



전처리 조건에 따른 당근의 품질특성과 항산화 활성

최진희¹ · 추지혜¹ · 류혜숙^{2,*}

¹공주대학교 의식상품학과, ²상지대학교 식품영양학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Carrots Based on Pretreatment Conditions

Jin-Hee Choi¹, Ji-Hye Chu¹, Hye-Sook Ryu^{2,*}

¹Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University

²Department of Food and Nutrition, College of Health Sciences, Sangji University

Abstract

This study was undertaken to examine the quality characteristics of nonblanched carrots (CON) and carrots blanched in distilled water, 2% NaCl water and 2% citric acid at 100°C for 3 minutes. This moisture contents of CON was the highest at 85.91%, whereas NT had the lowest moisture at 83.92% ($p < 0.01$). Compared to CON values the L values of pretreatment groups were decreased whereas the b values were increased ($p < 0.001$). A comparison of true retention (TR), revealed that NT had the highest TPC TR 101.04% and TFC TR 91.59% ($p < 0.001$). β -Carotene contents were determined to be higher in NT (1.98 mg/100 g) and CT (1.94 mg/100 g) than in other groups, with highest levels obtained in NT (106.64%) ($p < 0.001$). Examination of the DPPH and ABTS+ radical scavenging activities revealed that the NT group had maximum scavenging activity. The total bacterial count was determined to be 3.37 log CFU/g in the CON, whereas no microorganisms were observed in all the pretreatment groups. Our study indicates that blanching in 2% NaCl water is the most desirable in order to increase the biochemical content and nutrient preservation rate of carrots, and to inhibit the growth of microorganisms.

Key Words: NaCl, citric acid, carrot, pretreatment, true retention

1. 서 론

현대사회는 산업 발전과 고도화에 따른 생활 식습관의 변화로 간편하게 조리하여 섭취할 수 있는 편의식의 공급과 소비가 점차 증가하고 있다(Kim et al. 2019a). 또한 여성의 사회진출과 1인 가구의 증가 등 생활양식의 변화에 따라 가공식품과 편의식품, HMR (Home Meal Replacement) 등이 개발되고 있다(Choi & Ra 2013). 식품가공의 원료로 육류, 어류, 채소류 등이 다양하게 활용되는데, 그 중 채소류는 대부분 polyphenol oxidase, peroxidase 등 다양한 산화 효소 군을 함유하고 있어 신선한 상태에서의 보존이 용이하지 않아 상품으로써 활용하기 위하여 전처리와 같은 가공이 필요하다(Taranto et al. 2017).

식품은 대부분 가열이나 냉동 등의 다양한 처리, 가공, 저장 등의 방법을 활용하여 품질 보존이나 상품 가치의 향상을 위한 전처리 공정을 거치게 된다. 이 과정을 거치지 않으면 식품의 산패 및 미생물 성장에 의한 부패, 갈변을 유발하

는 효소 등에 의해 식품으로서 가치가 하락하는 여러 문제점이 발생하게 된다(Kim et al. 2014). 채소류의 상품성 손실을 최소화하기 위한 열처리를 블랜칭이라 하는데, 이러한 가공기술은 농산물의 노화 억제와 저온장해를 완화시키고, 살균효과까지 있어 채소류 수확 후 저장 전처리 기술로 많이 이용된다(Kang et al. 2003). 그리고 polyphenol oxidase, pectinesterase 등의 효소활성을 억제하여 저장 시 갈변 등의 품질 저하를 최소화하여 기능성과 기호성을 보존할 수 있다(Cano et al. 1997). 가열시 채소류는 열에 민감하고 불안정한 영양소들의 파괴가 발생하기도 하지만 일부 생리활성물질의 체내 이용도를 향상시키고, 가수분해를 촉진시켜 긍정적인 영향을 주기도 한다. 또한 가열은 미생물 번식이 억제 가능한 환경으로 조성되기도 한다고 보고되었다(Den et al. 2018).

당근(*Daucus carota L.*)은 산형화목 미나리과의 두해살이 풀로 우리나라 사람들이 많이 섭취하는 채소 중 하나이며, 재배가 용이하고 토지 대비 수확 양이 많아 생식 뿐만 아니

*Corresponding author: Hye-Sook Ryu, Department of Food and Nutrition, College of Health Sciences, Sangji University, Wonju 26339, Korea
Tel: +82-33-738-7641 Fax: +82-33-730-0186 E-mail: rhs7420@sangji.ac.kr

라 가공용으로도 많이 사용되고 있다(Encalada et al. 2019). 또한, 식이섬유가 풍부하고 비타민 A, C, E 등과 α-carotene, β-carotene, lutein과 같은 카로티노이드의 특징인 provitamin A를 함유하고 있어(Ha et al. 2009), 항암 효과 및 항산화와 성인병 예방 등의 효능을 가지고 있다고 알려져 있다(Lee & Chung 2020). 하지만 당근과 같은 대부분의 채소류는 열처리 공정에 의하여 영양학적 및 물리화학적 품질 저하로 인하여 상품의 가치를 하락시키기 때문에 조리 혹은 전처리 등으로 인한 품질 저하를 최소화하기 위한 최적의 가공법을 확립해야한다(Arroqui et al. 2001). 따라서 저장 방법과 가공 이용법 등에 대한 연구가 요구된다.

농무성(USDA)에서는 조리나 가공으로 인하여 증감하는 식품영양성분의 함량 변화를 표시하는 방법으로 True retention (TR, 영양소 보존율)을 사용하는데, TR이란 조리 후 식품 영양성분의 함량 변화뿐만 아니라 식품의 중량 변화를 함께 생각한 것으로서 조리된 식품에 함유되어있는 영양성분의 보존율을 계산하여 제시하는 것이다(Lee et al. 2018). 전처리와 관련된 선행연구로는 전처리 근채류의 저장 중 품질평가(Kwak et al. 2012), 전처리 조건을 달리한 당근의 이화학 및 영양학적 특성 분석 연구(Kim et al. 2014), 전처리에 따른 방울양배추의 연구(Hwang 2019), 전처리에 따른 등근 마의 품질특성(Seong et al. 2017), 전처리 후 고구마의 항산화 활성 연구(Kim et al. 2019b) 등이 보고되었다. 하지만 대부분의 연구에서 생리활성물질과 항산화 활성 및 품질특성만 비교하였으며, TR을 적용시켜 비교한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 당근의 다양한 전처리 조건에 따른 생리활성물질, 항산화 활성 및 품질특성을 TR에 적용시켜 비교, 분석하여 가공식품 및 편의식품의 개발과 관련된 전처리 조건과 가공기술에 대한 기초자료로 제시하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 실험재료

당근은 2021년 5월 예산군 농협 마트(Yesna, Korea)에서 구매하여 시료로 사용하였다. NaCl (CJ cheiljedang, Sinan, Korea)도 농협 마트에서 구매하였고, citric acid (Jungbunzlauer, pernhofen, Austria)는 (주)대한제당 사이트를 이용하여 구입하였다.

2. 전처리

70% 알실로 유지한 후 전처리 실험을 진행하였다. 전처리 조건은 Park et al. (2015)의 전처리 연구를 참고한 후, 예비 실험을 통해 설정하였다<Table 1>. 당근은 실험 전 2회 세척하여 가식 부분을 직육면체 모양(2×2×1 cm³)으로 절단하여 사용하였다. 대조군(CON)으로는 전처리하지 않은 당근을 선정하였고, 전처리 그룹은 water treatment (WT, 증류수),

<Table 1> Composition of treatment for various pretreatments methods of carrot

Sample	Treatment
Carrot	CON Non treatment
	WT water treatment 3 min (100°C)
	CT citric acid 2%+water treatment 3 min (100°C)
	NT NaCl 2%+water treatment 3 min (100°C)

¹⁾CON: non-treatment Carrot, WT: Carrot Water treatment 3 min, CT: Carrot Citric Acid treatment 3 min, NT: Carrot NaCl treatment 3 min.

²⁾Treatment sample were (200 g carrot, 2,000 ml water) with the ratio of 1:10

citric acid treatment (CT, 2%), NaCl treatment (NT, 2%)로 각각 처리하였다. 예열(100°C)하여 유지한 조리수에 당근 200 g의 10배인 2,000 mL의 물을 사용하여 3분간 전처리하였다. 전처리한 시료는 1시간 동안 실온에서 방랭(25°C) 후 당근의 품질변화와 항산화 활성을 관찰하였다.

3. 가열감량 및 수분함량 측정

가열감량은 Choi et al. (2021b)에 따라 측정하였다. 전처리한 당근을 1시간 동안 방랭 후, 가열 전과 후의 중량 차를 아래의 수식을 사용하여 백분율(%)로 계산하였다. 수분함량은 당근을 적외선 수분 측정법으로 105°C의 수분측정기(MJ-33, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)로 측정하였고, 전처리한 당근을 잘게 썰어 사용하였다. 실험은 총 10회 반복하여 얻은 평균값±표준편차로 나타내었다.

가열감량(%)

$$= \left(\frac{\text{전처리 전 당근 무게} - \text{전처리 후 당근 무게}}{\text{전처리 전 당근 무게}} \right) \times 100$$

4. pH 측정

당근 5 g에 45 mL의 증류수를 첨가하여 교반한 후 여과(Whatman No. 2)시킨 시료를 pH meter (Corning 340, Mettler Toledo, Burrington, UK)로 측정하였다. pH는 각각 5회 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

5. 색도 측정

색도는 당근의 절단면을 colormeter (CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)로 측정하였으며, L값(lightness), a값(+red/-green), b값(+yellow/-blue)으로 나타내었다. 표준 백색 판은 L=94.64, a=-0.42, b=4.12이었으며, 각 실험은 20회 반복하여 얻은 평균값±표준편차로 나타내었다.

6. 페놀 화합물 및 항산화 활성 분석

1) 시료액 조제

당근 10 g에 90 mL의 70% ethanol을 첨가하여 실온에서

120 rpm의 shaking incubator (SI-900R, Jeio Tech, Kimpo, Korea)로 24시간 동안 추출하였다. 추출액을 희석하여 시료액으로 사용하였다.

2) 총 폴리페놀 함량 측정

Swain & Hillis (1959)의 방법에 준하여 총 폴리페놀 함량을 측정하였다. 시료액 150 µL에 2400 µL의 증류수와 150 µL의 2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 넣고, 교반한 것을 암소에서 3분간 방치 후 300 µL NaCO₃ (1 N sodium carbonate)를 가하여 암소에서 1시간 동안 반응시켰다. 흡광도는 spectrophotometer (DU-800, beckman coulter Inc., Seoul, Korea)로 725 nm의 파장에서 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)로 검량선 산출 후 표준곡선을 작성하였다. 총 폴리페놀 함량은 시료 100 g 당 gallic acid equivalents (mg GAE/100 g)로 표시하였고, 실험은 총 3회 반복하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

3) 총 플라보노이드 함량 측정

Davis 방법에서 변형된 Um & Kim (2007)에 따라 총 플라보노이드 함량을 측정하였다. 시료액 1 mL에 1 N NaOH 1 mL와 90% diethyenglycol 10 mL를 가한 후, water bath (SB-1200, Eyela, Siheung, Korea)에서 1시간 동안 37°C로 방치하였다. 흡광도는 분광광도계를 사용하여 420 nm의 파장에서 측정하였으며, 표준물질로는 quercetin (Sigma Chemical Co.)으로 검량선 산출 후 표준곡선을 작성하였다. 총 플라보노이드 함량은 100 g의 시료 당 quercetin equivalents (mg QE/100 g)로 표시하였고, 실험은 총 3회 반복하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

4) β-carotene

Choi et al. (2021b)에 따라 β-carotene 함량을 측정하였다. 100 mL 갈색 플라스크에 20 mg의 β-carotene을 넣고, 사이클로헥산을 사용하여 완전히 녹인 후 에탄올로 희석하여 표준용액으로 사용하였다(200 µg/mL). 원심 분리관에 β-carotene 약 100-200 µg에 해당하는 시료를 넣은 후, 10 mL의 3% pyrogallol 에탄올 용액과 1 mL의 60% 수산화칼륨 용액을 첨가한 후 70°C에서 30분간 담궈, 진탕 시켰다. 이를 검화시킨 다음 찬물에 냉각하고 1% NaCl 용액 22.5 mL를 헥산과 초산에틸(9:1) 혼합용액 15 mL에 가하였다. 용액을 10분간 진탕 시킨 후 2,000 rpm으로 5분간 원심 분리하여 상층은 갈색 플라스크로 옮긴 후, 남은 하층에 15 mL의 헥산:초산에틸(9:1) 혼합용액을 가하여 2회 반복 추출 후 상층액을 합하여 감압 농축한 뒤, 이것을 50 mL의 에탄올에 녹여 시험 용액으로 사용하였다.

β-carotene content (mg/g)

$$\frac{\text{최종용량(mL)} \times \text{희석배수} \times \text{검량선에서 계산된 수치(mg/mL)}}{\text{시료무게(g)}} \times 0.001$$

5) Lutein

Choi et al. (2021b)에 따라 Lutein 함량을 측정하였다. 표준용액은 30 mg의 5%, 10% Lutein, 15 mg의 15% Lutein을 70 mg의 Lutein 제품과 함께 원심 분리하여 15 mL 증류수를 가한 후 30분간 초음파 처리 후, 정용 피펫으로 30 mL의 에틸아세테이트를 첨가하여 제조하였다. 원심분리관에 염화나트륨 3 g을 가하여 상층액은 주황색 그리고 하층액은 옅은 노랑색 또는 무색이 되도록 2,000 rpm으로 5분간 원심 분리하였다. 정용 플라스크 50 mL에 에탄올 25 mL로 분리한 상층액 1 mL을 가한 뒤, 에탄올을 첨가하여 희석 후 20초간 혼합하였으며 대조군으로 에탄올을 사용하여 446 nm로 흡광도를 측정하였다. 갈색 HPLC 바이얼에 상층액 250 µL를 취한 후 질소가스로 완전히 건조하고 1 mL의 이동상을 넣어 30초간 초음파 처리 후 액체크로마토그래피로 분석하였다.

6) DPPH 라디칼 소거 활성 측정

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazy) radical 소거 활성은 Lee et al. (2007)에 준하여 측정 후 비교, 분석하였다. 4 mL의 시료액에 1 mL의 DPPH solution을 가하여 교반한 것을 암실에서 30분간 반응시킨 뒤, 517 nm로 흡광도를 측정하였다. 소거 활성은 다음 식에 따라 계산되었다. 실험은 총 3회 반복하여 DPPH 라디칼 소거 활성을 평균값±표준편차로 나타내었다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거 활성} = \left(1 - \frac{\text{O.D.}}{\text{control}}\right) \times 100$$

7) ABTS⁺ 라디칼 소거 활성 측정

ABTS⁺ 소거 활성은 Siddhuraju & Becker (2007)의 방법을 참고하여 측정하였다. ABTS⁺ 시약을 D.W.를 사용하여 7.0 mM의 농도로 용해하고, potassium persulfate 시약을 D.W.를 사용하여 2.45 mM로 용해 한 후 둘을 섞어서 24시간 동안 암소에서 방치하여 ABTS⁺ 용액으로 사용하였다. 라디칼이 형성된 ABTS⁺ 용액을 ethanol로 희석한 후, 734 nm의 흡광도에서 0.70±0.02로 맞춰 ABTS⁺ Solution을 제조하여 실험을 진행하였다. ABTS⁺ 소거 활성은 100 µL 시료액에 900 µL ABTS⁺ Solution을 가하여 6분동안 1분 간격으로 흡광도를 측정하여 나타난 흡광도의 값을 결과에 반영하였다. 대조군은 시료액 대신 에탄올에 가하여 측정하였고,

ABTS⁺ radical 소거 활성은 총 3회 반복 측정하여 평균값± 표준편차로 나타내었다.

8) Percentage variation

실온에서 전처리 시료를 1시간 동안 방랭 한 뒤 가열 전과 후의 영양소 함량을 아래의 수식으로 계산 후 백분율(%)로 표시하였다.

$$\text{Percentage variation (\%)} = \frac{A^1 - B^2}{B} \times 100$$

¹⁾A=Nutrient content per 100 g of carrots after pretreatment

²⁾B=Nutrient content per 100 g of carrots before pretreatment

9) True retention

True retention은 전처리 전후의 당근 100 g 당 영양소 함량을 측정하여 아래의 수식에 대입한 후 계산하였다.

$$\text{True retention (\%)} = \frac{A^1 - B^2}{C^3 - D^4} \times 100$$

¹⁾A=g carrots after pretreatment

²⁾B=Nutrient content per 100 g of carrots after pretreatment

³⁾C=g carrots before pretreatment

⁴⁾D=Nutrient content per 100 g of carrots before pretreatment

7. 총균수 측정

Kang et al. (2013)의 방법을 참고하여 총균수를 측정하였다. Autoclave (BF-60AC, Bio free Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 121°C로 15분간 멸균한 핀셋과 칼을 이용하여 무균 채취한 당근 시료 10 g에 멸균된 생리식염수(0.85%) 90 mL를 가하여 멸균 stomacher bag (B01195WA, Zefon International Co., Ltd., Florida, USA)에 넣은 뒤, stomacher (HG400V, Mayo International SR., MI, Italy)로 균질화 한 후, 멸균 생리식염수로 단계 희석하여 측정하였다. 3M

Petrifilm 배지(3M Co., St. Paul, MN,USA)에 1 mL의 희석액을 가하여 36±1°C의 incubator에서 48시간 동안 배양 후 colony 균체를 계수하여 log CFU/g로 나타내었다.

8. 통계처리

실험의 모든 결과는 통계분석용 프로그램인 SPSS Statistics (Ver 25.0, SPSS Institute Inc., IBM Corp, Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 일원 배치 분산분석(ANOVA) 검정을 수행하여, p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 사용하여 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 전처리 조건에 따른 당근의 가열감량 및 수분함량

전처리 조건에 따른 당근의 가열감량 및 수분함량의 측정 결과를 <Table 2>에 제시하였다. 당근의 가열감량은 NT군이 10.78%로, CT군이 10.46%, WT군은 10.23%로 측정되었고 모든 전처리군에선 유의적인 차이를 보이지 않았다. 조리 후 중량 감소의 비율을 나타내는 지표를 가열감량이라고 하는데, Lee & Chung (2020)은 조리 시 중량의 감소로 인하여 채소의 부피가 줄어들어 보수력이 감소할 수 있다고 보고하였다. 또한, 당근을 3분간 전처리하였을 때 가열감량이 8%로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 당근의 수분함량은 무처리 대조군인 CON이 85.91%로 가장 높았고 CT, WT, NT가 각각 84.61, 83.94, 83.92%로 측정되었다 (p<0.01). 수분함량의 감소가 나타나게 된 이유는 전처리 시 고온으로 인한 세포 조직 붕괴로 인한 수분 손실이 영향을 미쳤을 것이라고 사료된다(Molina et al. 2011). Lee & Chung (2020)의 연구에 따르면 근채류인 당근을 가열하면 조직이 수축하면서 수분이 유출되어, 수분함량이 감소하는 결과가 나타났다고 보고하였다. Shin et al. (2012)의 단호박을 전처리한 연구에서도 전처리 온도가 높아질수록 수분함량이 감소하는 경향을 나타내어 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

<Table 2> Qualities characteristics different pretreatments of carrot

Sample	Quality characteristics					
	Cooking	Moisture	pH	Color values		
	loss (%)	contents (%)		L	a	b
CON	-	85.91±0.43 ^a	6.35±0.04 ^a	58.02±2.16 ^a	30.76±3.61 ^a	41.47±4.42 ^b
WT	10.23±0.44	83.94±0.88 ^b	6.25±0.03 ^b	53.67±1.91 ^b	26.26±4.29 ^b	45.34±2.66 ^a
CT	10.46±1.53	84.61±0.49 ^b	3.67±0.06 ^d	53.58±1.55 ^b	26.66±4.98 ^b	46.57±3.62 ^a
NT	10.78±1.53	83.92±0.41 ^b	5.96±0.01 ^c	52.91±1.52 ^b	24.10±2.92 ^b	45.13±2.47 ^a
F-value	0.139 ^{NS3)}	7.635 ^{**}	4870.029 ^{***}	30.026 ^{***}	9.147 ^{***}	7.387 ^{***}

¹⁾CON: non-treatment Carrot, WT: Carrot Water treatment 3 min, CT: Carrot Citric Acid treatment 3 min, NT: Carrot NaCl treatment 3 min.

²⁾All values are mean±SD.

^{3)a-d}Values with different letter within a column suggest significant difference by Duncan's multiple range test (p<0.05).

⁴⁾NS: not significant.

⁵⁾**p<0.01, ***p<0.001.

2. 전처리 조건에 따른 당근의 pH 및 색도

전처리 조건에 따른 당근의 pH 및 색도 측정 결과를 <Table 2>에 나타내었다. 당근의 pH는 CT가 3.67로 가장 낮은 값을 나타내었고, NT와 WT는 각각 5.96, 6.25로 측정되어 6.35를 나타낸 CON보다 낮게 측정되었다($p<0.001$). Rahman et al. (2011)의 당근 전처리 연구에서도 물로 처리한 당근보다 citric acid로 처리한 당근의 pH가 낮게 나타나 본 연구와 유사한 결과를 제시하였다. 당근의 색도를 측정된 결과, 명도를 나타내는 L값은 무처리 대조군인 CON이 58.02로 가장 높았고, 전처리군이 52.91-53.67로 대조군에 비해 낮게 측정되었으나 처리군 간의 유의적인 차이는 없었다($p<0.001$). 적색도를 나타내는 a값(+red/-gree)은 CON군이 30.76으로 가장 높은 a값을 나타내었고 전처리군이 24.10-26.66으로 CON에 비해 낮은 결과를 보였지만 처리군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p<0.001$). 황색도를 나타내는 b값(+yellow/-blue)은 CON이 41.47로 가장 높은 값을 나타내었고 전처리군이 45.13-46.57로 CON군에 비하여 높은 값을 나타내었지만 처리군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p<0.001$). CON군과 비교하여 전처리한 당근의 L값이 대략 4.4-5.1, a값이 대략 4.1-6.7 정도로 감소하였고, b값은 대략 3.7-5.1 정도 증가한 것으로 보아 전처리가 당근의 lightness와 redness를 감소시키고 yellowness를 증가시킨 것으로 사료된다. 채소류를 전처리하게 되면 본연의 색이 열처리에 의해 변색 될 가능성이 있는데, Shin et al. (2012)의 데치기 연구에서도 온도가 100°C에 달했을 경우 단호박의 L

값, a값은 감소하였고 b값은 증가하였다고 보고하였다. Choi et al. (2021a)의 연구에서도 100°C로 3분간 전처리한 고구마의 L값, a값은 감소, b값은 증가한 것으로 보고해 본 연구 결과와 유사하게 나타내었다. 채소류의 색 변화에 영향을 주는 요인에는 조리용액의 종류와 pH, 채소의 pH, 조리온도와 시간 등이 있다고 보고하였다(Kim et al. 2012). 따라서 본 연구에서도 당근의 색도가 전처리 온도에 의하여 색도 값인 L값과 a값 그리고 b값에 영향을 미쳤다고 사료된다.

3. 전처리 조건에 따른 당근의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 변화

전처리 조건에 따른 당근의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 변화와 영양소 보존율 (TR)을 <Table 3>에 제시하였다. 당근의 총 폴리페놀 함량(TPC)은 전처리군이 18.43-19.26 mg GAE/100 g으로 CON (16.71 mg GAE/100 g)에 비하여 높게 나타났으나, 전처리군 간의 유의적 차이는 나타나지 않았다($p<0.01$). 모든 처리군의 TPC percentage variation은 10.28-15.27%로 NT에서 가장 높게 나타났지만 전처리군에 따른 유의적인 차이는 없었다. 총 폴리페놀의 TR은 99.02-101.04%로 처리군 간의 유의적인 차이 없이 CON와 유사하게 나타났고, 그 중 NT가 101.04%로 CON보다 증가한 것을 알 수 있었다. 당근의 플라보노이드 함량(TFC)은 NT와 CON이 12.09, 11.57 mg QE/100 g, CT와 WT가 8.67, 8.14 mg QE/100 g으로 측정되었다($p<0.001$). TPC와 같이 NT에서 TFC가 가장 높게 나타난 것을 알 수 있었다. 모든

<Table 3> Effect of pretreatment on the total phenolics, β -carotene and lutein content and true retention in carrot

Sample	Total polyphenols content (TPC)			Total flavonoids content (TFC)		
	TPC (mg GAE/100 g)	Percentage variation (%)	True retention (%)	TFC (mg QE/100 g)	Percentage variation (%)	True retention (%)
CON	16.71±1.23 ^a	-	100.00±0.00	11.57±0.60 ^a	-	100.00±0.00
WT	18.43±0.25 ^b	10.28±1.52	99.02±1.37	8.14±0.50 ^b	-29.60±4.34 ^b	62.22±3.90 ^b
CT	18.98±0.44 ^b	11.61±4.99	99.69±2.32	8.67±0.50 ^b	-25.09±4.34 ^b	65.74±3.81 ^b
NT	19.26±0.25 ^b	15.27±1.52	101.04±1.34	12.09±0.35 ^a	4.47±3.01 ^a	91.59±2.64 ^a
F-value	8.601**	2.034NS3)	1.060NS	48.463***	66.016***	60.578***
	β -carotene			Lutein		
	β -carotene (mg/100 g)	Percentage variation (%)	True retention (%)	Lutein (mg/100 g)	Percentage variation (%)	True retention (%)
CON	1.78±0.09 ^b	-	100.00±0.00	ND ⁴⁾	ND	ND
WT	1.67±0.07 ^b	-6.37±3.95 ^a	83.89±3.54 ^c	ND	ND	ND
CT	1.94±0.03 ^a	4.31±2.27 ^b	91.34±1.99 ^b	ND	ND	ND
NT	1.98±0.04 ^a	21.91±2.25 ^c	106.64±1.97 ^a	ND	ND	ND
F-value	16.359***	71.196***	59.574***	ND	ND	ND

¹⁾CON: non-treatment Carrot, WT: Carrot Water treatment 3 min, CT: Carrot Citric Acid treatment 3 min, NT: Carrot NaCl treatment 3 min.

²⁾All values are mean±SD.

^{3)a-c} Values with different letter within a row suggest significant difference by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

⁴⁾NS: not significant.

⁵⁾ND: not detected.

⁶⁾** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

처리군의 TFC percentage variation은 $-29.60-4.47\%$ 로 NT가 WT, CT보다 높게 나타난 것을 알 수 있었다($p<0.001$). 총 플라보노이드의 TR은 NT가 $91.59 \text{ mg QE}/100 \text{ g}$, CT와 WT가 $65.74, 62.22 \text{ mg QE}/100 \text{ g}$ 으로 측정되어 모든 전처리군이 대조군에 비하여 감소하는 값을 보였으나 그 중 NT에서 가장 높은 값이 나왔다($p<0.001$). 채소류에 다량 함유되어 있는 폴리페놀 화합물은 flavonoids, tannins, anthocyanins, catechins, lignans, resveratrols, isoflavones 등을 이야기하며, 폴리페놀의 하이드록실기(-OH)는 많은 화합물과 쉽게 결합할 수 있어 항산화 효과와 항염, 항암 효과가 높다고 보고되었다(Dai & Mumper 2010). 폴리페놀 화합물에 속하는 플라보노이드는 자연계에 넓게 분포하고 있으며 폴리페놀과 같이 채소류에 풍부하게 함유되어 있는 것으로 알려져 있고, 플라보노이드는 활성산소종을 효과적으로 제거해 항산화능이 높은 것으로 알려져 있으며 폴리페놀과 마찬가지로 항암, 항바이러스, 항염증에 효과가 있다고 알려져 있다(Kim et al. 2012). Kim et al. (2008)의 연구에서 총 폴리페놀 함량은 열처리 온도의 증가에 따라 유의적으로 증가하였으며, 이러한 결과가 나타나는 이유로는 단백질과 결합되어 있는 고분자 페놀성화합물이 열처리로 인하여 저분자 페놀성화합물로 전환되었거나, 열처리에 의해 페놀화합물의 결합이 파괴되거나 고온고압상태에서 전과 다른 페놀화합물이 생성될 수 있기 때문이라 사료된다. 또한, 총 폴리페놀 함량의 변화가 나타나는 이유로는 단백질과 결합하고 있는 고분자의 페놀성화합물이 전처리 공정으로 인하여 조직이 파괴되면서, 불용성 성분으로부터 기인한 단백질의 가수분해 등으로 인하여 폴리페놀 성분이 분리되어 총 폴리페놀 함량이 증가하기 때문이라고 제시하였다(Hwang et al. 2011). Yoon et al. (1998)의 연구에서는 NaCl을 사용하여 전처리 공정을 거친 고사리가 증류수로 전처리한 실험군보다 페놀 화합물 함량이 높아졌다고 보고하였으며, Park et al. (2015)은 NaCl을 첨가하여 전처리를 한다면 시료의 생리활성 성분 보호 효과가 있다고 보고하였다. Choi et al. (2021b)의 단호박 전처리 연구에서도 NaCl을 첨가하여 전처리한 단호박의 폴리페놀($11.15 \text{ mg GAE}/100 \text{ g}$)과 플라보노이드($8.82 \text{ mg QE}/100 \text{ g}$)의 함량이 가장 높았다고 보고해 본 연구 결과와 유사하게 제시하였다. 본 연구에서도 NaCl을 첨가하여 전처리 한 NT의 TPC와 TFC가 가장 높은 값을 나타내었다. 따라서 당근에 NaCl을 첨가하여 전처리를 하는 것이 페놀 화합물의 영양소 보존율을 상승시킬 수 있을 것으로 사료된다.

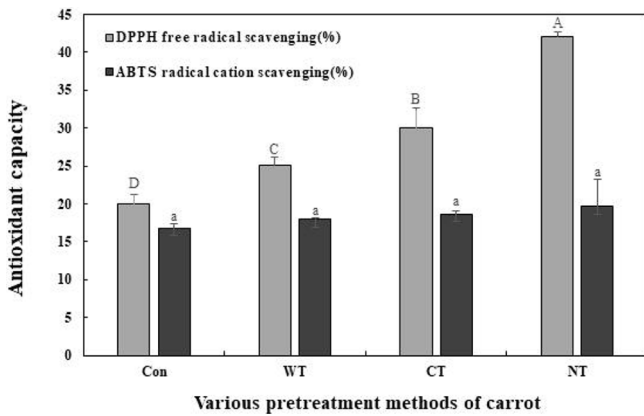
4. 전처리 조건에 따른 당근의 β -carotene 및 Lutein 함량 변화

전처리 조건에 따른 당근의 β -carotene 및 lutein 함량 변화와 영양소보존율(TR)은 <Table 3>에 나타내었다. 전처리 조건에 따른 당근의 β -carotene 함량은 NT가 $1.98 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 으로 가장 높았으며 CT, CON, WT가 각각 $1.94, 1.78, 1.67 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 으로 측정되었다($p<0.001$). 당근의 β -carotene

percentage variation은 $-6.37-21.91\%$ 으로 측정되었고, NT군이 높게 나타난 것을 알 수 있다. Lutein 함량은 미검출되었다. β -carotene의 TR은 NT군이 CON군 보다 높은 값을 나타내었다($p<0.001$). 카로티노이드 계열의 색소인 β -carotene은 항산화 활성이 뛰어난 천연 생리활성 물질이며, 대부분의 식물에서 검출되는데 이는 심장질환 및 성인병 예방, 동맥경화 억제 등 다양한 효능을 나타낸다. 하지만 다량의 이중결합으로 인하여 불안정한 구조로 존재하므로 공기 중의 산소나 광선, 온도 등에 의해 영향을 많이 받으며, 산화 분해되기 쉬운 조건을 가지고 있다(Novikov et al. 2021). 전처리에 의한 β -carotene 함량은 총 폴리페놀 및 플라보노이드와 같이 NT군에서 가장 높았는데, Park et al. (2015)의 연구에선 NaCl을 첨가하여 전처리를 한다면 시료의 생리활성 성분 보호 효과가 있다고 보고하여 NaCl 군에서 β -carotene의 함량이 증가되었다고 사료된다. Agiriga et al. (2015)의 전처리 당근이 β -carotene에 미치는 영향 연구에서도 5%의 NaCl을 첨가한 물에 5분 간 전처리 하였을 때 생 당근의 β -carotene 보다는 약간 감소하는 결과를 보였지만 증류수로 데친 당근의 β -carotene 보다는 높은 함량이 나타났다고 보고하였다. 이는 β -carotene이 다량의 이중결합을 가진 불포화 화합물로서 전처리 공정에서 이성질화나 산화 또는 기타 화학적 변화에 민감하기 때문일 수 있으며, 전처리 공정 중 NaCl을 첨가한다면 삼투압의 증가에 따라 β -carotene의 색소 침출 때문에 함량이 높아졌다고 제시하였다(Tadesse et al. 2015). 따라서 NaCl을 첨가하여 전처리 공정을 진행하는 것은 당근에 함유되어 있는 β -carotene의 손실을 최소화할 수 있는 방법인 것으로 사료된다.

5. 전처리 조건에 따른 당근의 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성

전처리 조건에 따른 당근의 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성은 <Figure 1>에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거 활성을 측정한 결과 CON이 20.04%로 나타났고, 전처리한 시료의 DPPH는 25.14-42.10%로 측정되었으며, CON 당근보다 라디칼 소거 활성이 증가하였다. 전처리군 중 NT가 42.10으로 가장 높은 라디칼 소거 활성을 나타내었다($p<0.001$). ABTS⁺ 라디칼 소거 활성은 CON 16.84%로 측정되었고, 전처리한 시료의 ABTS⁺는 17.97-19.65%로 측정되었다. DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성에는 상관관계가 존재하는 것으로 알려져 있으며, 페놀 화합물의 함량이 높을수록 소거 활성이 증가한다고 알려져 있다(Kim et al. 2019b). 또한, 채소의 항산화 활성은 함유되어 있는 생리활성물질의 종류와 구조, 채소의 절단 방법, 조리온도, 채소에 공존하는 물질과의 동반 상승효과 등에 영향을 받는다고 보고하였다(Jiménez-Monrea et al. 2009). 페놀 화합물은 항산화 활성을 나타내는 대표적인 화합물로 알려져있으며, 본 연구에서 항산화 활성을 측정하였을 때 총 폴리페놀 함량이 높



<Figure 1> DPPH and ABTS⁺ radical scavenging activities of carrot with different pretreatments. Values with different letters (A-D) within DPPH and ABTS⁺ suggest significant difference by Duncan's multiple range test (p<0.05).

은 전처리군에서 항산화 활성도 높아진 결과가 나타난 것을 보아 열처리로 인한 페놀 화합물의 증가로 DPPH와 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성이 증가되었을 것으로 사료된다(Kim et al. 2019b). Beecher (2003)은 플라보노이드가 효과적인 free radical scavenger로써 항산화 효과를 가진다고 보고하였고, Turkmen et al. (2005)의 물을 이용한 식물체의 가열처리가 항산화 활성에 미치는 영향을 연구한 결과 가열처리는 식물체의 결합형 폴리페놀 성분이 유리형으로 전환되면 활성이 증가하면서 항산화 효과가 상승하였다고 보고하였다. 열처리한 채소의 DPPH 라디칼 소거 활성과 항산화 활성의 증가는 항산화 활성을 가진 마이야르 반응 물질인 xylose, lysine MRPs 등이 새로운 화합물의 열처리로 인하여 마이야르 반응이 일어나기 때문이라는 결과를 나타내었다(Makhlouf-Gafsi et al. 2018). 다양하게 생성된 마이야르 반응 물질의 하이드록시기는 항산화 활성에 중요한 영향을 주며, glucose와 fructose 등의 아미노산 마이야르 반응 물질들은 polyphenol oxidase를 막아 free radical scavenger과 밀접한 관련이 있다고 보고되었다(Kim 2007). 3가지 전처리 조건을 달리한 당근의 항산화 활성 비교 결과, 페놀 화합물과 마찬가지로 NaCl을 첨가한 NT에서 가장 높은 항산화 활성을 나타내었다. Park et al. (2015)과 Yoon et al. (1998)은 NaCl의 첨가하여 데친 채소에서 생리활성성분 보호에 효과가 있다는 연구 결과를 나타내었습니다. 본 연구에서도 당근에 NaCl을 첨가하여 전처리하였기 때문에 폴리페놀과 β-carotene이 보호되어, DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성이 다른 전처리 조건과 비교하였을 때 높았다고 사료된다.

6. 전처리 조건에 따른 당근의 총균수

전처리 조건에 따른 당근의 총균수는 <Table 4>에 제시하였다. 당근의 총균수를 측정된 결과 CON에서 3.37 log CFU/g으로 나타났고, 전처리군에서는 미생물이 측정되지 않

<Table 4> Total plate count by various pretreatments of carrot

Samples	Total plate count (log CFU/g)			
	CON	WT	CT	NT
Carrot	3.37±0.13	ND ¹⁾	ND	ND

¹⁾CON: non-treatment Carrot, WT: Carrot Water treatment 3 min, CT: Carrot Citric Acid treatment 3 min, NT: Carrot NaCl treatment 3 min.

²⁾ND: not detected.

은 것을 알 수 있었다. Bae et al. (2003)의 연구에서는 전처리를 통해 식품 내 다양한 생화학적 기작과 미생물 번식을 억제시킬 수 있다고 보고했다. Choi et al. (2021b)의 연구에서도 단호박을 NaCl, Citric acid 등으로 총균수를 측정하였는데 처리를 하지 않은 대조군에서 2.44 log CFU/g으로 측정되었지만 전처리군들은 총균이 검출되지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하게 나타내었다. 따라서 당근을 3분 이상 전처리하면 NaCl이나 citric acid와 상관없이 살균효과가 있는 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 당근의 전처리 조건에 따른 생리활성물질, 항산화 활성 및 품질특성에 TR을 적용하여 비교, 분석하고자 하였다. 증류수, citric acid 2%, NaCl 2% 용액을 100°C로 가열하여 당근을 전처리하였다. 가열감량은 10.23-10.78%로 측정되어 모든 전처리군에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 수분함량은 CON군이 85.91%로 가장 높았으며, 전처리군은 83.92-84.61%로 측정되었다(p<0.01). pH는 CT가 3.67로 가장 낮은 값을 나타내었다(p<0.001). 색도는 L값과 a값이 CON군에 비해 감소하였고, b값은 증가하였다(p<0.001). 항산화 함량을 측정된 결과 TPC 함량은 전처리군이 CON군에 비하여 증가하였고(p<0.01), TFC 함량은 CON군에 비하여 NT만 유사하게 나타내었다(p<0.001). TR을 비교한 결과 TPC는 NT가 101.04%로 가장 높았으며, TFC의 TR은 모든 전처리군이 CON보단 낮았지만 그중에선 NT가 가장 높은 값을 나타내었다(p<0.001). β-Carotene 함량은 NT (1.98 mg/100 g)와 CT (1.94 mg/100 g)가 다른 군에 비하여 높게 측정되었으며, β-carotene의 TR은 NT (106.64%)에서 가장 높게 측정되었다(p<0.001). DPPH 라디칼 소거 활성에서도 TPC와 TFC와 같이 NT에서 가장 높은 소거 활성을 나타내었다. 총균수 실험에서는 CON군에서 3.37 log CFU/g으로 측정되었고, 모든 전처리군에서 미생물이 관찰되지 않았다. 결론적으로, 당근의 생화학적 함량과 영양소 보존율을 높이고 미생물의 번식을 억제하기 위해서는 물에 2% NaCl을 첨가하여 전처리하는 것이 가장 바람직하다고 사료된다. 본 연구는 당근의 가공식품이나 편의식품 등의 개발을 위한 가공 기술 및 전처리 조건 연구의 범위를 확장할 수 있는 기초자

료가 될 것이라고 사료된다. 본 연구에서 전처리가 품질특성과 항산화 활성에 긍정적인 영향을 미쳤으나 이를 활용한 가공, 편의 식품 개발 시 기호성을 고려해야하기 때문에 향후 관능적 특성에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

저자 정보

최진희(공주대학교 외식상품학과, 연구원&강사, 0000-0001-9337-9272)

추지혜(공주대학교 외식상품학과, 학석사 연계과정, 0000-0002-7664-6903)

류혜숙(상지대학교 식품영양학과, 교수, 0000-0002-4172-9557)

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Agiriga AN, Iwe MO, Etoamaihe UJ, Olaoye OA. 2015. Impact of different blanching treatments on the nutritional and sensory properties of oven dried carrot slices. *J. Food Sci.*, 4(7):102-107
- Arroqui C, Rumsey TR, Lopez A, Virseda P. 2001. Effect of different soluble solids in the water on the ascorbic acid losses during water blanching of potato tissue. *J. Food Eng.*, 47(2):123-126
- Bae HJ, Lee HJ, Oh SI. 2003. Effect of applying pretreatment methods before cooking for decreasing the microbiological hazard of cooked dried fish in foodservice establishments. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 19(5):555-561
- Beecher GR. 2003. Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. *J. Nutr.*, 133.10:3248S-3254S
- Cano MP, de Ancos B, Lobo MG, Santos M. 1997. Improvement of frozen banana (*Musa Cavendishii*, Cv. Enana) colour by blanching: relationship between browning, phenols and polyphenol oxidase and peroxidase activities. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 204(1): 60-65
- Choi JH, Woo HE, Choi HY, Park JD, Sung JM. 2021a. Effect of blanching conditions on quality and nutritional characteristics of sweet potatoes and cabbage. *Culin. Sci. & Hos. Res.*, 27(9):23-32
- Choi JH, Woo HE, Park JD, Sung JM. 2021b. Effect of blanching conditions on qualities and nutritional characteristics of sweet pumpkin. *J. Korean Soc. Food Cult.*, 36(5):512-521
- Choi SW, Ra YS. 2013. Influence of purchase motivation and selection attributes of HMR on repurchase intention according to Lifestyles. *Culin. Sci. & Hos. Res.*, 19(5):296-311
- Dai J, Mumper RJ. 2010. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *molecules*, MDPI, 15(10):7313-7352
- Den Besten HM, Wells-Bennik MH, Zwietering MH. 2018. Natural diversity in heat resistance of bacteria and bacterial spores: impact on food safety and quality. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.*, 9:383-410
- Encalada AMI, Pérez CD, Flores SK, Rossetti L, Fissore EN, Rojas AM. 2019. Antioxidant pectin enriched fractions obtained from discarded carrots (*Daucus Carota* L.) by ultrasound-enzyme assisted extraction. *Food Chem.*, 289:453-460
- Ha J, Bae J, Park M, Kim Y, Ha S, Bae J, Back K, Lee C, Lee S, Ahn M. 2009. Quantitative analysis of carotenoids in carrot cultivars produced in Korea. *J. Environ. Sci. Int.*, 18(10):1135-1141
- Hwang ES. 2019. Effect of cooking methods on bioactive compound contents and antioxidant activities of brussels sprouts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 48(10):1061-1069
- Hwang IG, Woo KS, Jeong HS. 2011. Biological activity and heat treatment processing of foods. *Food Sci. Ind.*, 4(3):56-65
- Jiménez-Monrea AM, García-Diz L, Martínez-Tomé M, Mariscal M, Murcia MA. 2009. Influence of cooking methods on antioxidant activity of vegetables. *J. Food Sci. Technol.*, 74:97-103
- Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS. 2013. Effect of grapefruit seed extracts and acid regulation agents on the qualities of Topokkidduk. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 42(6):948-956
- Kang JS, Cho HR, Han JS, Hur SH. 2003. Hot water dipping treatment to improve storage quality of green red pepper. *Korean J. Food Preserv.*, 10:261-266
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Cho EK. 2012. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Culin. Sci. & Hos. Res.*, 18(1):40-53
- Kim EM, Choi MK, Kim MH. 2019a. Association between frequency of convenience foods use at convenience stores and dietary quality among high school students in Incheon. *J. Nutr. Health*, 52(4):383-398
- Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Jeong HS. 2008. Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 40(2):166-170
- Kim KI, Hwang GI, Yoo SI, Min SG, Choi MJ. 2014. Effects of various pretreatment methods on physicochemical and nutritional properties of carrot. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 43(12):1881-1888
- Kim MY, Lee BW, Lee HU, Lee YY, Kim MH, Lee JY, Lee BK, Woo KS, Kim HJ. 2019b. Phenolic compounds and antioxidant activity in sweet potato after heat treatment. *J. Sci. Food Agric.*, 99(15):6833-6840
- Kim SH. 2007. Effect of the extruded ginseng on antioxidant activity. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 17(3):402-408

- Kwak SJ, Park NY, Kim GC, Kim HR, Yoon KS. 2012. Changes in Quality Characteristics of Wild Root Vegetables during Storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(8):1158-1167
- Lee KJ, Chung HJ. 2020. Nutritional compositions and their retention rates of carrots by different cooking methods. *Korean J. Food Preserv.*, 27(3):311-324
- Lee S, Choi Y, Jeong HS, Lee J, Sung J. 2018. Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Sci. Biotechnol.*, 27(2):333-342
- Lee YU, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT-Food Sci. Technol.*, 40(5):823-833
- Novikov VS, Kuzmin VV, Kuznetsov SM, Darvin ME, Lademann J, Sagitova EA, Ustynyuk LY, Prokhorov KA, Nikolaeva GY. 2021. DFT Study of raman spectra of polyenes and β -carotene: dependence on length of polyene chain and isomer type. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 255: 119668
- Makhlouf-Gafsi I, Krichen F, Mansour RB, Mokni A, Sila A, Bougatef A, Blecker C, Attia H, Besbes S. 2018. Ultrafiltration and thermal processing effects on maillard reaction products and biological properties of date palm sap syrups (*Phoenix Dactylifera* L.). *Food Chem.*, 256:397-404
- Molina Filho L, Gonçalves AKR, Mauro MA, Frascareli EC. 2011. Moisture sorption isotherms of fresh and blanched pumpkin (*Cucurbita Moschata*). *Food Sci. Technol.*, 31(3):714-722
- Park SJ, Lee DW, Park SH, Rha YA. 2015. Effects of blanching conditions by various salt contents on the quality properties of *Cirsium setidens* Nakai. *Culin. Sci. & Hos. Res.*, 21(6):280-290
- Rahman S, Jin Y, Oh D. 2011. Combination treatment of alkaline electrolyzed water and citric acid with mild heat to ensure microbial safety, shelf-life and sensory quality of shredded carrots. *Food Microbiol.*, 28(3):484-491
- Seong BJ, Kim SI, Jee NG, Kim SD, Kwon AR, Kim HH, Le KS. 2017. Quality characteristics of fresh-cut *Dioscorea bulbifera* treated under various blanching conditions prior to vacuum-packaging during storage. *Korean J. Food Preserv.*, 24(5):565-575
- Shin DS, Yoo SM, Hwang Y. 2012. Effect of sugar infusions and pretreatment conditions on quality characteristics of dried sweet pumpkin. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 28(6):857-863
- Siddhuraju P, Becker K. 2007. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. *Food Chem.*, 101(1):10-19
- Swain T, Hillis WE. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I-The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 10:63-68
- Tadesse TF, Abera S, Worku S. 2015. Nutritional and sensory properties of solar-dried carrot slices as affected by blanching and osmotic pre-treatments. *Int. J. Food Sci. Nutr. Eng.*, 5(1):24-32
- Taranto F, Pasqualone A, Mangini G, Tripodi P, Miazzi MM, Pavan S, Montemurro C. 2017. Polyphenol oxidases in crops: biochemical, physiological and genetic aspects. *Int. J. Mol. Sci.*, 18(2):377
- Turkmen N, Sari F, Velioglu YS. 2005. The effect of cooking methods total pheolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 93: 713-718
- Um HJ, Kim GH. 2007. Studies on the flavonoid compositions of *Elsholtzia* spp. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 20(2):103-107
- Yoon JY, Song MR, Lee SR. 1998. Effect of cooking conditions on the antithiamine activity of bracken. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(6):801-809

Received April 6, 2022; revised April 19, 2022; accepted April 25, 2022