

당근 가공시 열처리 조건에 따른 휘발성 Terpenoids 함량 비교

박 신

대구대학교 자연자원학부 농화학전공

Comparison of Volatile Terpenoid Content from Thermal Processing Condition in Carrot

Shin Park

Department of Agricultural Chemistry, Daegu University

Abstract

Changes in the content of volatile terpenoids were investigated with heat-treated carrot. As heat treatment temperature became higher, the amount of volatile terpenoids decreased significantly. According to heat-treatment period, the volatile terpenoids, α -pinene and total terpenoids, decreased drastically during the initial 30-minutes of heat treatment but the rate of decrease slowed down afterwards. When changes in the content of volatile terpenoids in carrot juice were investigated according to sterilization temperature and period, the content decreased quickly with higher sterilization temperature. According to sterilization period, the content of volatile terpenoids decreased drastically during the initial 20-minutes of sterilization but decreased gradually afterwards. The amount of total terpenoids decreased more when sterilization was done at 100°C for 20 minutes compared to sterilization at 60°C and 80°C for 60 min. In order to reduce the amount of volatile terpenoids in carrot juice, sterilization at high temperature for a short period of time would be more effective compared with sterilization at low temperature for a long period of time.

Key words – carrot, volatile terpenoids, thermal processing

서 론

최근 암이나 당뇨, 동맥경화 등 각종 성인병을 예방하기 위해 사과(Apple), 바나나(Banana), 당근(Carrot)을 혼합 가공한 ABC주스를 비롯해 당근, 무·우엉, 연근 등의 근채류를 가열 처리해 만든 근채스프 등 다양한 식이요법이 개발 보급되고 있다. 당근은 ABC주스의 중심이 되는 재료로 인

간에게 필요한 각종 비타민이나 미네랄을 대부분 함유하고 있어 당근을 많이 섭취하면 인체의 면역 시스템이 활성화 되어 항암 효과, 노화 방지 및 심장병 예방에 효과가 높으며[1,12], 야맹증과 같은 시력장애를 방지하며, 피부점막에 탄력성을 주고 호흡기와 소화기의 점막을 튼튼하게 유지하고, 각종 세균의 침입을 막아준다. 특히 당근은 가식부 100 g 당 카로틴을 7300 mg이나 함유하고 있어 녹색 채소의 기준 카로틴 함유량 100 g 당 600 mg을 훨씬 초과하고 있어 대표적인 녹색 채소라 할 수 있다. 체내에서 비타민A로 전환되는 카로틴은 α -카로틴, β -카로틴, γ -카로틴 및

*To whom all correspondence should be addressed
Tel : (053)850-6751, Fax : (053)850-6759
E-mail : spark@daegu.ac.kr

리코핀 등 약 100종이 있는데, 그중 인간의 몸에 가장 중요한 것은 β -카로틴이며, 당근의 적색은 β -카로틴으로 되어 있다[5,9]. 최근에는 건강에 대한 관심이 높아지면서 당근의 소비가 급증하고 있으며, 당근의 소비가 증가함에 따라 다양한 소비형태에 맞는 우수한 당근 품종을 육종하려는 노력이 세계적으로 활발하게 이루어지고 있는데[3], 특히 카로틴 및 당 함량이 높고 휘발성 terpenoids의 함량이 낮은 당근1대잡종을 개발하는데 많은 노력을 기울이고 있다[8]. 당근의 terpenoids 성분은 당근 섭취시 기호도에 영향을 미치는 풍미 성분으로서[4] 당근에 존재하는 terpenoids 성분으로는 α -pinene, β -pinene, β -myrcene, α -terpinene, limonene, γ -terpinene, terpinolene, α -phellandrene, terpinene-4-ol, bornyl acetate, α -bisbolol 등이 있는데, 높은 수준의 terpenoids를 함유하는 당근은 불쾌하거나 turpentine 과 같은 역겨운 기름냄새를 낸다고 하여[2,10,11] 일부 소비자들은 선호하지 않으며, 특히 어린이들이 당근 및 당근 주스를 선호하지 않는 주요 이유이다. 따라서 당근의 소비를 증대시키기 위해서는 당근 가공시 terpenoids 함량을 낮출 수 있는 열처리 기술의 개발이 필요하다고 하겠다.

본 연구는 Yoo 등[13]에 의한 direct headspace sampling (이하 DHS)방법을 이용하여 당근 섭취시 불쾌한 냄새를 일으키는 휘발성 terpenoids의 함량이 당근 및 당근주스의 열처리조건에 따라 어떻게 변하는지를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

열처리 조건별 당근의 휘발성 terpenoids 함량을 조사하기 위해 시중에서 구입한 제주산 당근 중 400g 이상의 것을 선별하여 사용하였다.

휘발성 terpenoids 성분의 분석

휘발성 terpenoids 성분을 분석하기 위한 방법은 Yoo 등[13]에 의한 DHS 방법을 일부 개선하여 실시하였는데[6,7], 24℃의 항온기에 보관된 50 g의 당근과 50 mL의 H₂O 그리고 250 μ L의 5% acetone (internal standard)을 food blender (LG, Model MJ-499AU)에 넣고 2.5분간 혼합한 후, headspace gas 1 mL를 취해 FID가 장착된 GC (Hewlett packard, Model 6890)에 주입하였으며, 이때 GC의 분석조

건은 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℃, flow rate (N₂ gas); 30 mL/min, oven temperature; 초기 50℃로 0.5 min, 10℃/min의 속도로 130℃까지 승온, total running time; 8.5 min.

당근의 열처리 조건별 휘발성 terpenoids 함량 비교

당근의 열처리 조건에 따른 휘발성 terpenoids의 함량을 조사하기 위해, 제주산 당근 중 400 g 이상의 것을 선별하여 윗부위(upper part)와 아랫부위(lower part)를 제거한 중간부위(midsection)를 취했으며, 취한 당근 중간부위의 심부(xylem)를 통과하여 세로로 정확히 4등분한 후 50.0 g의 시료 4개를 준비하였다. 준비한 각각의 당근 시료는 0.5 cm 정도의 크기로 자른 후 얇은 천에 싸서 60, 80, 100℃의 증류수에서 1시간동안 열처리한 후 다시 냉각수로 냉각, 24℃에 보관하면서 휘발성 terpenoids를 측정하였으며 대조구는 열처리를 하지 않았다. 휘발성 terpenoids의 분석은 열처리한 당근 시료에 증류수를 첨가하여 최종 100 g이 되게 하였으며, internal standard로서 5% acetone 250 μ L를 첨가하여 측정하였다. 실험은 4회반복하여 실시하였다. 또한 당근의 열처리 시간별 휘발성 terpenoids의 함량 변화도 위와 마찬가지로 시료를 준비하였으며 60, 80, 100℃에서 각각 0, 30, 60, 90분간 열처리 후 terpenoids의 함량을 조사하였으며 4회반복하였다.

당근주스의 살균 조건에 따른 휘발성 terpenoids 함량 비교

당근주스의 살균 조건에 따른 휘발성 terpenoids 함량을 조사하기 위해 녹즙기(Braun, MP 50)를 이용하여 당근주스 약 5 L를 제조하였다. 살균온도에 따른 휘발성 terpenoids의 함량은 150 mL 코니칼비커에 위에서 제조한 비열처리 당근주스 100 mL씩을 담아, 60, 80, 100℃에서 20분간 살균한 후 냉각시켜 24℃에 보관하면서 휘발성 terpenoids를 측정하였다. 대조구는 살균처리를 하지 않았다. 또한 당근주스의 살균시간에 따른 휘발성 terpenoids의 변화를 조사하기 위해서는 위에서 제조한 당근주스를 60, 80, 100℃에서 일정시간 살균한 후, 위에서와 같은 방법으로

분석하였다. 실험은 3회 반복하였다.

통계처리

실험결과와 통계처리는 MS excel을 이용하여 평균±표준편차(mean±standard deviation)로 나타내었다.

결과 및 고찰

열처리 조건에 따른 당근의 휘발성 terpenoids 함량 비교
 당근의 terpenoids 성분은 동일품종이라도 당근개체에 따라 변이가 심할 뿐만 아니라 동일개체 내에서도 당근부위에 따라 변이가 심하므로[6] 당근 중간부위의 심부를 통과하여 세로로 정확히 4등분함으로써 각 시료의 변이를 최소화하였다. Table 1은 열처리 온도에 따른 당근 휘발성 terpenoids 함량의 변화를 나타낸 것인데, DHS 방법을 이용하여 terpenoids를 분석한 결과, α -pinene, β -pinene, β -myrcene, α -terpinene, limonene, γ -terpinene, terpinolene 등 7가지 성분이 명확히 검출되었다[7]. 당근을 60, 80, 100℃에서 1시간 열처리시 α -pinene의 함량은 각각 2.46, 2.30, 1.78 ppm이었는데 이는 열처리를 하지 않은 대조구의 3.35 ppm에 비해 각각 73.4, 68.7, 53.1% 수준이었다. 또한 β -pinene의 함량은 각각 0.53, 0.52, 0.53 ppm으로서 대조구 0.71 ppm에 비해 74.6, 73.2, 74.6% 수준이었으며, β -myrcene의 함량은 각각 0.62, 0.60, 0.56 ppm으로서 대조구 0.77 ppm에 비해 각각 80.5, 77.9, 72.7%, limonene의 함량은 각각 0.52, 0.51, 0.49 ppm으로서 대조구 0.63 ppm에 비해 각각 82.5, 81.0, 77.8%, γ -terpinene의 함량은 각각 2.04, 1.77, 1.77 ppm으로서 대조구 2.41 ppm에 비해 각각

84.6, 73.4, 73.4%, terpinolene의 함량은 각각 3.47, 3.09, 2.88 ppm으로서 대조구 4.87 ppm에 비해 각각 71.3, 63.4, 59.1%, 그리고 total terpenoids의 함량은 각각 9.65, 8.79, 8.01 ppm으로서 대조구의 12.74 ppm에 비해 각각 75.7, 69.0, 62.9% 수준이었다. 따라서 당근을 100℃에서 1시간 동안 조리를 하더라도 휘발성 terpenoids 성분이 total terpenoids의 함량 기준으로 약 62.9% 정도는 남아 품머에 상당한 영향을 준다고 할 수 있었다. Yoo 등[13]은 휘발성 terpenoids 중 α -pinene 및 β -pinene의 경우 1 ppm 이상이면 역겨운 냄새가 난다고 하여 low terpenoids의 당근 품종 선발시 α -pinene, β -pinene 그리고 total terpenoids를 기준으로 하였는데, Fig. 1은 열처리 시간에 따른 α -pinene, β -pinene 그리고 total terpenoids의 변화를 조사한 것이다. α -Pinene의 경우 60℃에서 90분간 열처리시 최초 1.60 ppm에서 0.92 ppm으로 약 57.5% 수준이었으며, 80℃에서 90분간 열처리시는 최초 1.53 ppm에서 0.74 ppm으로 약 48.4% 수준이었다. 또한 100℃에서 90분간 열처리시 최초 1.49 ppm에서 0.64 ppm으로 약 43.0% 수준으로 감소하였다. β -Pinene의 경우 일반적으로 당근에서 α -pinene에 비해 함량이 적은데[6,7,10], 본 실험에서도 모든 실험 구에서 1 ppm 이하가 나왔으며 열처리 시간에 따라 완만한 변화를 보였다. Total terpenoids의 경우 60℃에서 30, 60, 90분 열처리시 각각 9.76, 8.66, 8.40 ppm으로 대조구 11.72 ppm 대비 각각 83.3%, 73.9%, 71.7% 수준이었으며, 80℃에서 30, 60, 90분 열처리 시는 각각 7.43, 6.61, 6.34 ppm으로 대조구 10.16 ppm 대비 각각 73.1%, 65.1%, 62.4% 수준이었다. 또한 100℃에서 30, 60, 90분 열처리 시 각각 7.21, 6.34, 6.12 ppm으로 대조구 10.76 ppm 대비 각

Table 1. Change of volatile terpenoids in carrot during heat treatment for 1 hr at various temperature

Terpenoids	Temperature			
	Control	60℃	80℃	100℃
α -Pinene	3.35±0.56	2.46±0.24	2.30±0.30	1.78±0.11
β -Pinene	0.71±0.05	0.53±0.06	0.52±0.03	0.53±0.07
β -Myrcene	0.77±0.03	0.62±0.03	0.60±0.02	0.56±0.04
Limonene	0.63±0.08	0.52±0.04	0.51±0.03	0.49±0.08
γ -Terpinene	2.41±0.12	2.04±0.11	1.77±0.10	1.77±0.18
Terpinolene	4.87±0.32	3.47±0.22	3.09±0.12	2.88±0.22
Total terpenoids	12.74±0.98	9.65±1.02	8.79±0.66	8.01±1.22

All values are mean±standard deviation.

당근 가공시 열처리 조건에 따른 휘발성 Terpenoids 함량 비교

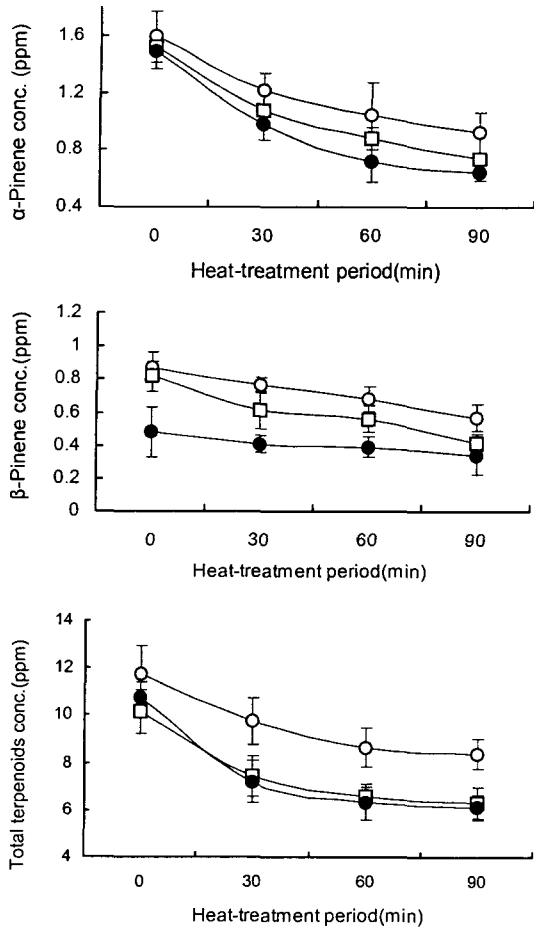


Fig 1. Change of α -pinene(above), β -pinene(middle), and total terpenoids(below) in carrot according to heat-treatment period at 60°C(○), 80°C(□), and 100°C(●).

각 67.0%, 58.9%, 56.9% 수준이었다. 따라서 이상의 결과를 종합하면 당근의 terpenoids 함량은 열처리 온도가 높을수록 많이 감소하였으며, 열처리 시간에 따른 휘발성 terpe

noids는 α -pinene 및 total terpenoids의 경우 최초 30분 동안 급속히 감소하였으며, 그 후 시간이 지남에 따라 감소율이 낮아지는 경향을 보였다.

당근주스의 살균 조건에 따른 휘발성 terpenoids 함량 비교

살균 조건에 따른 당근주스의 휘발성 terpenoids의 변화를 조사하기 위해 제주산 당근으로 당근주스를 제조하였는데, Table 2는 살균 온도에 따른 당근주스의 휘발성 terpenoids의 변화를 조사한 것이다. 당근주스를 제조하여 60, 80, 100°C에서 20분간 열처리시 α -pinene의 함량은 각각 2.66, 2.47, 1.22 ppm이었는데 이는 열처리를 하지 않은 대조구의 3.42 ppm에 비해 각각 77.8, 72.2, 35.7% 수준이었다. 또한 β -pinene의 함량은 각각 1.21, 1.13, 0.70 ppm으로서 대조구 1.49 ppm에 비해 각각 81.2, 75.8, 47.0% 수준이었으며, β -myrcene의 함량은 각각 0.73, 0.70, 0.55 ppm으로서 대조구 0.87 ppm에 비해 각각 83.9, 80.5, 63.2%, limonene의 함량은 각각 0.63, 0.61, 0.50 ppm으로서 대조구 0.73 ppm에 비해 각각 86.3, 83.6, 68.5%, γ -terpinene의 함량은 각각 1.43, 1.42, 1.17 ppm으로서 대조구 1.70 ppm에 비해 각각 84.1, 83.5, 68.8%, terpinolene의 함량은 각각 5.40, 5.22, 3.62 ppm으로서 대조구 7.25 ppm에 비해 각각 74.5, 72.0, 49.9%, 그리고 total terpenoids의 함량은 각각 12.06, 11.55, 7.77 ppm으로서 대조구 15.46 ppm에 비해 각각 78.0, 74.7, 50.3% 수준이었다. 따라서 당근주스의 경우 60, 80°C 등 낮은 온도에서 보다 100°C에서 살균하는 것이 휘발성 terpenoids가 훨씬 빨리 감소하였다. Fig. 2는 당근주스의 살균 온도별, 시간별 휘발성 terpenoids의 변화를

Table 2. Change of volatile terpenoids in carrot juice during sterilization for 20 min at various temperature

Terpenoids	Sterilization temperature			
	Control	60°C	80°C	100°C
α -Pinene	3.42 ± 0.41	2.66 ± 0.18	2.47 ± 0.38	1.22 ± 0.08
β -Pinene	1.49 ± 0.11	1.21 ± 0.09	1.13 ± 0.13	0.70 ± 0.03
β -Myrcene	0.87 ± 0.05	0.73 ± 0.03	0.70 ± 0.04	0.55 ± 0.02
Limonene	0.73 ± 0.05	0.63 ± 0.03	0.61 ± 0.05	0.50 ± 0.02
γ -Terpinene	1.70 ± 0.15	1.43 ± 0.12	1.42 ± 0.10	1.17 ± 0.05
Terpinolene	7.25 ± 0.52	5.40 ± 0.36	5.22 ± 0.44	3.62 ± 0.21
Total terpenoids	15.46 ± 1.29	12.06 ± 1.04	11.55 ± 0.96	7.77 ± 0.46

All values are mean ± standard deviation.

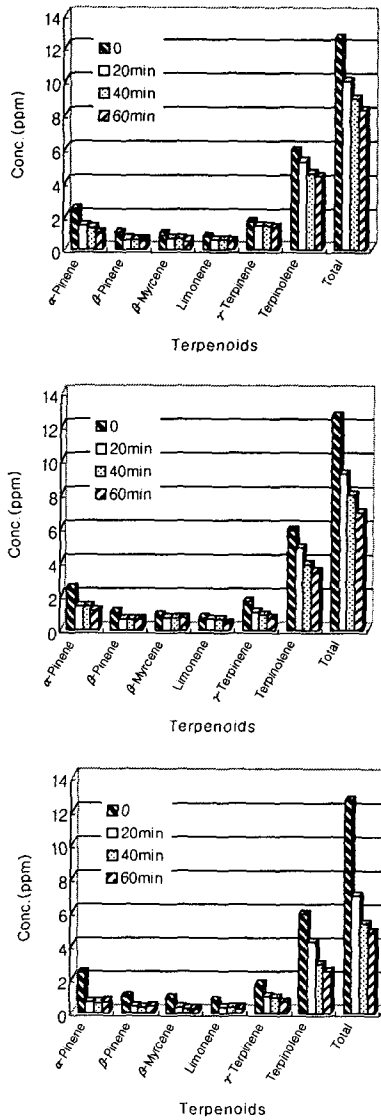


Fig 2. Change of volatile terpenoids in carrot juice according to sterilization period at 60°C(above), 80°C (middle), and 100°C(below).

나타낸 것인데, 살균온도가 높을수록 휘발성 terpenoids 함량이 빠른 속도로 감소함을 보여주고 있으며, 살균시간에 따른 휘발성 terpenoids의 함량은 최초 20분간 급속히 감소하다가 이후에는 완만하게 감소하였다. 특히 100°C에서 살균했을 경우 20분 살균시 total terpenoids가 6.93 ppm으로서 60°C 와 80°C에서 60분간 살균했을 경우의 8.29 ppm 및 6.95 ppm 보다 더 많은 total terpenoids가 감소하였는데, 따라서 당근주스의 휘발성 terpenoids 함량을 줄이기 위해서는 고온단시간 살균이 저온장시간 살균보다 더 유리

하다는 것을 알 수 있었다.

요 약

당근의 열처리 조건에 따른 휘발성 terpenoids 함량의 변화를 조사하였는데, 열처리 온도가 높을수록 휘발성 terpenoids가 많이 감소하였으며, 열처리 시간에 따른 휘발성 terpenoids는 α-pinene 및 total terpenoids의 경우 최초 30분 동안 급속히 감소하였으며, 그 후 시간이 지남에 따라 감소율이 낮아지는 경향을 보였다. 당근주스의 살균 온도별, 시간별 휘발성 terpenoids의 변화를 조사한 결과, 살균온도가 높을수록 휘발성 terpenoids 함량이 빠른 속도로 감소함을 보여주고 있으며, 살균시간에 따른 휘발성 terpenoids의 함량은 최초 20분간 급속히 감소하다가 이후에는 완만하게 감소하였다. Total terpenoids의 경우 100°C에서 20분간 살균했을 시 60°C 및 80°C에서 60분간 살균했을 시 보다 더 많이 감소하였는데, 당근주스의 휘발성 terpenoids 함량을 줄이기 위해서는 고온단시간 살균이 저온장시간 살균보다 더 유리하다는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2000학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문이며, 이에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

1. Bendich, A. 1994. Recent advances in clinical research involving carotenoids. *Pure Appl. Chem.* **66**, 1017-1024.
2. Buttery, R.G., R.M. Seifert, D.G. Guadagni, D.R. Black and L.C. Ling. 1968. Characterization of some volatile constituents of carrots. *J. Agric. Food Chem.* **16**, 1009-1015.
3. Heatherbell, D.A. and R.E. Wrolstad. 1971. Carrot volatiles. 2. influence of variety, maturity and storage. *J. Food Sci.* **36**, 225-227.
4. Heatherbell, D.A., R.E. Wrolstad and L.M. Libbey. 1971. Carrot volatiles. 1. characterization and effect of canning and freezing drying. *J. Food Sci.* **36**,

- 219-224.
5. Heinonen, M.I. 1990. Carotenoids and provitamin A activity of carrot(*Daucus carota* L.) cultivars. *J. Agric. Food Chem.* **38**, 609-612.
 6. Park, S. and Y. Park. 1998. Comparison of volatile terpenoid content from carrot cultured area and carrot portions. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 313-318.
 7. Park, S., Y. Park, J.B. Ryu and S.G. Park. 1997. Studies on measuring volatile terpenoids in carrots using the direct headspace sampling method. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **40**, 536-540.
 8. Park, Y. and S. Park. 1999. Effect of variety, maturity and root size on volatile terpenoids content in carrots. *J. Sci. Technol. Daegu Univ.* **5**, 585-591.
 9. Simon, P.W. 1990. Carrots and other horticultural crops as a source of provitamin A carotenes. *Hortscience* **25**, 1495-1499.
 10. Simon, P.W. 1982. Genetic variation for volatile terpenoids in roots of carrot, *Daucus carota*, inbred and F1 hybrids. *Phytochemistry* **21**, 1299-1303.
 11. Simon, P.W., C.E. Peterson and R.C. Lindsay. 1980. Genetic and environmental influences in carrot flavor. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **105**, 416-420.
 12. Weisburger, H.H. 1991. Nutritional approach to cancer prevention with emphasis on vitamins, antioxidants, and carotenoids. *Amer. J. Clin. Nutr.* **53**, 2265-2375.
 13. Yoo, K.S., L.M. Pike and B.K. Hamilton. 1997. A method for measuring volatile terpenoids in carrots using the direct headspace sampling technique. *Hortscience* **32**, 714-716.

(Received August 30, 2002; Accepted October 8, 2002)