

다양한 전처리 방법에 따른 당근의 이화학 및 영양학적 특성 분석

김광일¹ · 황인국² · 유선미² · 민상기³ · 최미정¹

¹건국대학교 생명자원식품공학과
²농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부
³건국대학교 바이오산업공학과

Effects of Various Pretreatment Methods on Physicochemical and Nutritional Properties of Carrot

Kwang-Il Kim¹, In-Guk Hwang², Seon-Mi Yoo², Sang-Gi Min³, and Mi-Jung Choi¹

¹Department of Bioresources and Food Science and ³Department of Bioindustrial Technologies, Konkuk University

²Department of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

ABSTRACT Pre-thermal treatment is important to minimize quality changes during main cooking or storage. In this study, to optimize pre-thermal treatment of carrots, three types of pre-thermal treatments were applied to carrots and quality changes such as physicochemical, nutritional, or sensory properties were observed. Washed and sliced carrots were thermally treated by hot-water immersion (100°C, 1~10 min), steaming (100°C, 1~10 min), and stir-frying with oil (10~80 sec). Carrot tissue was maintained until 2 min hot-water immersion or steaming, and they were damaged by just 30 sec of stir-frying. Color and hardness were significantly affected by treatment time and temperature. Color was completely changed after 5 min and 7 min by hot-water and steam treatments, respectively. Hardness decreased to 44% compared with fresh carrot (4,500 g) after 1 min, 3 min, and 20 sec of hot-water, steam, and stir-frying, respectively. For nutritional changes, ascorbic acid, organic acid, and peroxide activity were reduced by all treatments compared with fresh carrot. Especially, succinic acid was dramatically reduced by hot-water treatment. Otherwise, free sugar contents were increased with greater treatment time in all samples. In this study, pre-thermal treatment of carrot was optimal at 2 min steaming treatment.

Key words: carrot, blanching, texture, ascorbic acid, peroxidase activity

서 론

산업 발전과 고도화에 따른 생활 식습관의 급격한 변화는 빠르고 간편한 조리법으로 섭취 가능한 편의식 식품의 공급과 소비의 대량 공급 체계를 구축하였으며, 이 중 불고기, 비빔밥, 잡채 등과 같은 한식 편의식 식품 개발은 매우 활발하게 산업화되고 있다. 이와 같은 한식 편의식 제품은 조리의 간편성과 운반의 용이함을 장점으로 한식의 세계화에 유용하다. 따라서 식품산업에서는 편의식 식품에 대한 꾸준한 개발 및 연구가 이루어지고 있다. 한식의 경우 채소류가 식단에서 큰 비중을 차지하고 있으며, 특히 한식에서 많이 사용되고 있는 당근은 미나리과에 속하는 근채류이며 *Daucus carota* L.의 뿌리이다. 당근은 100 g 중 수분 89.6%, 단백질을

1.0 g, 지질 0.2 g, 당질 7.8 g, 섬유질 0.8%, 회분 0.6 mg, 칼슘 38 mg, 인 37 mg을 함유하고 있다. 특히 비타민 A 1,257 µg R.E, 비타민 C 6 mg, 비타민 E 0.4 mg, 그 외 비타민 B1, B2, B6의 기본 성분 및 α-carotene, β-carotene, lutein과 같은 carotenoid 성분 특징인 provitamin A를 함유하고 있어 세포 내 색소체에서 합성 및 광흡수도 하며 식품에 색깔을 부여하고 영양학적으로 영양소 또한 풍부하다(1,2). 또한 항산화 및 항암 효과와 성인병 예방 등의 효능을 가지고 있다고 널리 알려져 있다. 하지만 당근처럼 채소 및 과일 등은 열처리 공정에 의해 물리화학적 및 영양학적인 품질 저하로 인해 식품의 가치를 떨어뜨리고 있다. 그러므로 전처리(예비 열처리) 혹은 조리로 인한 품질 저하를 최소화하기 위한 최적의 처리법을 확립해야 한다. 특히 전처리를 통해 조리 동안에 일어나는 품질 저하를 방지하는 연구가 활발히 진행되고 있다(3,4).

식품산업에서는 식품의 품질 보존과 상품가치 향상을 위하여 다양한 처리 및 가공, 저장 조작을 하게 되는데 대부분

Received 11 August 2014; Accepted 26 September 2014

Corresponding author: Mi-Jung Choi, Department of Bioresources and Food Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea
E-mail: choimj@konkuk.ac.kr, Phone: +82-2-450-3048

냉동이나 가열 등 열처리 공정을 거치게 된다. 예비 열처리 공정을 거치지 않으면 여러 문제점이 발생하게 되는데, 산패 및 미생물 성장에 의해 식품이 부패되거나 갈변을 일으키는 효소 등에 의해 식품으로써 가치가 떨어지는 현상이 나타난다. 이를 방지하기 위해 예비 열처리 공정을 거치게 된다. 열처리 공정(thermal processing)에는 열수침지(hot water), 데치기(blanching), 증기(steam), 튀김(frying), 마이크로파(microwave), 볶음(roasting) 등 다양한 방법들이 사용되고 있다(5). 예비 열처리 과정을 거치면 과일이나 채소의 효소를 활성화시키거나 혹은 불활성화되어 품질을 유지할 뿐 아니라 껍질에 물질을 탈에스테르화시켜서 식물체의 연화를 방지할 수 있다. 또한 짧은 시간 동안 처리했을 시 색을 선명하게 해주어 외관을 좋게 해주며 세균 및 병원성 박테리아 같은 미생물 살균효과를 보이는 장점이 있다. 그중 가장 보편적으로 사용되는 열수처리법은 열처리 중 화학물질이나 농약 등 세척 및 미생물과 병해충 살균에 효과적이다. Park 등(6)은 볶음 처리는 고유한 향기성분과 휘발성 향기성분의 생성 및 변화를 가져온다고 보고하였다. 그러나 장시간 처리 시 세포벽이 약해져 세포벽을 파괴되기 때문에 열에 민감한 비타민 손실, 무기질 손실, 조직감 변화 및 색소 침착 현상 등의 단점이 문제시되고 있다(7). 과열증기법(super heated steam)을 이용한 열처리법은 이러한 문제점에서 발생하는 영양소 파괴를 줄이고 상품성의 지표인 색, 맛, 조직감을 유지시켜 주며, 미생물 번식에 의한 부패 방지에도 뛰어난 효과를 나타내는 새로운 열처리 방법으로 각광 받고 있다. 또한 대류, 복사에 의한 열전달력이 뛰어나 조리 시간을 단축시키는 장점을 가지고 있다(8). 이와 같이 적절한 예비 열처리는 물리화학적, 영양학적 특성 및 풍미를 증진시킬 수 있지만 반대로 부적합한 처리는 미세조직의 손상 및 표면 경화, 영양성분 파괴, 이미지와 이취 생성, 전반적인 식품의 품질 저하가 우려된다. 또한 식재료의 특성에 따라 예비 열처리의 방법이 최적화하는 것이 필요하다.

본 연구는 한식에 일반적으로 널리 이용되는 당근의 품질 변화를 최소화하는 최적의 예비 열처리 방식을 선정하고자, 열수침지법, 볶음법, 증기법을 이용하여 가열 시간에 따른 당근의 물리화학적 및 영양학적 변화를 관찰하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용된 당근은 2013년 4월 중순에서 7월 초에 수확한 식용 가능한 생당근을 E사 대형유통마트(Seoul, Korea)에서 구입하였다. 당근은 열처리 후 물리화학적 및 영양학적 품질변화 측정을 위해 사용되었으며, ascorbic acid, fructose, glucose, sucrose, oxalic acid, malic acid, succinic acid, fumaric acid 표준품은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 그 밖의 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다.

당근의 전처리

당근은 껍질 및 이물질을 제거한 다음 흐르는 물에 수세 후 거즈를 이용하여 물기를 제거하였다. 세척된 당근은 동일한 방향으로 5 cm×0.5 cm×0.5 cm의 직육면체 형태로 절단 후 당근 500 g을 각각 다양한 열처리법으로 전처리하였다. 열수침지법은 100°C, 2.5 L의 물에 침지시켜 1~10분 동안 열처리하였고, 증기처리는 100°C의 끓는 물 위의 찻틀에 시료를 넣고 1~10분 동안 열처리하였다. 볶음 처리는 식용유를 두른 프라이팬을 달군 후 당근을 넣고 10~80초 동안 열처리하였다. 다양한 열처리 후 흐르는 냉수에 1분간 냉각하고 거즈로 물기를 제거한 다음 당근의 품질 변화를 관찰하였다. 이때 당근의 외관, 미세구조, 색도, pH 및 경도를 측정하는 다음 각 열처리법에 따라 두 가지의 최적 조건 선별 후 선별된 조건으로 처리된 당근의 영양학적 검사와 관능검사를 실시하였다.

현미경 관찰

당근의 미세조직을 CCD 카메라(3.0M, Olympus, Shinjuku, Japan)가 연결된 광학현미경(Olympus CX31, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다. 당근 시료를 얇은 조각(5 mm×5 mm×1 mm)으로 자른 다음 약 10 µL의 증류수를 slide glass에 떨어뜨린 후 cover glass를 덮어 관찰하였다.

색도 측정

색도는 Chroma meter(CR-200, KONICA MINOLTA, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(lightness, CIE L^* -value), 적색도(redness, CIE a^* -value) 및 황색도(yellowness, CIE b^* -value)를 3회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판의 CIE 명도 값이 77.1, 적색도 값이 2.1, 황색도 값이 2.2였다. 다양한 방법으로 열처리된 당근의 색도 변화는 다음과 같은 공식에 대입하여 색도 차를 산출하였다.

Total color difference(ΔE)=

$$\sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

pH 측정

pH는 시료와 증류수 1:9의 비율로 넣어 homogenizer(SMT pH91, SMT, Tokyo, Japan)로 12,000 rpm으로 2분 동안 균질화시킨 후 사용하였다. 균질 후 pH meter(Orion 3-star, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA)로 3회 반복 측정하였다.

경도 측정

다양한 방법으로 열처리된 당근의 경도(hardness)는 Texture Analyzer(CT3-1000, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Stoughton, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. TPA type(Texture Profile Analysis)에서 target value는 5.0 mm이었으며, trigger load는 70 g, test speed는 2.5 mm/sec의 속도로 측정하였다. Plain vee

probe와 TA-SBA fixture를 사용하였고, 각 시료의 측정치는 5회 이상 반복 실험하여 평균값과 표준편차로 표시하였다. 경도는 식품의 형태를 변형시키는 데 필요한 힘으로 첫 번째 압착(first force)에 의한 곡선의 최고점 높이로 측정하였다.

일반성분 분석

각 시료의 일반성분 분석은 AOAC법(9)에 준하여 측정하였다. 수분 함량은 105°C 상압가열법, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 조회분 함량은 550°C 직접 회화법을 사용하여 측정하였다.

비타민 C 함량 측정

비타민 C의 함량은 Hwang 등(10)의 방법을 이용하여 측정하였다. 건조된 시료 0.5 g에 5% metaphosphoric acid 용액 50 mL를 가하고 homogenizer(Polytron PT 2500 E, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)로 2분간 균질화시킨 후 Whatman No. 2 여과지(Whatman, Maidstone, UK)로 감압 여과하여 50 mL로 정용하였다. 추출물은 0.20 µm nylon syringe filter(Whatman, Clifton, NJ, USA)로 여과하여 Agilent Technologies 1200 series HPLC system(Palo Alto, CA, USA)으로 분석하였다. HPLC 분석조건은 column은 Mightysil RP-18 GP column(4.6×250 mm, 5 µm, Kanto Chemical, Tokyo, Japan)을 사용하였고, 유속은 0.6 mL/min이었으며 이동상은 0.1% trifluoroacetic acid를 사용하였다. 시료의 주입량은 20 µL이었으며, UV detector(Agilent Technologies)를 사용하여 254 nm에서 비타민 C를 정량하였다.

유리당 함량 측정

유리당 함량은 건조된 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 200 rpm, 3시간 진탕 추출한 후 Whatman No. 2 여과지로 감압 여과하여 50 mL로 정용하였다. 추출물은 0.20 µm nylon syringe filter(Whatman, Clifton, NJ, USA)로 여과하여 Agilent Technologies 1200 series HPLC system으로 분석하였다. HPLC 분석조건은 column으로 Shodex Asahipak NH2P-5-4E(5 µm, 4.6×250 mm, Tokyo, Japan)를 사용하였고, 검출기는 ELSD를 사용하였으며, 이동상은 70% acetonitrile를 1.2 mL/min 속도로 흘려주었고 10 µL를 주입하여 분석하였다(11). 표준물질로는 fructose, glucose 및 sucrose를 사용하였다.

유기산 함량 측정

유기산 함량은 Kim 등(12)의 방법을 변경하여 측정하였다. 즉 건조된 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 200 rpm, 3시간 진탕 추출한 후 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 50 mL로 정용하였다. 추출물은 0.20 µm nylon syringe filter로 여과하여 Agilent Technologies 1200 series HPLC

system으로 분석하였다. 칼럼은 aminex HPX-87H ion exclusion column(7.8×300 mm; Bio-Rad, Hercules, CA, USA)을 사용하였고, 검출기는 UV detector(Agilent Technologies)로 215 nm에서 검출하였으며, 이동상은 0.008 N sulphuric acid 용액을 0.6 mL/min 유속으로 흘려주었고 20 µL를 주입하여 분석하였다. 표준물질로 oxalic acid, malic acid, succinic acid 및 fumaric acid를 사용하였다.

Peroxidase activity 측정

Peroxidase activity는 Lee와 Jung(13)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료와 50 mM Tri-HCl(pH 7.0) 완충액을 1:9로 첨가하여 균질기로 2분간 균질화한 후 원심분리로 원심분리(4°C, 15,000 rpm, 10 min) 하여 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 0.1 M Tris-HCl(pH 7.0) 완충액 2.75 mL에 기질 0.45 M guaiacol 0.1 mL와 0.15 M H₂O₂ 0.1 mL를 첨가한 후 여기에 50 µL의 조효소액을 첨가하여 50°C 항온수조에서 1분간 반응시켰다. 효소 반응 후에 UV spectrophotometer(UV-1650 PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 470 nm에서 흡광도 변화로 효소 활성을 측정하였다.

관능검사

다양한 방법으로 열처리된 당근의 관능적 특성을 조사하기 위해 건국대학교 식품공학 전공인 대학원생 및 학부생 남녀 20명을 선정하여 실험 목적에 맞는 기초사항 교육 후 관능검사를 진행하도록 하였다. 관능검사 특정 항목은 외관(appearance), 수축정도(shrink), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness), 향(flavor), 단단한 정도(hardness) 및 바삭한 정도(crispness)에 대하여 순위법으로 진행하였다. 각 항목에서 가장 적합한 시료를 1순위, 제일 적합하지 않은 시료를 4순위로 평가하였으며, 평가 결과는 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 통하여 평균±표준편차를 산출하였으며, ANOVA 분석을 이용하여 $F < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

조직 관찰

열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 당근의 조직 관찰은 Fig. 1과 같다. 미세구조를 관찰한 결과, 대조군(생당근, fresh carrot) 및 짧은 시간 동안 처리한 시료의 조직세포는 세포벽 분리나 파괴가 이루어지지 않고 유지되거나 형

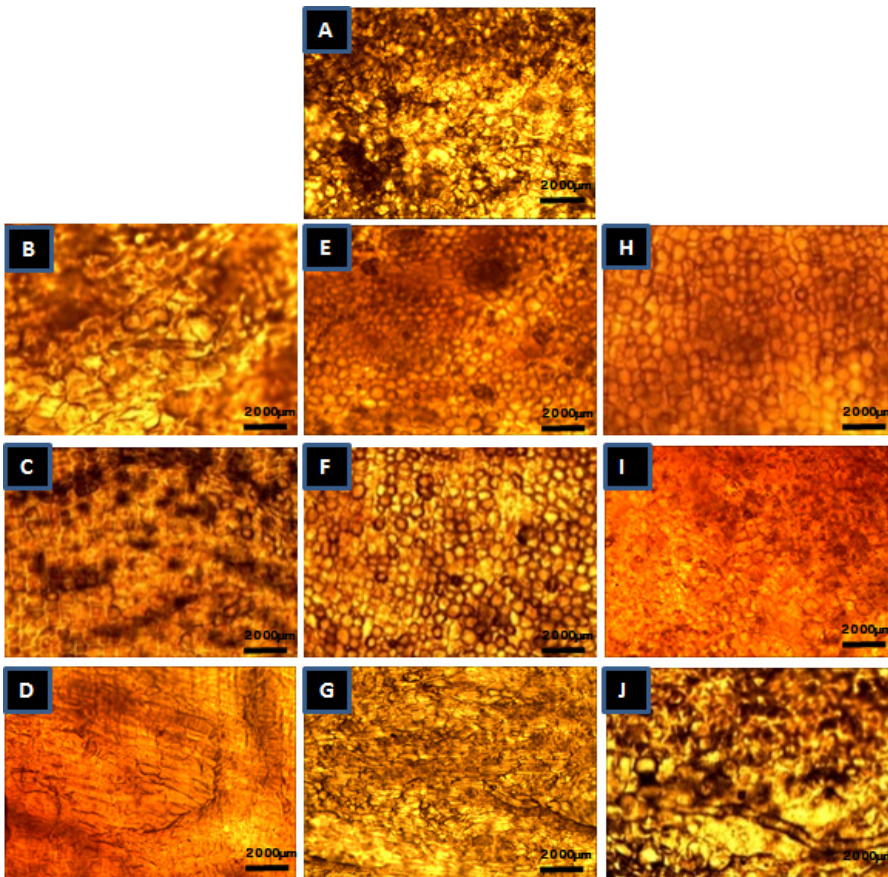


Fig. 1. Effects of different blanching methods on the tissue observation in carrots (magnification of 100×), A: fresh carrot with non treatment, B, C and D: boiling blanching treatment for 1 min, 3 min, and 6 min, respectively, E, F and G: steaming blanching treatment for 2 min, 3 min, 6 min, respectively, H, I, and J: stir-frying treatment for 20 sec, 50 sec, and 70 sec, respectively.

태가 명확한 반면, 열수 및 과열증기로 5분 이상 처리 시 세포조직과 세포벽이 부서지거나 파괴되어 형태가 불규칙적인 것이 다수 관찰되었다. 특히 볶음 처리가 다른 처리보다 세포조직의 파괴가 두드러졌다. Lee 등(14)은 냉동저장하기 전에 데치기 한 당근은 세포벽 파괴와 손상이 줄었고, 데치지 않은 시료에 비해 비교적 세포벽의 형태가 일정하게 유지되었다고 보고하여 본 실험과 유사했지만, Lee 등(15)은 일반적으로 처리가 세포를 손상시키고 세포의 미세구조를 파괴시킨다고 보고했는데, 본 실험에서 짧은 시간의 열처리한 시료는 세포벽 및 조직의 형태가 파괴되지 않고 유지된 반면, 일정 시간 이상의 열처리 시 세포벽이 파괴되어 블랜칭 시간에 따라 조직 형태가 유지되다가 파괴된 것이 확인되었다.

색도

열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 당근의 색도는 Fig. 2와 같다. 소비자의 당근 구입 시 당근의 색 및 외관은 가장 첫 번째 구매 요인이 되어 중요한 요소이다. 당근을 열처리했을 때 원물과의 색 차이를 나타내는 한국식품정보원(16)의 보고에 따르면 Hunter color system의 색을 표현하는 색차 지수 값이 3.0~6.0은 현저한 차이, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이를 나타내고, 12 이상은 다른 계통의 색으로 변색된 것으로 나눌 수 있다고 보고하였다. 본 실험에서

열수침지는 초반 10 범위에서 최고 15 범위대의 값으로 색도 차이가 증가하는 경향을 나타냈고, 과열증기 처리 시료도 초반 8.9 범위에서 14.3 범위까지 증가하는 경향을 보였으나, 열수침지법에 비해 색의 차이는 적은 것으로 관찰됐다. Kim 등(17)은 과열수증기 조리 등 열처리 시 원물과 유사한 값을 나타내며 당근의 색이 열에 안정적이라고 했으나, 본 실험에서는 모든 처리구에서 가열처리 시간의 경과에 따라 원물과의 색 차이가 증가하는 경향의 상반된 결과를 나타냈으며, 열수침지 및 과열증기 처리한 시료의 색 변화는 열처리하지 않은 당근과 현저한 차이를 나타냈고, 5분 이상 가열

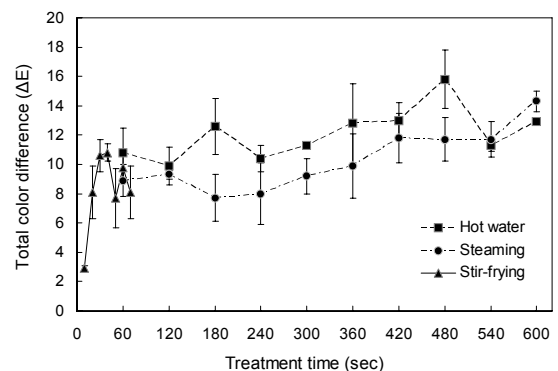


Fig. 2. Effects of different pre-thermal treatments on the total color difference (ΔE) of carrots.

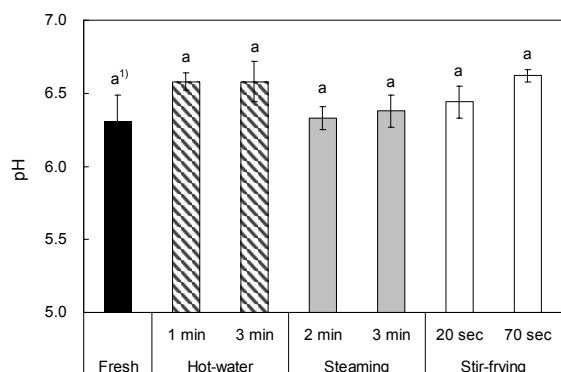


Fig. 3. Effects of different pre-thermal treatments on the pH of carrots. ¹⁾Values with different letters above the bars are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range tests.

처리한 시료는 12 이상의 범위의 증가된 경향을 나타내며 변색된 것으로 나타났다. Lee 등(15)은 일반적으로 블렌칭 처리가 동결저장 중에 변색에 관여하는 polyphenol oxidase 등의 효소와 세포 내의 존재하는 공기를 제거함으로써 색상을 뚜렷하게 하기 때문에 색도의 변화가 크게 나타나지 않았다고 했으나, 본 실험에서는 블렌칭 시간에 따라 원물과의 색도 차가 커지는 것을 확인할 수 있어서 상반된 결과가 관찰됐다. 따라서 블렌칭 처리한 당근의 색도 차는 가열처리 시간에 따라 차이를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

pH

열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 당근의 pH 측정 결과는 다음 Fig. 3과 같다. pH 값은 각 전처리 시료 간의 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P > 0.05$). 열처리하지 않은 당근의 pH는 6.31 범위에서 측정되었고, 열수침지는 6.58 범위, 과열증기 처리한 시료는 6.33~6.38 범위였고, 볶음 처리는 6.44~6.62 범위로 생당근과 열처리법에 따른 시료들 간의 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Kim 등(17)은 당근을 열수침지 및 과열증기법으로 처리시간에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 보고하였는데 본 연구에서도 유사한 결과를 보였다.

경도 측정

열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 당근의 강도는 Fig. 4와 같다($P < 0.05$). 생당근을 5 mm 절단하는 데 드는 힘이 4,500 g·force로 나타났으며, 열수침지 1분 및 과열증기 3분 처리만으로 2,000 g·force 정도로 44% 정도의 감소를 보였고, 시간의 경과에 따라 계속 감소하는 경향을 나타냈다. 볶음 처리가 가장 단기간에 감소하는 결과를 보이며, 20초 처리만으로 2,000 g·force 범위로 감소하며 짧은 시간에 물성이 연화되는 결과를 나타냈다. Kim(3)은 당근을 50°C와 70°C에서 열처리 후 경도를 측정하는 결과 큰 감소하는 경향보다 유지하는 경향을 나타냈으나 90°C에서는 감소하였다고 보고하였고, Lee 등(18)은 당근을 블렌칭 할 때

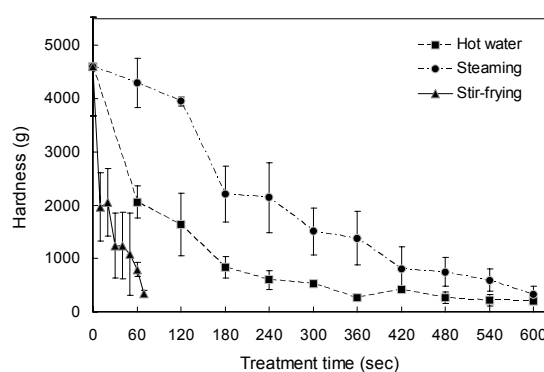


Fig. 4. Effects of different pre-thermal treatments on the hardness in carrots.

짧은 시간과 낮은 온도에서는 경도가 증가하다가 일정 온도 이상에서 시간의 경과에 따라 감소하는 결과를 나타냈는데 본 실험과 유사한 결과를 나타냈다. 또한 다른 채소인 취나물 및 대파를 열처리했을 때 열처리 온도가 높을수록, 시간이 길어질수록 경도가 감소했다고 보고하였는데(15,19), 본 실험에서도 가열시간의 경과 및 온도가 높은 열처리법에 따라 전체적으로 경도가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 열처리에 의한 식물 미세구조 파괴로 인해 세포조직 및 밀도 등의 변화가 있고, 이로 인해 중량의 변화가 따랐으며 경도 특성도 달라지면서 연화된 것으로 판단된다(20).

일반성분 함량 변화

열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 당근의 일반성분 변화는 Table 1과 같다($P < 0.05$). 생당근의 일반성분 함량은 수분 89.94%, 조단백질 0.56%, 조지방 0.32% 및 조회분 0.65%였다. 블렌칭 처리 당근의 일반성분 함량 범위는 수분 89.81~92.24%, 조단백질 0.51~0.56%, 조지방 0.29~0.95% 및 조회분 0.42~0.62%였다. 블렌칭 처리 후 당근의 수분 및 조단백질 함량 변화는 적었고, 조회분 함량은 감소하는 경향을 보였다. 조지방 함량은 열수침지 및 과열증기 처리에 따른 큰 차이는 없었고, 조리 과정 중 첨가된 기름으로 인해 볶음 처리 후 조지방 함량은 증가하였다.

비타민 C 함량 분석

열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 당근의 비타민 C 함량 변화는 Fig. 5와 같다. 생당근의 비타민 C 함량은 1.82 mg/100 g이었고, 블렌칭 처리 후 0.80~1.69 mg/100 g 범위로 유의적으로($P < 0.05$) 감소하였다. 열수침지, 과열증기 및 볶음 처리 시간이 길어질수록 비타민 C 함량은 각각 1.37~0.80, 1.20~0.94 및 1.69~1.55 mg/100 g 범위로 감소하였으며, 열수침지, 과열증기, 볶음 처리 순으로 감소량이 큰 것으로 나타났다.

Kim 등(12)의 연구에서는 데침 및 과열증기 처리 후 당근의 비타민 C 함량은 유의적으로 감소하였으며, 데침 처리 시간이 길수록 비타민 C 함량 감소량도 많은 것으로 보고하

Table 1. Proximate composition of carrot by pre-thermal treatments (%)

Cooking methods		Cooking loss	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Fresh			89.94±0.64 ^{c(1)2)}	0.56±0.02 ^a	0.32±0.02 ^{bc}	0.65±0.02 ^a
Hot-water	1 min	3.19	91.81±0.16 ^a	0.55±0.04 ^{ab}	0.29±0.02 ^c	0.52±0.00 ^d
	3 min	3.19	91.94±0.13 ^a	0.51±0.03 ^b	0.32±0.03 ^{bc}	0.42±0.01 ^c
Steaming	2 min	2.99	92.24±0.34 ^a	0.54±0.01 ^{ab}	0.33±0.01 ^{bc}	0.53±0.01 ^d
	3 min	3.19	91.94±0.18 ^a	0.53±0.01 ^{ab}	0.35±0.01 ^b	0.53±0.02 ^d
Stir-frying	20 sec	2.99	91.13±0.51 ^b	0.56±0.03 ^a	0.93±0.04 ^a	0.59±0.01 ^c
	70 sec	2.80	89.81±0.03 ^c	0.55±0.02 ^{ab}	0.95±0.02 ^a	0.62±0.01 ^b

¹⁾Each value is mean±SD (n=3).

²⁾Values with different letters in the same column are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

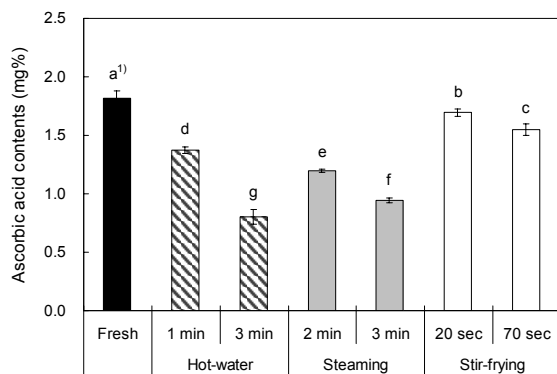


Fig. 5. Quantitative changes of ascorbic acid in carrot by different pre-thermal treatments. ¹⁾Values with different letters above the bars are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range tests.

였다. Hwang 등(10)의 조리방법에 따른 고추의 비타민 C 함량을 분석한 결과 boiling, 과열증기, 볶음, roasting 순으로 감소량이 많았고, 조리시간이 길어질수록 비타민 C 함량은 감소하는 경향을 보였다. 또한 많은 연구에서 블렌칭 처리 후 비타민 C 함량은 감소하는 것으로 보고하였다(12,13, 21,22). 비타민 C는 열에 민감한 수용성 물질로 블렌칭 처리 시 가열에 의한 파괴와 조직의 연화에 따른 조리수로의 용출에 의해 당근의 비타민 C 함량이 감소한 것으로 생각된다.

유리당 함량 분석

열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 당근의 유리당 함량 변화를 분석한 결과는 Fig. 6과 같다. 당근의 주요 유리당으로 fructose, glucose 및 sucrose가 검출되었으며, 생당근에서는 각각의 당 함량이 0.98, 1.94 및 4.43%였다. 블렌칭 처리 후 당근의 fructose, glucose 및 sucrose 함량은 각각 0.51~0.79, 0.90~1.66 및 2.41~3.83% 범위로 유의적으로($P<0.05$) 감소하였다. 열수침지 처리 시 fructose, glucose 및 sucrose 함량은 각각 0.51~0.65, 0.90~1.24 및 2.41~3.43%로 처리 시간이 길어질수록 감소하였다. 과열증기 처리 시 fructose, glucose 및 sucrose 함량은 각각 0.71~0.71, 1.52~1.53 및 3.29~3.34%로, 볶음 처리의 경우 각각 0.72~0.79, 1.65~1.66 및 3.56~3.83%로

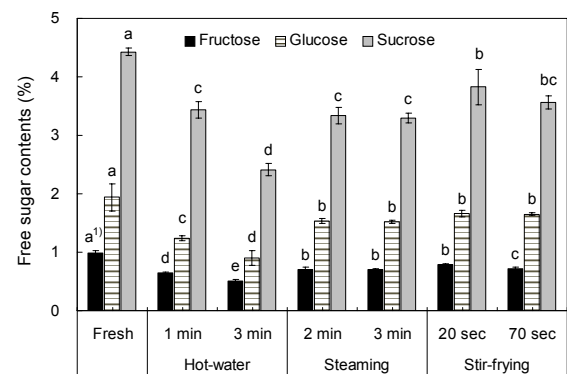


Fig. 6. Quantitative changes of free sugar in carrot by different pre-thermal treatments. ¹⁾Values with different letters above the bars among same free sugar are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range tests.

처리 시간에 따른 유리당 함량 차이는 적었다. 블렌칭 방법별 유리당 함량은 열수침지, 과열증기, 볶음 처리 순으로 감소량이 컸으며, 특히 열수침지 처리 시 감소량이 큰 것으로 나타났다. 이는 열수침지 처리 중 수용성 물질인 유리당이 조리수로 다량 용출되어 나타난 결과로 생각된다(13).

유기산 함량 분석

열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 당근의 유기산 함량을 분석한 결과는 Fig. 7과 같다. 당근의 유기산으로는 oxalic acid, malic acid, succinic acid 및 fumaric acid가 검출되었고, 그중 malic acid와 succinic acid가 당근의 주된 유기산으로 나타났다. 생당근의 oxalic acid, malic acid, succinic acid 및 fumaric acid 함량은 각각 4.82, 108.93, 98.54 및 12.52 mg%였고, 블렌칭 처리 후 각각의 유기산 함량은 2.66~4.48, 61.39~90.44, 27.86~94.19 및 0.79~8.46 mg% 범위로 유의적으로($P<0.05$) 감소하였다. 열수침지 처리 시 succinic acid는 검출되지 않았고, oxalic acid, malic acid 및 fumaric acid 함량은 각각 2.66~4.27, 61.39~79.97 및 0.79~1.07 mg%로 처리 시간에 따라 감소하는 경향을 보였다. 과열증기 처리 시 oxalic acid, malic acid, succinic acid 및 fumaric acid 함량은 각각 3.77~3.78, 87.16~94.81, 0~27.86 및 1.05~1.06 mg%로, 볶음 처

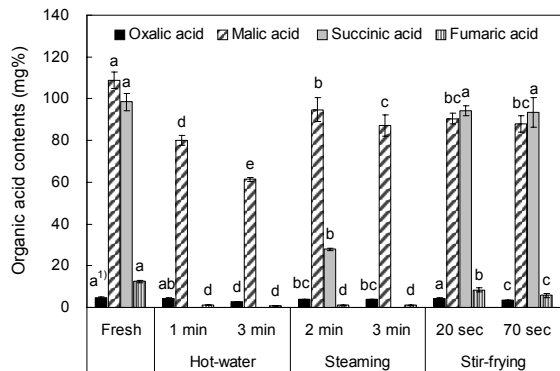


Fig. 7. Quantitative changes of organic acid in carrot by different pre-thermal treatments. ¹⁾Values with different letters above the bars among same organic acid are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range tests.

리 시 각각의 유기산 함량은 3.47~4.48, 87.98~90.44, 93.50~94.19 및 5.79~8.46 mg%로 처리 시간에 따라 malic acid와 succinic acid 함량은 감소하였고, oxalic acid와 fumaric acid 함량 차이는 적었다. 블렌칭 방법에 따른 유기산 함량은 열수침지, 과열증기, 볶음 처리 순으로 감소량이 많았으며, succinic acid와 fumaric acid 함량은 블렌칭 처리 후 감소량이 큰 것으로 나타났다. Kim 등(12)의 연구에서는 전처리에 의한 햇순나물의 유기산 함량을 분석한 결과 전처리 후 감소하는 것으로 보고하였고, Lee와 Jung (13)의 연구에서도 세발나물의 유기산은 전처리에 의해 감소한다고 보고하였다. 이는 전처리 과정 중 열에 의해 유기산이 휘발되거나 조리수로의 용출로 인해 유기산 함량이 감소하는 것으로 생각된다(12,13).

Peroxidase activity

Peroxidase는 과채류에 광범위하게 존재하는 갈변효소로서 식품의 변색, 향미 손상, 영양소 파괴를 일으키므로 일반적으로 효소로 인한 품질변화를 막기 위해 동결 전 가열처리를 실시하여 효소의 활성을 실활시킨다(15). 열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 당근의 peroxidase activity를 분석한 결과는 Fig. 8과 같다. 블렌칭에 따른 peroxidase 불활성화율은 열수침지 1, 3분 처리하였을 때 각각 74.44% 및 83.56%였고, 과열증기 2, 3분 처리하였을 때 각각 74.19% 및 81.92%였으며, 볶음 20, 70초 처리 후에는 각각 25.80% 및 72.70%로 나타났다($P < 0.05$). 열수침지, 과열증

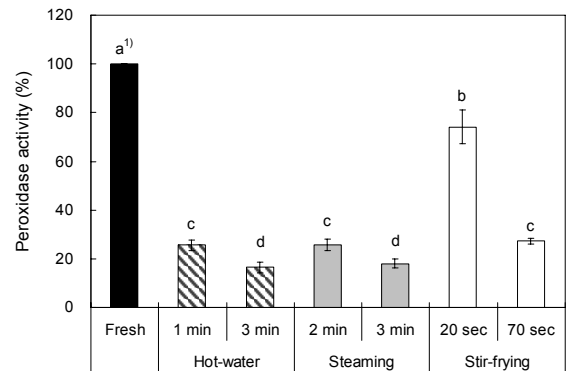


Fig. 8. Effects of different pre-thermal treatments on the peroxidase activity in carrots. ¹⁾Values with different letters above the bars are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range tests.

기 처리가 볶음 처리에 비해 효과적으로 peroxidase 효소를 불활성화시켰으며, 전처리 시간이 길어질수록 불활성화 효과는 큰 것으로 나타났다.

관능검사

당근의 관능검사 결과는 다음 Table 2와 같다. 관능평가는 전체적으로 과열증기 처리의 시료가 높은 선호도를 나타냈다. 최적 선별조건에서 볶음 처리는 제외하고 진행하였고, 각각 전처리에서 경도가 변하는 지점인 1분 열수침지 처리와 2분 과열증기 처리된 샘플을 선택하였고, 3분 이상 처리 시에는 외관상품성이 떨어지기 때문에 두 전처리 조건에서 3분 처리한 시료를 공통적으로 비교 대상으로 삼았다. 외관상에서 다른 시료와 식별이 가능하므로 배제하고 열수침지 및 과열증기 처리 시료만 관능검사 시료로 사용하였다. 그 중에서 과열증기 처리가 열수침지 처리한 시료보다 외관이 나 단맛, 쓴맛, 당근 고유의 향, 단단한 정도, 아삭함 정도 등 모든 평가 항목에서 높은 선호도를 나타냈다. 과열증기 2분 처리한 시료는 모든 항목에서 유의적으로 가장 우수한 것으로 평가되었다($P < 0.05$). 과열증기 3분 처리 시료도 외관을 제외한 항목에서 높은 점수를 받으며 열수침지 처리보다 전반적으로 높은 선호도를 보였는데, Jung 등(23)은 데치기 온도에 따른 관능검사를 실시하였을 때 색상과 향 등에서 100°C 처리가 가장 우수하다고 보고하였는데 비슷한 결과를 나타냈다.

Table 2. Effects of different pre-thermal treatments on sensory properties of carrots

Cooking methods	Appearance	Shrink	Sweetness	Bitterness	Carrot flavor	Cooked flavor	Hardness	Crispness
Hot-water	1 min	3.00±0.82 ^{a1)}	2.00±0.97 ^b	2.44±1.26 ^a	2.81±0.98 ^a	2.31±1.01 ^{ab}	2.44±1.09 ^a	2.07±0.93 ^b
	3 min	2.38±1.36 ^{ab}	2.25±1.18 ^{ab}	2.56±1.03 ^a	2.13±1.20 ^a	1.75±0.77 ^b	2.81±1.11 ^a	1.13±0.48 ^c
Steaming	2 min	2.69±1.08 ^{ab}	2.88±0.96 ^a	2.50±1.32 ^a	2.31±1.20 ^b	2.88±1.09 ^a	2.56±1.03 ^a	3.38±0.89 ^a
	3 min	1.94±1.00 ^b	2.88±1.20 ^a	2.50±0.97 ^a	2.75±1.06 ^a	3.06±1.18 ^a	2.19±1.28 ^a	3.31±0.60 ^a

¹⁾Values with different letters in the same column are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

요 약

본 연구는 당근을 열처리법 중에서 열수침지, 과열증기 및 볶음 처리에 따른 이화학적 및 영양학적 특성을 분석한 논문으로 열처리가 당근에 미치는 영향을 비교하고자 하였다. 상품을 구매할 때 1차적인 구매요소인 색도 및 경도 측정과 추가적으로 pH와 조직 관찰 결과로 최적 조건 선정 후 영양학적 및 관능검사를 실시하였다. 열처리를 하지 않은 대조구에 비해 짧은 시간의 열처리에서는 더 진하고 선명한 색을 띠었으나, 장시간 동안 처리한 열처리 시료는 색의 침착을 보였다. 원물과의 색은 열처리 후 차이를 나타냈지만 열수 및 과열증기 2분 처리까지가 원물과 가장 유사한 색을 나타냈으며, 경도는 열처리 시간에 따라 감소 경향을 나타냈고 볶음 처리는 짧은 시간으로도 물성이 연화됐으며, 열수침지 및 과열증기 처리는 2분까지 원물에 가까운 경도를 유지했으나 처리 시간이 길어질수록 경도가 확실히 감소하였다. 비타민, 유리당 및 유기산의 경우 열수침지 처리에서 가장 큰 손실을 보였고, 과열증기, 볶음 처리 순으로 손실된 결과를 보였다. 특히 유기산에서 succinic acid는 열수침지 처리 시 큰 손실률을 보이며 감소된 결과를 나타냈다. Peroxidase activity 변화는 열수침지 및 과열증기 처리에서 볶음 처리보다 높은 불활성화를 보였다. 당근의 열처리 조건은 과열증기 처리법으로 2분 동안 처리하는 것이 다른 처리법에서 처리한 시간들에 비해 최적으로 나타났다. 식품마다 열처리 방법 별 각각의 최적 처리 시간을 가지고 있어, 높은 효율성이나 산업적으로 이용하려면 최적의 전처리 방법과 처리 시간을 산정하는 것이 중요하다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구비 지원(과제번호 PJ009440)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Yoo JK, Lee JH, Cho HY, Kim JG. 2013. Change of antioxidant activities in carrots (*Daucus carota* var. *sativa*) with enzyme treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 262-267.
2. Shin MO, Bae SJ. 2001. The effect of *Dacus carota* L. extracts on the fluidity of phospholipid liposomes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 646-650.
3. Kim YH. 2004. Texture changes in some vegetables with heat treatment. *MS Thesis*. Inje University, Gimhae, Korea.
4. Kim YH, Lee DS, Kim JC. 2004. Effect of blanching on textural properties of refrigerated and reheated vegetables. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 911-916.
5. Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. 2011. Quality characteristics of vegetables by different steam treatments. *Korean J Food & Nutr* 24: 464-470.
6. Park NY, Jeong YJ, Kwon JH. 2007. Change in flavor compounds of *Polygonatum odoratum* root during roasting. *Korean J Food Sci Technol* 39: 99-103.
7. Lee JH. 2009. Effects of steam-thermal processing on the food cooking quality. *MS Thesis*. Ewha Womans University, Seoul, Korea.
8. Sila DN, Smout C, Vu ST, Loey AV, Hendrickx M. 2005. Influence of pretreatment conditions on the texture and cell wall components of carrots during thermal processing. *J Food Sci* 70: E85-E91.
9. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 8-35.
10. Hwang IG, Shin YJ, Lee S, Lee J, Yoo SM. 2012. Effect of different cooking methods on the antioxidant properties of red pepper (*Capsicum annuum* L.). *Prev Nutr Food Sci* 17: 286-292.
11. Hwang IG, Kim HY, Lee J, Kim HR, Cho MC, Ko IB, Yoo SM. 2011. Quality characteristics of Cheongyang pepper (*Capsicum annuum* L.) according to cultivation region. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1340-1346.
12. Kim MH, Jang HL, Yoon KY. 2012. Changes in physicochemical properties of *Haetsum* vegetables by blanching. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 647-654.
13. Lee JJ, Jung HO. 2012. Changes in physicochemical properties of *Spergularia marina Griseb* by blanching. *Korean J Food Preserv* 19: 866-872.
14. Lee KS, Park KH, Lee SH, Choe EO, Lee HG. 2003. The quality properties of dried carrots as affected by blanching and drying methods during storage. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1086-1092.
15. Lee HO, Lee YJ, Kim JY, Yoon DH, Kim BS. 2011. Quality characteristics of frozen welsh onion (*Allium fistulosum* L.) according to various blanching treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol* 43: 426-431.
16. Korea Food Information Institute. 2013. Professional partner of food industry. Daejeon, Korea. p 21.
17. Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EY. 2012. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Korean J Culinary Res* 18: 40-53.
18. Lee HG, Lee KS, Lee SH, Choe EO, Park KW. 2001. Characterization of pectinolytic enzyme and blanching condition of raw carrots. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 228-233.
19. Lee HO, Kim JY, Kim GH, Kim BS. 2012. Quality characteristics of frozen *Aster scaber* according to various blanching treatment conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 246-253.
20. Rhee HS. 1995. The measurement methods of the textural characteristics of fermented vegetables. *Korean J Soc Food Sci* 11: 83-91.
21. Chung HM, Lee GJ. 1989. The effects of blanching temperature and cooking methods on the changes in vitamin C of potato. *Korean J Food Sci Technol* 21: 788-794.
22. Somsu W, Kongkachuichai R, Sungpuag P, Charoensiri R. 2008. Effects of three conventional cooking methods on vitamin C, tannin, myo-inositol phosphates contents in selected Thai vegetables. *J Food Compos Anal* 21: 187-197.
23. Jung JY, Lim JH, Jeong EH, Kim BS, Jeong MC. 2007. Effects of blanching conditions and salt concentrations on the quality properties of *Aster scaber*. *Korean J Food Preserv* 14: 584-590.