, 냉이의 경우 중량이 상대적으로 크게 감소하였지만 베타카로틴의 함량이 크게 증가하였기 때문이었다. 나머지 다른 시료들의 TR은 59.35%(곰취)에서 96.42%(유채 어린 잎)의 범위로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ01083806)의 지원

에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

1. Bauernfeind JC. 1972. Carotenoid vitamin A precursors and analogs in foods and feeds. *J Agric Food Chem* 20: 456-473.
2. Khachik F, Goli MB, Beecher GR, Holden J, Lusby WR, Tenorio MD, Barrera MR. 1992. Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables. *J Agric Food Chem* 40: 390-398.
3. Rock CL, Loalvo JL, Emehiser C, Ruffin MT, Flatt SW, Schwartz SJ. 1998. Bioavailability of beta-carotene is lower in raw than in processed carrots and spinach in women. *J Nutr* 128: 913-916.
4. van het Hof KH, West CE, Weststrate JA, Hautvast JG. 2000. Dietary factors that affect the bioavailability of carotenoids. *J Nutr* 130: 503-506.
5. USDA-ARS. 2007. USDA Table of Nutrient Retention Factors, Release 6. U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Beltsville Human Nutrition Research Center, Nutrient Data Laboratory, Beltsville, MD, USA.
6. Korea Food and Drug Administration. 2012. *NLS Standard operating procedure analytical methods*. Osong, Korea.
7. Statistical Package for Social Science (Version 12.0). SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
8. Granada F, Olmedilla B, Blanco I, Rojas-Hidalgo E. 1992. Carotenoid composition in raw and cooked spanish vegetables. *J Agric Food Chem* 40: 2135-2140.
9. Dietz JM, Sri Kantha S, Erdman JW Jr. 1988. Reversed phase HPLC analysis of  $\alpha$ - and  $\beta$ -carotene from selected raw and cooked vegetables. *Plant Foods Hum Nutr* 38: 333-341.
10. Lim YI. 2007. Changes in the contents of carotenoids and cis/trans  $\beta$ -carotenes of fresh and cooked spinach in food service operations. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 117-123.
11. van het Hof KH, Tjiburg LB, Pietrzik K, Weststrate JA. 1999. Influence of feeding different vegetables on plasma levels of carotenoids, folate and vitamin C. Effect of disruption of the vegetable matrix. *Br J Nutr* 82: 203-212.
12. Bernhardt S, Schlich E. 2006. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. *J Food Eng* 77: 327-333.
13. Chang SK, Nagendra PK, Amin I. 2013. Carotenoids retention in leafy vegetables based on cooking methods. *Int Food Res J* 20: 457-465.
14. Chavez AL, Sanchez T, Ceballos H, Rodriguez-Amaya DB, Nestel P, Tohme J, Ishitani M. 2007. Retention of carotenoids in cassava roots submitted to different processing methods. *J Sci Food Agric* 87: 388-393.