

## 당근의 재배지역별 부위별 휘발성 Terpenoids 함량 비교

박 신·박 용  
대구대학교 자연자원학부

### Comparison of Volatile Terpenoid Content from Carrot Cultured Area and Carrot Portions

Shin Park and Yong Park

Division of Natural Resources, Taegu University

#### Abstract

Using direct headspace sampling (DHS) method, volatile terpenoid content was measured according to carrot cultured areas and various portions of carrot. In comparison of volatile terpenoid content in xylem and phloem of carrot, every volatile terpenoid was distributed highly in the xylem rather than the phloem of carrot. The carrot was divided into three different sections; upper (crown), middle (midsection), and lower part (tip), and the volatile terpenoids were measured. The content of  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -myrcene, and  $\gamma$ -terpinene tended to be distributed highly in the upper part rather than the lower part, whereas the content of terpinolene and total terpenoids tended to be high in the lower part. In comparison of volatile terpenoid content according to the carrot cultured areas, volatile terpenoid content of carrot cultured in Cheju island was higher than Yangsan and Haenam areas. In case of total terpenoids, the carrot cultivars cultured in Cheju island contained 1.6~2.3 times higher than those of Yangsan, and 1.5~2.4 times higher than Haenam. In order to investigate the above results, we sampled out soils from the carrot fields and measured physical and chemical characteristics of the soils. The pH did not show much difference in the three areas. However the organic carbon, total nitrogen, cation exchange capacity, and total exchangeable cation in soil from Cheju were 2.4~3.0 times higher than Yangsan and 3.9~7.1 times higher than Haenam. The physical characteristics of the soils was investigated. The soil from Cheju island was found to be loam; Yangsan, sandy loam, and Haenam, clay loam.

Key words: carrot, volatile terpenoids, direct headspace sampling method

#### 서 론

당근은 유럽, 아프리카, 북부소아시아가 원산인 미나리과에 속하는 1년 또는 2년초로서 우리나라에는 당나라에서 도입되었기 때문에 당근(唐根)이라고 부르고 있으며, 오래전부터 영양가 높은 채소로 전세계적으로 고르게 재배되고 있다. 전세계 당근 재배면적은 1979~1981년 평균 511,000 ha이던 것이 1995년에는 673,000 ha로 매년 재배면적이 증가하고 있으며, 국내의 당근 생산현황은 1971년 당근 재배면적이 467 ha에 생산량이 4,000 M/T에 불과하던 것이 1984년에는 4,539 ha에 77,960 M/T으로, 1995년에는 5,890 ha에 158,694 M/T으로 무려 약 13배나 증가하는 경향

을 보이고 있다. 재배지역별 생산량은 제주가 1990~1995년 평균 69,835 M/T이며, 경남이 14,924 M/T, 고랭지가 11,320 M/T, 기타 25,775 M/T으로 제주가 국내 당근 총생산량의 50% 이상을 점하고 있다<sup>(1)</sup>.

당근은 비타민A의 전구체인 카로틴을 채소류 중 가장 많이 함유하고 있으며<sup>(2,3)</sup> 비타민C, 비타민E도 다량 함유하고 있어 인체에서 암이나 노화, 각종 성인병을 일으키는 활성산소를 억제시키는 작용을 한다<sup>(4,5)</sup>. 따라서 최근에는 당근을 생식, 조리용으로 뿐만 아니라 암이나 성인병을 예방하기 위한 기능성식품으로 당근쥬스, 당근요구르트, 건조채소, 통조림, 조미소스, 천연향료, 이유식 등으로 가공형태가 다양하게 발달되고 있다. 당근의 소비가 증대함에 따라 미국, 일본, 한국, 유럽 등에서 우수한 당근 품종을 육종하려는 노력이 활발하게 이루어지고 있으며, 특히 카로틴 및 당 함량이 높고 휘발성 terpenoids의 함량이 낮은 당근

Corresponding author: Shin Park, Department of Agricultural Chemistry, Taegu University, Kyungsan-si, Kyungbook 713-714, Korea

1대잡종을 개발중이다<sup>(6)</sup>. 당근 섭취시 문제가 되고 있는 역겨운 기름냄새는 휘발성 terpenoids로서<sup>(7,8)</sup> Yoo 등<sup>(11)</sup>은  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene의 경우 1 ppm, total terpenoids의 경우 10 ppm 이상이면 역겨운 기름냄새가 난다고 하였다. 본 연구는 direct headspace sampling (이하 DHS) 방법<sup>(11)</sup>을 일부 개선하여 당근의 휘발성 terpenoids를 분석하였는데, 전보<sup>(12)</sup>에서 보고한 바, DHS 방법은 지금까지의 휘발성 terpenoids 분석방법<sup>(13-15)</sup> 중 가장 간편하고 신속하며 특히 재현성 높은 방법이다. 본 연구는 이러한 DHS 방법을 이용하여 당근 섭취시 역겨운 냄새를 일으키는 휘발성 terpenoids가 당근의 어느 부위에 많이 분포되어 있는가를 조사하였으며 국내에서 당근을 많이 재배하고 있는 제주 생산, 부산 양산, 전남 해남에서 당근을 재배하여 지역별 당근의 휘발성 terpenoids 함량을 비교하였다. 또한 지역별 당근의 휘발성 terpenoids 함량에 차이가 나는 원인을 조사하기 위해 당근 시료가 재배된 토양을 채취하여 지역별 토양의 물리적, 화학적 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

당근 부위별 terpenoids 함량을 비교하기 위한 재료는 시중에서 구입한 부산 양산산 당근 중 200 g 이상의 것을 선발하여 사용하였으며, 당근 재배 지역별 terpenoids 함량을 비교하기 위한 재료는 3품종을 사용하였는데 우리나라에서 비교적 많이 재배되고 있는 일본 다끼이사의 신희진(이하1001), 동해종묘의 신희전(이하1002), 사까다종묘의 하사이505(이하1014) 등이다. 3품종을 제주 생산, 부산 양산, 전남 해남의 3지역에서 97년 7월말~8월초에 파종하여 97년 11월말~12월초에 수확하여 시료로 사용하였다.

### 휘발성 terpenoids의 분석

휘발성 terpenoids 성분을 분석하기 위한 방법은 Yoo 등<sup>(11)</sup>에 의한 DHS 방법을 일부 개선하여 실시하였는데<sup>(12)</sup>, 냉장보관된 당근시료를 분석하기 전날밤 24°C의 향온기에 넣어 하루밤동안 보관 후 terpenoids 성분을 분석하였다. 시료 전처리에는 50 g의 당근을 2 cm 이하의 크기로 자른 후, 250  $\mu$ L의 5% acetone, 50 mL의 H<sub>2</sub>O (24°C)와 함께 food blender (LG, Model MJ-499AU)에 넣어 2.5분간 혼합한다. 이때 food blender의 뚜껑에 있는 구멍은 종이테이프를 붙여 terpenoids 성분의 휘발을 막아 주며, blending 후 테이프를 제거하고 yellow micropipet tip을 꼽은 후, tip을 통해

syringe를 넣어 headspace gas 시료 1 mL를 취한다. 시료는 FID가 장착된 GC (Hewlett Packard, Model 6890)에 주입되었으며, 이때 분석조건은 다음과 같다. Injector: packed inlet with septum purge; column: glass column (2 mm ID and 250 cm long) packed with 8% Carbowax 1500 on Chromosorb WAW-HMDS 80/100 mesh; detector: FID; injector and detector temperature: 250°C; flow rate (N<sub>2</sub> gas): 30 mL/min; oven temperature: 초기 50°C로 0.5 min, 10°C/min의 속도로 130°C까지 승온; total running time: 8.5 min.

Terpenoids의 표준곡선을 작성하기 위해  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -myrcene,  $\alpha$ -terpinene, limonene,  $\beta$ -terpinene, terpinolene 의 7가지 terpenoids 혼합물을 internal standard인 acetone에 녹여 10, 100, 500, 1000 ppm의 농도로 제조하였다. Terpenoids 혼합물 1 mL와 증류수(24°C) 99 mL를 food blender에 넣고 2.5분간 blending한 후, 1 mL의 headspace gas 시료를 GC로 분석하여 각 terpenoids 성분에 대한 표준곡선을 작성하였다. 이때 terpenoids 성분의 농도는 각각 0.1, 1, 5, 10 ppm이었다.

### 당근의 부위별·재배지역별 휘발성 terpenoids 함량 비교

당근 부위별 휘발성 terpenoids의 함량을 비교하기 위하여 200 g 이상의 부산 양산산 당근을 윗부위(crown), 중간부위(midsection), 말단부위(tip)로 3등분한 후 각각에서 50 g을 취하여 측정하였으며, 또한 당근의 심부(xylem)와 표피부(phloem)를 당근 절단시의 경계부위를 기준으로 분리하여 각각에서 50 g을 취하여 실험하였다.

재배 지역별로 휘발성 terpenoids의 함량을 비교하기 위하여 위에서 언급한 3품종의 당근을 제주 생산, 부산 양산, 전남 해남의 시험포장에서 97년 7월말~8월초에 파종하여 97년 11월말~12월초 사이에 수확하였으며, 수확한 당근 중 150~200 g의 것을 선발하여 4°C 냉장고에 보관하면서 수확 1주일내에 분석하였다. 분석은 4개의 당근 중간부위로 부터 각각 12.5 g씩을 취하여 50 g의 시료로 분석하였다.

### 토양의 물리적, 화학적 특성

토양의 pH는 초자전극법(1:5 H<sub>2</sub>O), 토성은 비중계법<sup>(16)</sup>으로 분석하여 점토함량을 구한 후 사분석을 실시하였으며, 토양의 유기탄소 함량은 Walkely-Black법<sup>(17)</sup>으로, 전질소 함량은 Kjeldahl법으로, 유효인산은 Bray No. 1법<sup>(18)</sup>으로, 양이온 치환용량 및 치환성 양이온(Mg, Ca, Na, K)은 ICP spectrometer (Varian, Model Liberty

Series II)를 사용하여 1 N ammonium acetate (pH 7.0) 포화법<sup>(17)</sup>으로 정량하였다.

**당도분석**

당도분석은 휘발성 terpenoids를 측정된 후의 당근 액즙(1/2회석액)을 당도계(ATAGO, Model PR-101)를 이용하여 측정된 후, 2를 곱해 원래 당근의 당도로 환산해 주었다.

**통계처리**

통계프로그램 Sigma stat을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 또한 시료간의 유의차 검정은 Student Newman Keuls Test를 사용하였다.

**결과 및 고찰**

**당근의 부위별 휘발성 terpenoids 함량비교**

당근 심부(xylem)와 표피부(phloem)의 terpenoids 함량을 비교한 대표적인 chromatogram이 Fig. 1에 제시되어 있다. 전보의 direct headspace sampling 방법을 이용한 당근의 휘발성 terpenoids 분석에 관한 연구<sup>(12)</sup>에서 밝힌바, DHS에 의한 방법은  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -myrcene,  $\alpha$ -terpinene, limonene,  $\gamma$ -terpinene, terpinolene 등 7가지 성분이 명확히 검출되나, terpinen-4-ol, bornyl acetate,  $\alpha$ -bisbolor 등 비등점이 높은 물질은 검출되지 않는데 이는 많은 시료를 측정하기 위해 GC running time을 8.5분으로 제한했기 때문이다. 본 연구도 DHS 방법에 의한 것으로 앞서 밝힌 7가지 물질 중  $\alpha$ -terpinene을 제외(이 물질은 본 실험에 사용한 당

**Table 1. Comparison of volatile terpenoid content in xylem and phloem of carrot**

Compound	Terpenoid content (ppm) <sup>1)</sup>		Probability <sup>2)</sup>
	Xylem	Phloem	
$\alpha$ -Pinene	1.06±0.50	2.73±1.33	0.0571 ns
$\beta$ -Pinene	0.45±0.07	1.71±0.75	0.0286*
$\beta$ -Myrcene	0.85±0.38	1.84±0.85	0.0762 ns
Limonene	0.48±0.07	1.34±0.37	0.0039**
$\gamma$ -Terpinene	1.60±0.52	3.01±0.91	0.0362*
Terpinolene	2.71±1.48	21.15±8.97	0.0067**
Total terpenoids	7.15±2.48	31.76±10.77	0.0043**

<sup>1)</sup>Mean ± SD.

<sup>2)</sup>Probability that difference is due to change, \*: significant at  $\alpha=0.05$ , \*\*: significant at  $\alpha=0.01$ , ns: not significant.

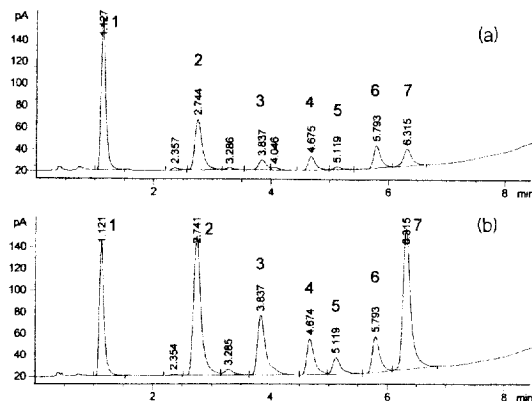
근시료에는 존재하지 않음) 6개 물질이 검출되었으며, 특히 당근의 심부에 비해 표피부에 다량의 terpenoids 성분이 분포되어 있는 것을 볼 수 있다.

Table 1은 4회 반복한 실험 결과인데,  $\alpha$ -pinene의 경우 심부에 1.06 ppm 표피에 2.73 ppm,  $\beta$ -pinene은 각각 0.45 ppm, 1.71 ppm,  $\beta$ -myrcene은 0.85 ppm, 1.84 ppm, limonene은 0.48 ppm, 1.34 ppm,  $\gamma$ -terpinene은 1.60 ppm, 3.01 ppm, terpinolene은 2.71 ppm, 21.15 ppm, total terpenoids는 7.15 ppm, 31.76 ppm으로 모든 휘발성 terpenoids가 당근 심부에 비해 표피부에 다량 분포되어 있었다. 이를 분산분석을 통해 통계적으로 검정한 결과,  $\alpha$ -pinene과  $\beta$ -myrcene을 제외한 모든 성분에서 심부와 표피부의 유의차가 있었으며( $p<0.05$ ),  $\alpha$ -pinene과  $\beta$ -myrcene도  $p$ 값이 각각 0.0571과 0.0762로서 유의수준 10%에서는 유의하다고 할 수 있다. 표준편차의 경우 평균치에 비해 비교적 큰 값을 나타내었는데, 이는 당근의 개체변이가 상당히 크다는 것을 의미하고 있다.

당근을 윗부위(crown), 중간부위(midsection), 말단부위(tip)로 3등분한 후 각각에서 휘발성 terpenoids 성분을 분석한 결과는 Fig 2에 제시한 바와 같다. Fig 2는 3회반복한 평균치를 나타낸 것인데,  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -myrcene,  $\gamma$ -terpinene의 경우 말단부위에 비해 윗부위에 많이 분포하는 경향을 보였으며, terpinolene과 total terpenoids의 경우 말단부위에 많이 분포하는 경향을 보였다.

**재배지역별 당근의 휘발성 terpenoids 함량비교**

당근 재배 지역별 terpenoids의 함량을 비교하기 위해 당근을 많이 재배하고 있는 제주 성산, 부산 양산, 전남 해남에서 3개의 품종을 동시에 재배하여 수확한 후, 품종별 지역별 휘발성 terpenoids를 분석하였다.



**Fig. 1. Comparative gas chromatograms of volatile terpenoids obtained from carrot xylem (a) and phloem (b).** 1: standard acetone, 2:  $\alpha$ -pinene, 3:  $\beta$ -pinene, 4:  $\beta$ -myrcene, 5: limonene, 6:  $\gamma$ -terpinene, 7: terpinolene.

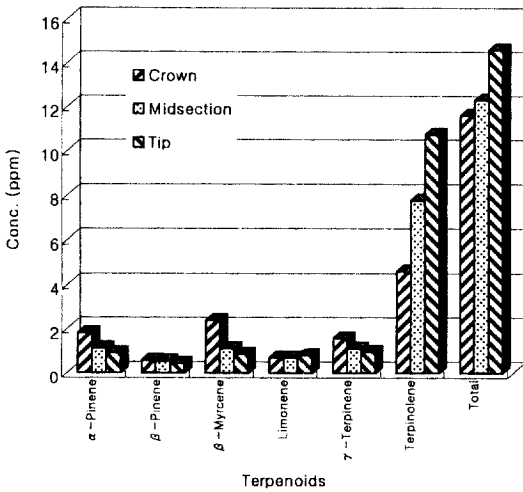


Fig. 2. Volatile terpenoid content in upper (crown), middle (midsection), and lower (tip) portions of carrot.

Table 2는 품종별 지역별로 4회 반복한 terpenoids 성분의 평균과 표준편차인데, 1001품종의 경우 total terpenoids가 양산, 해남, 제주 각각  $10.12 \pm 2.31$  ppm,  $10.14 \pm 2.67$  ppm,  $23.07 \pm 4.07$  ppm으로 제주당근의 평

균치가 양산 및 해남에 비해 2.3배나 높았다. 이를 분산분석을 통해 통계적으로 검정한 결과  $\beta$ -myrcene을 제외한 모든 성분이  $\alpha=0.05$ 에서 유의차를 보여, 같은 품종이라도 재배지역에 따라 휘발성 terpenoids의 차이가 있었다. 또한 지역간의 평균치를 Student Newman Keuls Test로 검정한 결과 양산과 해남은 유의차가 없었으나, 제주는 양산 및 해남과 많은 성분에서 유의차를 보였다. 1002품종의 경우 total terpenoids가 양산, 해남, 제주 각각  $10.45 \pm 1.67$  ppm,  $10.98 \pm 1.61$  ppm,  $16.53 \pm 2.16$  ppm으로 제주당근의 평균치가 양산 및 해남에 비해 각각 1.6배, 1.5배나 높았으며, 재배지역에 따른 terpenoids의 차이를 분산분석한 결과  $\gamma$ -terpinene을 제외한 모든 성분이  $\alpha=0.05$ 에서 유의적인 차이를 보였다. 지역간의 평균치를 검정한 결과도 1001품종과 마찬가지로 양산과 해남은  $\alpha=0.05$ 에서 유의차가 없었으나 제주 앞의 두 지역과 거의 모든 성분에서 유의적인 차이를 보였다. 1014품종의 경우도 위와 마찬가지로 결과를 보이고 있는데 total terpenoids가 양산, 해남, 제주 각각  $6.19 \pm 0.51$  ppm,  $5.80 \pm 0.83$  ppm,  $13.73 \pm 5.63$  ppm으로 제주당근의 평균치가 양산 및 해남에 비해 각각 2.2배, 2.4배나 높았으며,

Table 2. Comparison of volatile terpenoid content in carrot cultured in Yangsan, Haenam, and Cheju

Line	Compound	Terpenoid content in carrot cultured in three different areas (ppm) <sup>1)</sup>			Probability <sup>3)</sup>
		Yangsan	Haenam	Cheju	
1001	$\alpha$ -Pinene	$2.24 \pm 0.95^{ab2)}$	$1.57 \pm 0.80^b$	$4.43 \pm 2.07^a$	0.0425*
	$\beta$ -Pinene	$1.00 \pm 0.12^a$	$0.81 \pm 0.09^a$	$1.71 \pm 0.34$	0.0012**
	$\beta$ -Myrcene	$0.84 \pm 0.26^{bc}$	$0.93 \pm 0.34^{ac}$	$1.32 \pm 0.27^{ab}$	0.0900 <sup>ns</sup>
	Limonene	$0.59 \pm 0.10^a$	$0.59 \pm 0.08^a$	$0.99 \pm 0.11$	0.0004**
	$\gamma$ -Terpinene	$1.70 \pm 0.89^{bc}$	$1.81 \pm 1.03^{ac}$	$3.48 \pm 0.82^{ab}$	0.0391*
	Terpinolene	$3.76 \pm 0.85^a$	$4.43 \pm 1.82^a$	$11.14 \pm 2.04$	0.0002**
	Total terpenoids	$10.12 \pm 2.31^a$	$10.14 \pm 2.67^a$	$23.07 \pm 4.07$	0.0003**
1002	$\alpha$ -Pinene	$1.30 \pm 0.62^a$	$1.30 \pm 0.55^a$	$2.53 \pm 0.43$	0.0150*
	$\beta$ -Pinene	$0.72 \pm 0.16^a$	$0.83 \pm 0.12^a$	$1.26 \pm 0.22$	0.0049**
	$\beta$ -Myrcene	$0.70 \pm 0.07^a$	$0.62 \pm 0.05^a$	$0.90 \pm 0.11$	0.0018**
	Limonene	$0.60 \pm 0.07^a$	$0.58 \pm 0.04^a$	$0.84 \pm 0.11$	0.0022**
	$\gamma$ -Terpinene	$1.46 \pm 0.76^{bc}$	$2.41 \pm 1.57^{ab}$	$1.90 \pm 0.36^{ac}$	0.1224 <sup>ns</sup>
	Terpinolene	$5.42 \pm 2.11^a$	$5.24 \pm 1.04^a$	$9.11 \pm 2.08$	0.0240*
Total terpenoids	$10.45 \pm 1.67^a$	$10.98 \pm 1.61^a$	$16.53 \pm 2.16$	0.0019**	
1014	$\alpha$ -Pinene	$0.67 \pm 0.04^a$	$0.65 \pm 0.10^a$	$1.90 \pm 1.37$	0.0132*
	$\beta$ -Pinene	$0.60 \pm 0.06^a$	$0.55 \pm 0.07^a$	$0.85 \pm 0.35$	0.0081**
	$\beta$ -Myrcene	$0.52 \pm 0.07^a$	$0.51 \pm 0.03^a$	$0.75 \pm 0.14$	0.0002**
	Limonene	$0.44 \pm 0.02^a$	$0.43 \pm 0.03^a$	$0.71 \pm 0.14$	0.0049**
	$\gamma$ -Terpinene	$0.95 \pm 0.07$	$1.14 \pm 0.23$	$1.93 \pm 0.90$	0.0002**
	Terpinolene	$3.00 \pm 0.50^a$	$2.52 \pm 0.49^a$	$7.60 \pm 3.38$	0.0014**
Total terpenoids	$6.19 \pm 0.51^a$	$5.80 \pm 0.83^a$	$13.73 \pm 5.63$	0.0049**	

<sup>1)</sup>Mean  $\pm$  SD.

<sup>2)</sup>Means with the same superscripts in a row are not significantly different at the 5% level by Student Newman Keuls Test.

<sup>3)</sup>Probability that difference is due to change, \*: significant at  $\alpha=0.05$ , \*\*: significant at  $\alpha=0.01$ , ns: not significant.

재배지역에 따른 terpenoids의 차를 분산분석한 결과 모든 성분이  $\alpha=0.05$ 에서 유의차를 보였다. 지역간의 평균차를 검정한 결과도 위와 마찬가지로 양산과 해남은  $\alpha=0.05$ 에서 유의차가 없었으나 제주에는 앞의 두 지역과 모든 성분에서 유의적인 차이를 보였다. 이상의 결과로 당근의 휘발성 terpenoids의 함량은 같은 품종이라도 재배지역에 따라 유의차가 있었으며, 특히 제주도에서 재배된 당근은 양산이나 해남에서 재배된 당근에 비해 다량의 휘발성 terpenoids를 함유하고 있었다.

재배지역의 토양 분석

위와 같이 동일한 품종을 동시에 재배하였음에도 불구하고 양산과 해남에서 재배된 당근은 휘발성 terpenoids의 함량에 차이가 없었으나 제주도 당근에는 양산과 해남에 비해 훨씬 많은 휘발성 terpenoids가 존재하는가, 특히 제주도의 경우 우리나라 당근의 50% 이상을 생산하고 있는 주단지로서 휘발성 terpenoids의 함량이 많은 원인을 조사하기 위해, 본 실험에 사용된 당근이 재배된 토양을 채취하여 토양의 물리적, 화학적 특성을 분석하였다. Table 3은 각 지역으로부터 채취한 토양의 분석 결과인데, pH는 3개 지역에서 차이를 보이지 않았으나 유기탄소의 함량은 제주 토양이 14.01%로 양산 5.71%에 비해 2.5배, 해남 1.98%에 비해 7.1배나 높았으며, 전 질소 함량도 제주 토양이 0.74%로 양산 0.31%에 비해 2.4배, 해남 0.16%에 비해 4.6배나 높았다. 양이온 치환용량(CEC)의 경우 제주 토양이 53.82 cmol/kg으로 양산 18.14 cmol/kg에 비해 3.0배, 해남의 11.79 cmol/kg에 비해 4.6배나 높

았으며, 치환성 양이온도 제주 토양이 Mg 6.43 cmol/kg, Ca 34.28 cmol/kg, K 2.29 cmol/kg, Na 0.44 cmol/kg을 나타내 그 합이 43.43 cmol/kg으로 양산 17.64 cmol/kg에 비해 2.5배, 해남의 11.26 cmol/kg에 비해 3.9배나 높았다. 이와 같이 제주 토양의 경우 유기탄소 함량, 전질소 함량, 양이온 치환용량, 치환성 양이온 등에서 양산 토양에 비해 2.4~3.0배, 해남 토양에 비해 3.9~7.1배를 나타내고 있다. 즉 제주도의 당근 토양은 유기물 및 질소함량이 풍부하고 양분을 보유할 수 있는 능력인 양이온 치환용량, 치환성 양이온이 높은 양질의 토양이라고 할 수 있으며, 이런 이유로 제주도에서 재배된 당근은 휘발성 terpenoids가 타 지역에 비해 월등히 높은 것이 아닌가 추측되나 이에 관해서는 좀 더 많은 생화학적, 식물영양학적 연구가 필요하다고 사료된다. 반면 유효인산의 경우 제주토양이 73.5 ppm으로 양산 964.3 ppm에 비해 0.076배, 해남 590.8 ppm에 비해 0.124배를 나타내 화산회토의 특성을 보여 주고 있다. 토양의 물리성을 조사한 결과, 제주의 당근 재배 토양은 미사가 많은 양토(loam)였으며, 양산의 당근 재배토양은 모래가 많은 사양토(sandy loam), 해남의 당근 재배토양은 점토가 많은 식양토(clay loam)로 밝혀졌다.

재배지역별 당근의 당도 비교

3개 지역에서 재배한 당근의 당도에 차이가 있는지를 조사하기 위하여, 휘발성 terpenoids를 측정할 당근 액즙(1/2로 희석액)을 이용하여 당도를 측정할 후, 2를 곱해 원래 당근의 당도로 환산해 주었다. Table 4는 품종별 지역별 4회 반복한 당근 당도의 평균과 표준편차이다. 재배지역에 따른 당도의 차를 분산분석을 통해 유의수준 5%에서 검정한 결과는  $p>0.139$ 로 나타나, 재배지역에 따른 당도의 차가 있다고는 할 수 없으나, 1001품종과 1014품종의 경우 제주 토양에서 재배된 당근이, 1002품종의 경우 양산 토양에서 재배된 당근이 다소 높은 경향을 보였다.

Table 3. Physical and chemical characteristics of soils in carrot fields

Characteristics	Unit	Area		
		Yangsan	Haenam	Cheju
pH (1:5 H <sub>2</sub> O)		6.65	6.65	6.45
Organic C	%	5.71	1.98	14.01
Total N	%	0.31	0.16	0.74
Available P	ppm	964.3	590.8	73.5
CEC	cmol/kg	18.14	11.79	53.82
Exch. Mg	cmol/kg	0.91	2.09	6.43
Exch. Ca	cmol/kg	15.12	7.50	34.28
Exch. K	cmol/kg	1.50	1.59	2.29
Exch. Na	cmol/kg	0.11	0.08	0.44
Total	cmol/kg	17.64	11.26	43.43
Texture		Sandy loam	Clay loam	Loam
Clay	%	12.94	19.74	12.13
Sand	%	56.30	55.62	44.54
Slit	%	25.04	20.69	29.32

Table 4. Sugar content in carrot cultured in Yangsan, Haenam, and Cheju

Line	Sugar content in carrot cultured in three different areas (%) <sup>1)</sup>			Probability <sup>2)</sup>
	Yangsan	Haenam	Cheju	
1001	8.04±0.34	7.70±0.58	8.36±0.26	0.139 ns
1002	7.68±0.34	7.36±0.25	7.20±0.28	0.144 ns
1014	7.46±0.66	8.16±0.75	8.60±1.12	0.223 ns

<sup>1)</sup>Mean ± SD.

<sup>2)</sup>Probability that difference is due to change, \*: significant at  $\alpha=0.05$ , \*\*: significant at  $\alpha=0.01$ , ns: not significant.

## 요 약

당근의 재배지역별 부위별 휘발성 terpenoids의 함량을 direct headspace sampling 방법으로 분석하여 비교하였다. 당근 심부(xylem)와 표피부(phloem)의 terpenoids 함량을 비교한 결과,  $\alpha$ -pinene의 경우 심부에 1.06 ppm 표피에 2.73 ppm,  $\beta$ -pinene은 각각 0.45 ppm, 1.71 ppm,  $\beta$ -myrcene은 0.85 ppm, 1.84 ppm, limonene은 0.48 ppm, 1.34 ppm,  $\gamma$ -terpinene은 1.60 ppm, 3.01 ppm, terpinolene은 2.71 ppm, 21.15 ppm, total terpenoids는 7.15 ppm, 31.76 ppm으로 모든 휘발성 terpenoids가 당근 심부에 비해 표피부에 다량 분포되어 있었다. 또한 당근을 윗부위(crown), 중간부위(midsection), 말단부위(tip)로 3등분한 후 각각에서 휘발성 terpenoids 성분을 분석한 결과,  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -myrcene,  $\gamma$ -terpinene의 경우 말단부위에 비해 윗부위에 많이 분포하는 경향을 보였으며, terpinolene과 total terpenoids의 경우 말단부위에 많이 분포하는 경향을 보였다. 당근 재배 지역별 terpenoids의 함량을 비교한 결과, 제주에서 재배된 당근이 양산 및 해남에서 재배된 당근에 비해 다량의 휘발성 terpenoids를 함유하고 있었는데, total terpenoids의 경우 품종에 따라 양산에 비해 1.6~2.3배, 해남에 비해 1.5~2.4배나 높았다. 제주에서 재배된 당근의 휘발성 terpenoids가 높은 원인을 조사하기 위해 제주, 양산, 해남에서 당근이 재배된 토양을 채취하여 물리적, 화학적 특성을 조사한 결과, pH는 3개 지역에서 차이를 보이지 않았으나 유기탄소 함량, 전질소 함량, 양이온 치환용량, 치환성 양이온 등에서 제주토양이 양산토양에 비해 2.4~3.0배, 해남토양에 비해 3.9~7.1배나 높았다. 토양의 물리성을 조사한 결과, 제주의 당근 재배토양은 미사가 많은 양토(loam)였으며, 양산의 당근 재배토양은 모래가 많은 사양토(sandy loam), 해남의 당근 재배토양은 점토가 많은 식양토(clay loam)로 밝혀졌다.

## 감사의 글

이 논문은 1997학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문이며, 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. 윤진영, 박수형 : 당근 산업이 채소 산업에서의 비중해석과 발전방향. 제주도농촌진흥원 당근 산업의 활성화 방안에 관한 심포지엄 발표회초록 (1997)
2. Heinonen, M.I.: Carotenoids and provitamin A activity of carrot (*Daucus carota* L.) cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 609-612 (1990)
3. Simon, P.W.: Carrots and other horticultural crops as a source of provitamin A carotenes. *Hortscience*, **25**(12), 1495-1499 (1990)
4. Weisburger, H.H.: Nutritional approach to cancer prevention with emphasis on vitamins, antioxidants, and carotenoids. *Amer. J. Clin. Nutr.*, **53**, 2265-2375 (1991)
5. Bendich, A.: Recent advances in clinical research involving carotenoids. *Pure Appl. Chem.*, **66**, 1017-1024 (1994)
6. 박용 : 고품질 및 내병충성 당근1대작종 품종개발. 농림수산부 연구보고서 (1997)
7. Heatherbell, D.A., Wrolstad, R.E. and Libbey, L.M.: Carrot volatiles. 1. characterization and effect of canning and freezing drying. *J. Food Sci.*, **36**, 219-224 (1971)
8. Heatherbell, D.A. and Wrolstad, R.E.: Carrot volatiles. 2. influence of variety, maturity and storage. *J. Food Sci.*, **36**, 225-227 (1971)
9. Simon, P.W., Peterson, C.E. and Lindsay R.C.: Genetic and environmental influences in carrot flavor. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **105**(3), 416-420 (1980)
10. Buttery, R.G., Seifert, R.M., Guadagni, D.G., Black, D.R. and Ling L.C.: Characterization of some volatile constituents of carrots. *J. Agric. Food Chem.*, **16**(6), 1009-1015 (1968)
11. Yoo, K.S., Pike, L.M. and Hamilton, B.K.: A method for measuring volatile terpenoids in carrots using the direct headspace sampling technique. *Hortscience*, **32**(4), 714-716 (1997)
12. Park, S., Park, Y., Ryu, J.B. and Park, S.G.: Studies on measuring volatile terpenoids in carrots using the direct headspace sampling method (in Korean). *Korean J. Agric. Chem. Biotech.*, **40**(6), 536-540 (1997)
13. Simon, P.W., Lindsay, R.C. and Peterson C.E.: Analysis of carrot volatiles collected on porous polymer traps. *J. Agric. Food Chem.*, **28**(3), 549-552 (1980)
14. Simon, P.W., Peterson, C.E. and Lindsay R.C.: Genotype, soil, and climate effect on sensory and objective components of carrot flavor. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **107**(4), 644-648 (1982)
15. Senalik, D. and Simon, P.W.: Quantifying intraplant variation of volatile terpenoids in carrot. *Phytochemistry*, **26**(7), 1975-1979 (1987)
16. 농촌진흥청 농업기술연구소 : 토양조사편람. 제2권 토양분석편 (1973)
17. 농촌진흥청 농업기술연구소 : 토양화학분석법. (1988)

(1998년 1월 30일 접수)