

## 국내산 당근 품종별 carotenoid 함량 분석

하정림 · 배종섭\* · 박문기\* · 김용웅\* · 하선화\*\* ·  
배정명\*\*\* · 백경환\*\*\*\* · 이철호 · 이신우 · 안미정

진주산업대학교 생명자원과학대학, \*대구한의대학교 한방산업대학, \*\*농촌진흥청 국립농업과학원,  
고려대학교 생명공학원, \*\*\*\*전남대학교 응용생물공학부

(2009년 5월 19일 접수; 2009년 6월 29일 수정; 2009년 8월 8일 채택)

### Quantitative Analysis of Carotenoids in Carrot Cultivars Produced in Korea

Jeong-Lim Ha, Jong-Sup Bae\*, Moon-Ki Park\*, Yong-ung Kim\*, Sun-Hwa Ha\*\*,  
Jung-Myung Bae\*\*\*, Kyongwhan Back\*\*\*\*, Cheol Ho Lee,  
Shin Woo Lee and Mi-Jeong Ahn

College of Life Sciences and Natural Resources, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

College of Herbal Bio-industry, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

\*\*\* School of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

\*\*\*\* Agricultural Plant Stress Research Center, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

(Manuscript received 19 May, 2009; revised 29 June, 2009; accepted 8 August, 2009)

#### Abstract

Carrots (*Daucus carota* L.) are consumed as an important dietary source of provitamin A including  $\beta$ -carotene,  $\alpha$ -carotene and lutein. An HPLC method was applied to determine the content of the carotenoid composition in carrot cultivars cultivated in Korea. HPLC analyses were carried out with five carrot cultivars (Socheon-5-chon, Hongsim-5-chon, Myeongju-5-chon, Seonhongbom-5-chon and Betarich) sown at April, 2007 and six cultivars (Yeoreum-5-chon, Hanyeoreum-5-chon, Sinheukjeon-5-chon, Bibariheukjeon, Manina and Betarich) sown at August of the same year. In general, the former varieties are not used for the sowing at summer because of their bolting (growth of floral axis). The former and the latter carrots were harvested after 110 and 96 days from seeding, respectively, and the carotenoids were extracted with acetone after freeze-drying. The amount of  $\alpha$ -carotene (117.7~205.3  $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$ ) was similar to that of  $\beta$ -carotene (113.1~189.6  $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$ ) for the carrot cultivars sown at spring, while the content (46.2~71.1  $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$ ) was about a half of  $\beta$ -carotene content (92.5~140.2  $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$ ) for the latter cultivars. In addition, the average content of lutein (25.2  $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$ ) in the former cultivars was eight times higher than that in the latter cultivars (3.1  $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$ ). Among the spring cultivation types, Socheon-5-chon and Myeongju-5-chon showed higher amount of  $\alpha$ -carotene and  $\beta$ -carotene, while the higher amount was determined in Yeoreum-5-chon and Sinheukjeon-5-chon among the autumn cultivation types. Validation of the HPLC-DAD method showed good linearity ( $r^2 > 0.997$ ) of the three compounds analyzed in a wide concentration range (0.025~20  $\mu\text{g/ml}$ ). The R.S.D. values for intra-day and inter-day precision were less than 19.2% and the mean recovery of each compound was 85.4~104.7%.

**Key Words** : Carrot cultivars,  $\alpha$ -Carotene,  $\beta$ -Carotene, Lutein, Zeaxanthin, HPLC analysis

## 1. 서 론

당근(*Daucus carota* L.)은 미나리과(Apiaceae)에 속하는 *Daucus carota* L.의 뿌리로 provitamin A인  $\beta$ -carotene과  $\alpha$ -carotene, lutein과 같은 carotenoid 성분을 다량 보유하고 있는 중요한 영양원이다. 식물체 내에서 carotenoid 색소는 세포내 색소체에서 합성되어 저장되는데 광합성의 보조색소로서 광합수에 관여할 뿐만 아니라 과다한 빛에너지로부터 식물세포를 보호하는 역할도 하고 있다. 또한, 광합성을 하지 않는 과실이나 종자, 꽃과 같은 기관에서는 잡색체에 축적되어 여러가지 색깔을 나타내게 하여 변색을 위한 동물 유인의 한 도구로써 사용되며, 식물호르몬인 abscisic acid 합성의 전구물질이기도 하다<sup>1,2)</sup>. 한편, carotenoid를 생합성하지 못하기 때문에 식물체를 통해서 얻어야 하는 사람이나 동물의 건강유지에도 carotenoid는 유익한 물질이다. 즉, 이들 색소는 생체내에서 항산화제의 역할을 수행하며, 피부노화나 심혈관계질환, 몇 가지 형태의 암을 비롯한 백내장이나 황반변성과 같은 노화와 관련된 안과질환을 예방한다는 연구결과가 있다<sup>3-5)</sup>. Carotenoid는 육류나 어류조직의 발색제나 vitamin A의 공급원으로 동물사료에 첨가되기도 한다. 예를 들어, ketocarotenoid의 일종인 astaxanthin은 연어조직의 주황색을 증가시키기 위해 사료에 첨가되고 있고, lutein과 zeaxanthin은 계란 노른자와 닭껍질의 발색을 돕기 위해 양계장에서 사용되고 있으며,  $\beta$ -carotene은 유크림이나 유지방의 발색을 위해 젖소의 사료에 첨가되고 있다<sup>6)</sup>.

우리나라의 당근재배 면적은 '97년 6천여 ha를 정점으로 수입당근에 의해 '04년 약 2200 ha까지 감소하였으나 최근에 다시 3200 ha로 증가하는 추세에 있다. 10 a당 생산량은 재배기술의 향상과 함께 꾸준히 증가하여 '94년에 2,365 kg이던 것이 '06년에는 3,992 kg으로 증가하였다<sup>7)</sup>. 현재, 국내에서는 어깨가 넓은 원추형의 Kuroda와 Chantenay계를 주로 재배하고 있으며<sup>8)</sup>, 추대되는 시기를 피하기 위하여 품종에 따라 파종시기를 달리하는데 일반적으로 파종시기에 따라 봄당근과 가을당근으로 나누어진다.

지금까지 국내에서 재배되고 있는 당근에 대해서는 가을당근에 대해서 column chromatography와 비색분광법을 사용하여  $\alpha$ -,  $\beta$ -carotene을 정량한 보고

가 있을 뿐이다<sup>9)</sup>. 따라서, 본 연구에서는 보다 정밀하고 선택성이 높은 HPLC-PDA를 이용하여 국내에서 생산되고 있는 봄당근과 가을당근을 직접 재배하여 얻은 당근과 시중유통 당근에 대하여 품종별 carotenoid 조성 및 함량을 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 시약

표준시약으로 사용한 lutein, zeaxanthin,  $\beta$ -carotene은 Indofine Chemical Company (NJ, USA)의 제품을 구입하여 사용하였으며,  $\alpha$ -carotene의 경우  $\beta$ -carotene과 혼합형태(1:2)의 Sigma시약을 사용하였다. HPLC용 메탄올과 물, methyl-*tert*-butylether (MTBE)는 J.T.Baker (USA) 제품을 사용하였다. *Tert*-butylhydroxytoluene (BHT)은 Sigma제품을 사용하였으며 기타 시약은 특급시약을 사용하였다.

### 2.2. 당근의 재배

봄당근 품종으로는 소천5촌(아시아종묘), 홍심5촌(대농종묘), 명주5촌(농우바이오), 선홍봄5촌(농우바이오), 베타리치(사카다코리아)의 5종을, 가을당근 품종으로는 여름5촌(동원농산종묘), 한여름5촌(농우바이오), 신희전5촌(아시아종묘), 비바리혹전(농우바이오), 마니나(농우바이오), 베타리치(사카다코리아)의 6종을 구입하여 진주산업대학교 실습농장에 2007년 4월 27일과 8월 20일에 각각 파종하여 8월 14일과 11월 23일에 각각 수확하였다.

품종당 1.2 m<sup>2</sup> (110 cm×110 cm)의 면적에 4줄로 재배하였으며, 파종 후 3주 간격으로 3회에 걸쳐 수아주어 주간거리가 10~12 cm가 되게 하였다. 배양토의 조성은 황토 50%, 부산물퇴비 40%, 상토 10%의 비율이었으며 전충시비를 한 다음 파종하였다. 부산물퇴비는 축분(돈분, 우분, 계분) 80%와 톱밥 20%로 이루어진 퇴비(사천용현농협)를 사용하였다.

수확한 당근은 수돗물로 잘 세척한 후 물기를 제거한 다음 동결건조하여 -80℃에 보관하였다. 경남 진주지역에서 2008년 1월과 6월에 각각 구입한 당근시료 LM-01과 LM-06에 대해서도 같은 방법으로 동결건조한 후 보관하였다.

### 2.3. HPLC를 이용한 carotenoid 분석

HPLC를 이용한 carotenoid 분석은 Kim 등과 Morris

등의 방법을 변형하여 실시하였다<sup>10,11</sup>). 즉, 품종별 동결건조 당근 시료 약 250 mg을 정확하게 취하여 미리 차게 해 둔 유발에 넣은 다음 seasand와 무수황산나트륨, NaHCO<sub>3</sub>을 넣고, 약 5 ml의 아세톤(0.01% BHT)을 넣어 곱게 마쇄하였다. 1 ml pipette tip으로 추출액을 취한 다음 추출액의 색이 미색이 될 때까지 아세톤으로 4~5회 더 마쇄하여 추출액을 15 ml polypropylene centrifuge tube에 옮겨 담았다. 미리 4℃로 냉각해 놓은 원심분리기에서 5,000 rpm에서 5분간 원심분리한 다음 얻어진 상등액을 0.45 µm membrane filter (Whatman, PTFE, 13 mm)를 사용하여 여과한 후 아세톤으로 총부피를 같게 맞추었다. 여과한 추출액 1 ml를 취하여 autosampler용 vial에 옮겨 담아 HPLC를 실시하였다. 모든 조작은 ice bath에서 행하고, 인공조명은 최대한 줄인 상태에서 실시하였다.

Carotenoid 성분의 정량은 외부표준법에 의하여 실시하였다. 구입한 표준물질은 각각 정확하게 칭량하여 BHT의 최종농도가 0.01%되게 만든 메틸렌클로라이드에 녹여 최종농도가 100 µg/ml이 되게 하였고, 아세톤(0.01% BHT)으로 serial dilution하여 최종농도가 50, 20, 10, 5.0, 2.5, 1.0, 0.50, 0.25, 0.10, 0.025 µg/ml인 표준용액을 만들었다. 각 농도별로 제조한 표준용액에 대하여 HPLC를 실시하여 검량선(calibration curve)을 작성하였다.

HPLC에는 온도조절이 가능한 PAL autosampler가 연결되어 있는 Agilent 1100 series HPLC system을 사용하였다. 전개용매로는 메탄올 : MTBE : 물 = 81 : 15 : 4의 혼합용액을 A용액으로 하고, 메탄올 : MTBE : 물 = 6 : 90 : 4의 혼합용액을 B용액으로

하여 처음 15분간은 100% A용액을 흘려주고 다음 35분간 서서히 B용액의 비율을 늘려 100%가 되게 하였다. Carotenoid 전용칼럼인 YMC C30 carotenoid 칼럼(4.6×250 mm, 3 µm)을 사용하였으며, carotenoid의 검출은 PDA detector를 사용하여 실시하였고, 365 nm, 450 nm, 472 nm를 선정하여 크로마토그램을 얻었다. 유속은 0.7 ml/min이었으며, 칼럼의 온도는 22℃로 유지하였다. 시료의 주입량은 10 µl이었다. HPLC의 구동에는 Chemstation software (Hewlett-Packard, Avondale, CA, USA)를 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. Carotenoid 성분 추출 조건의 확립

Carotenoid 성분은 공기나 빛, 열, 수분, 산 등에 의하여 쉽게 산화되므로 모든 실험과정은 최대한 빛을 차단한 저온상태에서 실시하였으며, 모든 용매에 산화방지제인 BHT를 첨가하여 사용하였다(0.01%, w/v). 시료의 보관에는 갈색 vial을 사용하였고 질소가스로 치환 후 -80℃ 이하에서 보관하였다<sup>10</sup>.

Carotenoid 성분 추출을 위하여 추출과정에서 seasand를 사용하였는데 이는 세포내용물의 방출을 높이기 위함이었다. 남아 있을지도 모르는 수분을 제거하기 위하여 무수황산나트륨을 사용하였고, 산화를 위하여 NaHCO<sub>3</sub>를 사용하였다<sup>11</sup>).

#### 3.2. HPLC를 이용한 carotenoid 분석방법의 확립

α-carotene, β-carotene은 당근의 주carotenoid 성분이며, lutein은 α-carotene으로부터, zeaxanthin은 β-carotene으로부터 생합성되는 산소를 포함하는 xanthophyll계 carotenoid 성분이다(Fig. 1)<sup>6</sup>). 따라서, HPLC

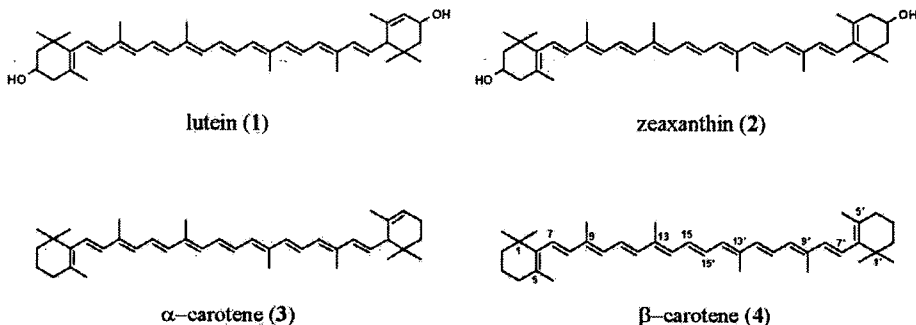


Fig. 1. Chemical structures of four standard carotenoids used in this study.

를 이용하여 이 네 가지 성분에 대한 분석방법을 확립하였다.

HPLC용 칼럼으로는 carotenoid 전용칼럼을 사용하였으며, 전개용매로는 메탄올: MTBE : 물 = 81 : 15 : 4의 혼합용액을 A용액으로 하고, 메탄올: MTBE : 물 = 6 : 90 : 4의 혼합용액을 B용액으로 하여 여러 가지 농도구배조건으로 HPLC를 실시하여 최적의 분리조건을 선정하였다. 네 가지 표준물질 모두 450 nm에서 흡수최대를 나타내었으므로 검출파장을 450 nm로 선정하였다(Fig. 2). 이 조건에서 lutein, zeaxanthin,  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene의 순으로 용출하였고, 각각의 머무름시간( $t_R$ )은 23.9, 26.7, 36.8, 38.6 min이었다(Fig. 3).

크로마토그램에서의 각 피크는 각 피크의 머무름 시간과 UV 스펙트럼을 각 표준물질의 데이터와 비교하여 확인하였다. 최종농도가 50, 20, 10, 5.0, 2.5, 1.0, 0.50, 0.25, 0.10, 0.025  $\mu\text{g/ml}$ 되게 만든 각각의 표준용액에 대하여 HPLC를 실시하여 각 표준물질에 대한 검량선을 Table 1과 같이 얻었다. 네 가지 표준물질 모두 0.03~20  $\mu\text{g/ml}$ 의 농도구간에서  $r^2$ 값이 모두 0.997이상으로 높은 직선성을 나타내었다. Intra-day assay에서는 CV [coefficient of variance (%),

(SD/mean)  $\times$  100]값이 10%이내로 정밀도가 높았으나 inter-day assay에서는 CV값이 19.2%이내로 정밀도가 감소하였다. 이는 carotenoid의 불안정에 기인한 것으로 볼 수 있다. 정확도에 있어서는 평균회수율이 85.4~104.7%이었다.

### 3.3. 당근 품종별 carotenoid 함량

미나리과에 속하는 당근은 추대시기를 피하기 위하여 우리나라에서는 봄당근 품종과 가을당근 품종으로 나누어 재배되며, 봄당근은 2~5월에 파종하여 6~8월경에 수확하고 가을당근은 7~8월에 파종하여 11월에서 이듬해 2월까지 수확한다. 따라서, 본 연구에서는 봄당근과 가을당근으로 나누어 재배 수확하여 carotenoid 함량을 측정하였다. 베타리치의 경우 만추대종이라 연중재배가 가능하나 경제적인 측면에서 우리나라에서는 주로 봄당근으로 재배되고 있다.

5종의 봄당근을 품종별로 110일간 재배한 다음 수확하였다. 명주5종의 경우 주홍색이 가장 짙었으며 다음으로 소천5종과 베타리치가 짙었다. 당근의 모양은 모두 비슷하였으며, 평균크기는 길이 15 cm, 지름 4 cm였으며, 평균중량은 67 g이었다. 6종의 가을당근에 대해서는 품종별로 96일간 재배한 다음

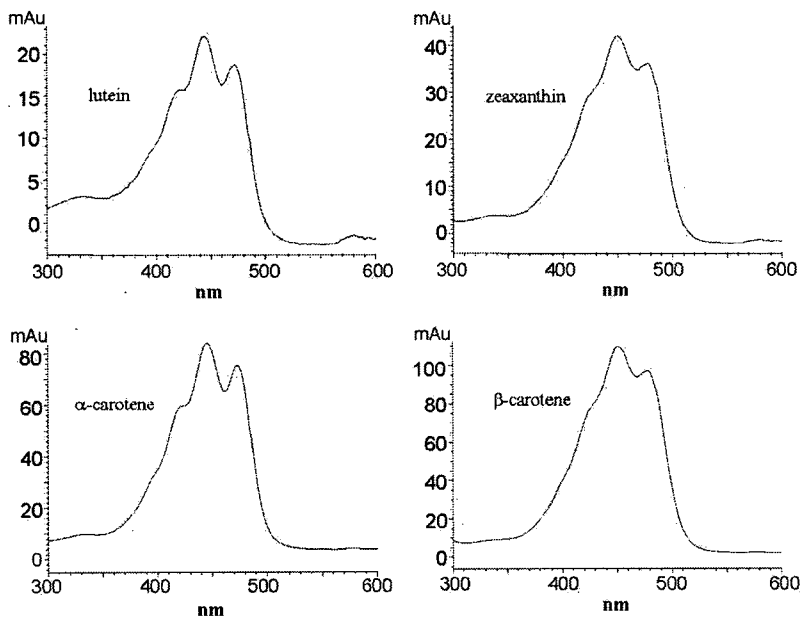


Fig. 2. UV absorption spectra of four standard carotenoids.

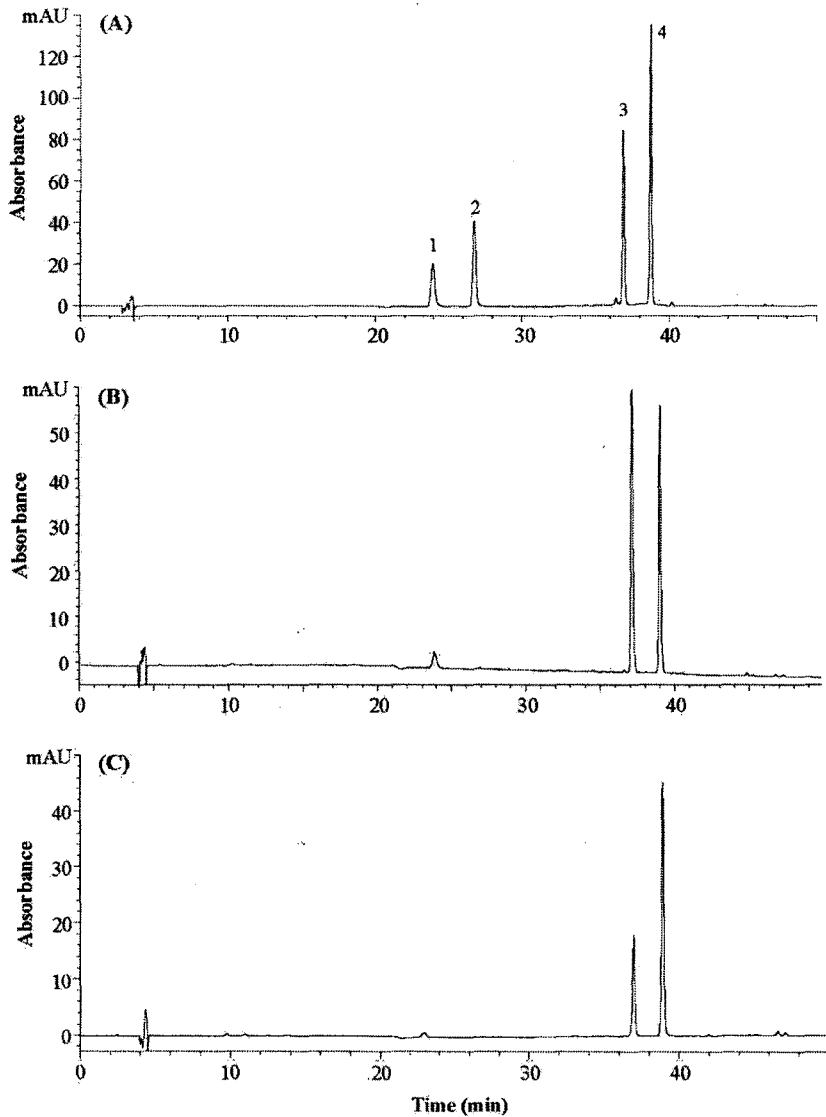


Fig. 3. HPLC chromatograms of four standard carotenoids and acetone extract of carrot cultivars (450 nm).

(A) Four standard carotenoid mixtures (lutein and zeaxanthin, 2  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ;  $\alpha$ -carotene, 4  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ;  $\beta$ -carotene, 8  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ).

(B) Acetone extract of Socheon-5-chon sown at spring. (C) Acetone extract of Yeoreum-5-chon sown at summer. 1, lutein; 2, zeaxanthin; 3,  $\alpha$ -carotene; 4,  $\beta$ -carotene.

수확하였다. 평균크기는 길이 13 cm, 지름 3 cm였으며, 평균중량은 45 g이었다.

봄당근 품종에 있어서  $\alpha$ -carotene의 함량은 117.7 ~ 205.3  $\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{DW}$ 으로 113.1 ~ 189.6  $\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{DW}$ 인  $\beta$ -carotene의 함량과 유사하였으나, 가을당근 품종의 경우에는  $\alpha$ -carotene의 함량이 46.2 ~ 71.1  $\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{DW}$ 로 92.5 ~ 140.2  $\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{DW}$ 인  $\beta$ -carotene 함량의 절반

에 그쳤다. Lutein의 함량에 있어서는 봄당근 품종의 평균함량이 25.2  $\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{DW}$ 로 가을당근 품종의 평균함량인 3.1  $\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{DW}$ 의 8배 이상 높았다. Zeaxanthin의 경우에는 봄당근 품종에서는 평균함량이 7.8  $\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{DW}$ 이었으나 가을당근 품종에서는 검출되지 않았다. 봄당근 품종 중에서는 소천5촌과 명주5촌이 높은  $\alpha$ -carotene과  $\beta$ -carotene 함량을 보였으며, 가

**Table 1.** Linear ranges and correlation coefficients of calibration curves

Compounds	Range ( $\mu\text{g/ml}$ )	Slope ( $a$ ) <sup>*</sup>	Intercept ( $b$ ) <sup>**</sup>	Regression ( $r^2$ )	LOD(ng)
lutein (1)	0.025-20	141.94	7.6265	0.9998	~ 0.1
zeaxanthin (2)	0.025-20	217.59	-18.545	0.9998	~ 0.1
$\alpha$ -carotene (3)	0.025-20	181.35	-13.196	0.9982	~ 0.1
$\beta$ -carotene (4)	0.025-20	176.21	-3.9265	0.9974	~ 0.1

<sup>\*</sup>Slope and intercept represent  $a$  and  $b$  in  $Y = ax + b$  linear model.  $Y$  means peak area and  $x$ , concentration.

을 당근 품종 중에서는 여름5촌과 신혹전5촌이 높은 함량을 보였다(Table 2, Fig. 3). 이러한 결과는 시중에서 판매되고 있는 봄당근(LM-06)과 가을당근(LM-01)의 carotenoid 성분을 분석한 결과와 일치하였다(Table 2). 이와 같이 봄당근 carotenoid 함량이 가을 당근보다 높은 것은 햇빛이 강한 5, 6월 시기에 뿌리의 비대가 가장 왕성하므로 이 시기에 햇빛으로부터 보호하기 위하여 더 많은 carotenoid를 생산하는 것에 기인한다고 볼 수 있다. 실제로 재배시기의 온도가 높을수록, 강한 햇빛일수록 carotenoid 함량이 높았다는 연구결과가 있으며<sup>12,13</sup>,  $\alpha$ -carotene의 함량이 높을수록 높은 항산화력을 나타내었다는 보고도 있다<sup>14</sup>. 시중에서 판매되고 있는 당근의 경우 비교적 더 높은 carotenoid 함량을 보이는 것은 본

실험에서 사용된 당근의 재배에 사용된 비료나 재배조건과 다른 것에 기인하는 것으로 볼 수 있다. 당근 재배시에 사용된 비료나 재배조건에 따라 carotenoid 함량에 차이가 있다는 연구결과가 있다<sup>15</sup>.

#### 4. 결론

국내에서 재배되고 있는 봄당근 5품종과 가을당근 6품종을 포장에서 직접 재배수확하여 HPLC-PDA를 이용하여 품종별 carotenoid 함량을 분석하였다.

1) 봄당근 품종에 있어서  $\alpha$ -carotene의 함량은  $\beta$ -carotene의 함량과 유사하였으나, 가을당근 품종의 경우에는  $\alpha$ -carotene의 함량이  $\beta$ -carotene 함량의 절

**Table 2.** Comparison of carotenoid content in two different carrot types produced in Korea

Cultivar	Carotenoids ( $\mu\text{g g}^{-1} \cdot \text{DW}$ )				
	Lutein	Zeaxanthin	$\alpha$ -Carotene	$\beta$ -Carotene	Total
<b>Spring cultivation type</b>					
Socheon-5-chon	31.0 $\pm$ 3.1	7.3 $\pm$ 0.1	187.7 $\pm$ 14.8	183.4 $\pm$ 14.7	409.5
Hongsim-5-chon	25.7 $\pm$ 1.7	7.3 $\pm$ 0.4	143.3 $\pm$ 8.2	123.0 $\pm$ 7.5	299.2
Myeongju-5-chon	24.3 $\pm$ 0.7	8.6 $\pm$ 0.5	205.3 $\pm$ 3.0	189.6 $\pm$ 2.9	427.8
Sunhongbom-5-chon	26.8 $\pm$ 5.1	9.2 $\pm$ 0.3	117.7 $\pm$ 18.2	113.1 $\pm$ 18.2	266.8
Betarich	18.3 $\pm$ 0.1	6.8 $\pm$ 0.1	177.1 $\pm$ 1.3	146.0 $\pm$ 1.3	348.1
LM-06 <sup>**</sup>	32.0 $\pm$ 2.3	3.2 $\pm$ 0.1	347.8 $\pm$ 18.4	471.8 $\pm$ 21.6	859.3
<b>Autumn cultivation type</b>					
Yeoreum-5-chon	4.8 $\pm$ 0.9	ND <sup>***</sup>	62.1 $\pm$ 4.1	138.8 $\pm$ 11.2	205.7
Hanyeoreum-5-chon	2.8 $\pm$ 0.4	ND	46.2 $\pm$ 1.9	92.5 $\pm$ 4.2	141.6
Sinheukjeon-5-chon	3.8 $\pm$ 0.7	ND	71.1 $\pm$ 5.5	140.2 $\pm$ 19.2	215.0
Bibariheukjeon	2.7 $\pm$ 0.1	ND	60.6 $\pm$ 3.3	118.7 $\pm$ 6.3	182.0
Manina	2.0 $\pm$ 0.7	ND	60.6 $\pm$ 5.4	121.6 $\pm$ 10.7	184.2
Betarich	2.3 $\pm$ 0.4	ND	62.9 $\pm$ 0.2	121.2 $\pm$ 10.5	186.5
LM-01 <sup>**</sup>	6.3 $\pm$ 1.1	ND	68.2 $\pm$ 2.5	175.1 $\pm$ 33.5	249.6

<sup>\*</sup>Data are expressed as mean (the average value of content for dry weight) and SD (the standard deviation value) of three independent experiments.

<sup>\*\*</sup>LM-06 and LM-01 were the commercial carrots purchased from local market at June and January, 2008, respectively.

<sup>\*\*\*</sup>ND: not detected.

반에 그쳤다.

2) Lutein의 함량에 있어서는 봄당근 품종의 평균 함량이 가을당근 품종의 평균함량보다 8배 이상 높았다. Zeaxanthin의 경우에는 봄당근 품종에서는 평균함량이 7.8  $\mu\text{g/g} \cdot \text{DW}$ 이었으나 가을당근 품종에서는 검출되지 않았다.

3) 봄당근 품종 중에서는 소천5촌과 명주5촌이 높은  $\alpha$ -carotene과  $\beta$ -carotene 함량을 보였으며, 가을당근 품종 중에서는 여름5촌과 신희전5촌이 높은 함량을 보였다.

이와같이 봄당근과 가을당근의 carotenoid 함량은 품종에 따라 상이하였으며, 특히 봄당근의 carotenoid 함량이 가을 당근보다 높은 것을 알 수 있었다. 향후 가공 중 당근의 carotenoid 함량 변화와 더불어 당근에 함유된 미량의 carotenoid 성분 분석에 관한 더 상세한 연구가 필요하다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 바이오그린21사업(과제번호:20070301034017)의 지원에 의해 이루어진 결과이며 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

- 1) Pfander H., 1992, Carotenoids: An Overview, Meth. Enzymol., 213, 3-13.
- 2) Demmig-Adams B., A. M. Gilmore and W. W. Adams, 1996, Carotenoids 3: In vivo functions of carotenoids in higher plants, FASEB J., 10(4), 403-412.
- 3) Stahl W. and H. Sies, 2005, Bioactivity and protective effects of natural carotenoids, Biochim. Biophys. Acta, 1740(2), 101-107.
- 4) Nishino H., M. Murakoshi, H. Tokuda and Y. Satomi, 2008, Cancer prevention by carotenoids, Arch. Biochem. Biophys., 483(2), 165-168.
- 5) Young C. Y., H. Q. Yuan, M. L. He and J. Y. Zhang, 2008, Carotenoids and prostate cancer risk: Cancer prevention by carotenoids, Mini Rev. Med. Chem., 8(5), 529-537.
- 6) Britton G., S. Liaaen-Jensen and H. Pfander, 1995, Carotenoids today and challenges for the future In Carotenoids, Volume 1A: Isolation and analysis, Birkhauser Verlag, Basel, 13pp.
- 7) <http://www.kosis.kr>.
- 8) Kang D.-S. and D.-J. Lee, 2006, Type of male sterile and agronomic characteristics in carrot cultivars, Korean J. Intl. Agri., 18(3), 194-201.
- 9) Kim Y. A. and H. Rhee, 1983, Determination of retinol equivalent of carrots according to varieties and harvest time, Korean J. Nutr., 16(1), 1-9.
- 10) Kim J. -B., S. -H. Ha, J. Y. Lee, H. -H. Kim, S. -H. Yoon and Y. -H. Kim, 2003, Biological activities and analysis of carotenoids in plants, Korean J. Crop Sci., 48(S), 72-78.
- 11) Morris W. L., L. Ducreux, D. W. Griffiths, D. Stewart, H. V. Davies and M. A. Taylor, 2004, Carotenogenesis during tuber development and storage in potato, J. Exp. Bot., 55(399), 975-982.
- 12) Rosenfeld H. J., R. T. Samuelsen and P. Lea, 1998, The effect of temperature on sensory quality, chemical composition and growth of carrots (*Daucus carota* L.), I. Constant diurnal temperature, J. Hortic. Sci. Biotechnol., 73(2), 275-288.
- 13) Skrede G., A. Nilsson, P. Baardseth, H. J. Rosenfeld, G. Enersen and E. Slinde, 1997, Evaluation of carrot cultivars for production of deep fried carrot chips, III. Carotenoids, Food Res. Int., 30(1), 73-81.
- 14) Grassmann J., W. H. Schnitzler and R. Habegger, 2007, Evaluation of different coloured carrot cultivars on antioxidative capacity based on their carotenoid and phenolic contents, Int. J. Food Sci. Nutr., 58(8), 603-611.
- 15) Sandhu K. S., A. K. Joshi and K. L. Bajaj, 1988, Effects of nitrogen fertilizer and weed control on nutritive quality of carrots (*Daucus carota* L.), Plant Foods-Hum. Nutr., 38(1), 67-73.