



블랜칭 처리가 단호박의 품질특성과 항산화활성에 미치는 영향

최진희¹ · 우혜은¹ · 박종대² · 성정민^{2,*}

¹공주대학교 외식식품학과, ²한국식품연구원 가공공정연구단

Effect of Blanching Conditions on Qualities and Nutritional Characteristics of Sweet pumpkin

Jin-Hee Choi¹, Hye-Eun Woo¹, Jong-Dae Park², Jung-Min Sung^{2,*}

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

²Research Group of Food Processing, Korea Food Research Institute

Abstract

This study investigated the quality characteristics of sweet pumpkin after blanching. Sweet pumpkins were blanched in distilled water, 2% citric acid and 2% NaCl water at 100°C for 3 min. The cooking loss of sweet pumpkin in the blanching groups was lower than that in the control group, and greenness and yellowness in the blanching groups were higher than those in the control group ($p < 0.001$). Total polyphenol content (TPC) of sweet pumpkin increased after blanching ($p < 0.05$), and TPC true retention (TR) was measured with the highest NB. CON and NB were significantly higher in β -carotene content ($p < 0.001$). Lutein content in the blanching treatment groups was lower than that in the control group, but NB was the highest between the blanching groups ($p < 0.001$). DPPH and ABTS⁺ radical scavenging activity assays revealed higher antioxidant activity in the NB groups among the blanching groups ($p < 0.001$). The CON was 2.44 log colony-forming unit (CFU)/g in the total bacterial count, but there were no microorganisms in the blanching groups. In conclusion, blanching with the addition of 2% NaCl can inhibit the growth of microorganisms and improve TR and antioxidant activities in sweet pumpkin.

Key Words: Blanching, sweet pumpkin, citric acid, NaCl, true retention

1. 서 론

단호박(*Cucurbita maxima* Duchesne)은 박과에 속하는 1년생 덩굴성 초본식물로 고랭지지역인 남아메리카가 원산지로서 적응지역에 따라 서양계 호박에 속한다고 알려져 있으며 우리나라에서는 완숙과로 이용한다(Shin et al. 2012). 단호박은 중량 1.5 kg 내외로 크기가 다소 작고 과피는 진한 녹색을 띠고 있으며, 과육은 짙은 노란색으로 두껍고 촉촉한 섬유질이 있는 것이 특징이다(Heo et al. 1998). 국내에서는 1990년대 후반부터 주로 남부지방에서만 재배하였으나 최근에는 다양한 품종이 개발되었으며, 여러 종류의 단호박이 전국적으로 재배되고 있다(Seong et al. 2004).

단호박은 카로티노이드와 비타민 B₁, B₂, C 등과 Ca, Na, P 등의 무기질을 풍부하게 함유하고 있어 영양학적으로도 우수할 뿐 아니라, 포도당, 과당 등의 당질이 있어 당도가 높고 특유의 색 및 질감을 가진다(Park et al. 2001). 단호박에

함유된 비타민 A는 무기 성분이 알칼리성 식품으로 소화 흡수율이 높으며, 펙틴과 베타카로틴, 아미노산, 불포화지방산 등이 풍부하게 함유되어 있어서 기능성 식품소재로서 가치가 있으며, 부식으로 많이 이용되고 있다(Heo et al. 1998). 그러나, 단호박은 주성분이 수분으로 이루어져 있어 미생물의 생육 및 생화학적 변화가 일어날 수 있기에 유통 및 제조 중 저장성에서 문제가 발생할 수 있다(Mohamed et al. 2011). 따라서 가공 이용법과 저장 방법에 대한 연구가 요구되고 있으며, 이러한 문제점을 해결하기 위해 다양한 방법이 시도되고 있다(Mohamed et al. 2011).

최근 산업 발전과 생활 식습관의 변화로 인하여 빠르고 간편한 조리법으로 섭취 가능한 편의 식품의 공급과 소비가 증가하는 추세이다(Kim et al. 2014a). 싱글족 및 맞벌이 부부 증가와 고령화 사회로 인한 다양한 편의 식품에 대한 수요가 증가하고 있으며, 이에 따라 HMR (home meal replacement), 밀키트, 이유식 및 유동식과 같은 가공식품 또는 편의식품이

*Corresponding author: Jung-Min Sung, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea
Tel: Fax: +82-63-219-9876 E-mail: jmsung@kfri.re.kr

개발되고 있다(Choi et al. 2020). 이러한 편의식품에 사용되는 채소류는 대부분 peroxidase나 polyphenol oxidase와 같은 산화효소를 함유하고 있기 때문에 신선한 상태에서 보존 및 가공이 어려우며, 전처리 과정이 필요하다(Hwang et al. 2019). 식품산업에서는 식품의 유통기간과 상품 가치 향상을 위하여 다양한 조리, 가공, 저장 방법을 이용하는데, 대부분 냉동이나 가열 등 전처리 공정을 거치게 된다. 전처리 공정을 거치지 않으면 산패 및 미생물 성장에 의해 식품이 부패되거나 갈변을 일으키는 효소 등에 의해 상품으로서 가치가 떨어지는 현상이 나타난다(Kim et al. 2014b). 전처리 과정에 사용하는 블랜칭 기술은 pectinesterase, polygalacturonase, polyphenoloxidase 등의 효소를 불활성화시켜 저장 시 갈변 등 품질 저하를 최소화시키며, 짧은 시간 동안 고온 가열하여 조직의 연화를 최소화하여 채소의 노화를 억제하고, 기호성과 기능성을 보존할 수 있다(Maharaj & Sankat 1996). 생 채소를 가열하게 되면 열에 불안정하고 민감한 영양소의 파괴가 나타나기도 하지만 일부 생리활성물질의 가수분해를 촉진시키고 체내에 이용도를 증진시키며 저온 환경에서의 미생물의 번식을 억제할 수 있는 긍정적인 영향을 준다고 알려져 있다(Hwang & Nhuan 2015).

한편, 미국 농무성(USDA)에서는 가공이나 조리로 인해 증가하거나 감소하는 식품영양성분의 함량 변화를 나타내는 방법으로 true retention (TR)을 사용하는데 TR은 조리 후 식품 영양성분 함량 변화와 식품 중량 변화를 함께 고려한 것으로 조리된 식품에 함유된 영양성분의 보존율을 나타낸 것이다(Hwang et al. 2016). 블랜칭과 관련한 선행연구로는 전처리 조건과 당 침지액이 건조 단호박의 품질특성에 미치는 영향 연구(Shin et al. 2012), 곤드레의 소금 함량에 따른 데침 연구(Park et al. 2015), 우영, 연구 및 마늘종의 데치기 조건 연구(Hwang et al. 2019), 식품의 열처리 가공과 생리활성 연구(Hwang et al. 2011), 가열처리에 의한 단감의 이화학적 특성 연구(Son et al. 2002), 과채류의 항산화에 미치는 열처리 효과 연구(Kim et al. 2008), 전처리 조건을 달리 한 늬은 호박분말의 이화학적 특성 연구(Shin et al. 2013), 고구마의 블랜칭에 따른 효소 활성 연구(Jiang et al. 2020) 등이 보고되어 있다. 그러나 대부분 품질특성과 생리활성물질 및 항산화 활성 변화만 비교하였으며, 영양소 변화율을 true retention을 적용하여 비교한 연구는 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 단호박을 이용하여 다양한 블랜칭 조건에 따른 품질특성, 생리활성물질 함량 및 항산화 활성을 TR을 적용하여 비교 분석함으로써, 편의식품 개발을 위한 전처리 조건 및 가공기술에 대한 기초자료를 제시하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 실험재료 및 시약

본 실험에 사용된 단호박은 2021년 5월에 예산군 농협마

<Table 1> Composition of treatment for various blanching treatments methods of Sweet pumpkin

Sample	Treatment	
	CON	Non treatment
Sweet Pumpkin	WB	water blanched 3 min (100°C)
	CB	citric acid 2%+water blanched 3 min (100°C)
	NB	NaCl 2%+water blanched 3 min (100°C)

¹⁾CON: non-treatment Sweet pumpkin, WB: Sweet pumpkin Water blanched 3 min, CB: Sweet pumpkin Citric Acid blanched 3 min, NB: Sweet pumpkin NaCl blanched 3 min.

²⁾Treatment sample were (vegetable 200 g, water 2000 mL) with the ratio of 1:10

트(Yesan, Korea)에서 제주도에서 채배된 것을 구입하여 사용하였고, 무수구연산(Jungbunzlauer, pernhofen, Austria)은 (주)대한제당 사이트를 통해 구입하였으며, 소금(CJ cheiljedang, Sinan, Korea)은 마트에서 구매하여 사용하였다. 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2 N Folin & Ciocalteu's phenol reagent, gallic acid 등의 시약은 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)의 시약을 사용하였으며, 그 외의 실험에 사용된 시약은 1급을 사용하였다.

2. 블랜칭 처리 (blanching treatment)

블랜칭 처리 실험을 위해 70% 암실로 유지하여 실험을 수행하였다. 블랜칭 처리 조건은 Son et al. (2002); Jabbar et al. (2014); Park et al. (2015)의 블랜칭 연구를 참고하여 예비실험을 통하여 설정하였다<Table 1>. 단호박을 실험 전 2회 세척하고 가식부를 잘라 이용하였으며, 2×2×1 cm³ 크기의 직육면체 모양으로 절단하여 사용하였다. 블랜칭 하지 않은 것을 대조군(CON)으로 하였고, 블랜칭처리 그룹은 Water blanched (WB, 증류수), Citric acid blanched (CB, 2%), NaCl blanched (NB, 2%)로 각각 처리하였다. 단호박 200 g을 100°C의 물(2000 mL)에서 3분간 블랜칭 하였다. 블랜칭 한 시료는 실온에서 1시간 동안 방냉 한 후 단호박의 항산화 활성과 품질변화를 관찰하였다.

3. 가열감량 및 수분함량 측정

각기 다른 전처리방법으로 처리한 단호박을 1시간 동안 실온에서 방냉 한 후 가열 전후의 중량 차를 백분율(%)로 계산하였다. 가열감량은 아래의 수식으로 계산하여 백분율로 표시하였다. 수분함량은 수분분석기(MJ-33, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)에서 105°C로 적외선 수분 측정법으로 측정하였으며, 전처리한 단호박을 잘게 썰어 사용하였다. 각 실험은 10회 반복하여 얻은 평균값과 표준편차로 나타내었다.

가열감량(%)

$$= \frac{\text{처리 전 단호박 무게} - \text{처리 후 단호박 무게}}{\text{처리 전 단호박 무게}} \times 100$$

4. pH 측정

pH meter (Corning 340, Mettler Toledo, Burington, UK)를 이용하여 단호박 5 g에 증류수 45 mL를 취한 후 교반한 뒤 여과(Whatman No. 2)시킨 여액의 pH를 측정하였다. pH는 각각 5회 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

5. 색도 측정

색도 측정은 색차계(CR300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 단호박 단면의 L값(lightness), a값(+redness/-greeness), b값(+yellowness/-blueness)을 측정하였으며, 각 실험은 20회 반복하여 얻은 평균값과 표준편차로 나타내었다. 사용한 표준 백색판(standard plate)은 L=94.65, a=-0.43, b=4.12이다.

6. 페놀화합물 및 항산화활성 분석

1) 시료액 조제

Shaking incubator (SI-900R, Jeio Tech, Kimpo, Korea)를 이용하여 단호박 10 g과 70% ethanol 90 mL를 취하여 120 rpm으로 실온에서 24시간 동안 추출하여 여과하였으며, 추출액을 희석하여 시료액으로 사용하였다.

2) 총 폴리페놀 화합물 함량 측정

총 폴리페놀 화합물의 함량 측정은 Swain & Hillis(1959)에 따라 시료액 150 μ L과 증류수 2400 μ L, 2 N Folin-Ciocalteu reagent 150 μ L를 가하고 교반한 것을 3분간 방치하였다. 방치한 시료에 1 N sodium carbonate (Na_2CO_3) 300 μ L를 가한 뒤 암소에서 1시간 동안 반응시킨 것을 분광광도계(DU-800, beckman coulter Inc., Soeul, Korea)를 이용하여 725 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 사용하여 표준 곡선을 작성하였다. 총 폴리페놀 화합물 함량은 시료액 100 g 당 gallic acid equivalents (mg GAE/100 g)로 나타내었으며 총 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

3) 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량 측정은 Davis 방법에서 변형된 Um & Kim(2007)의 실험방법에 준하여 수행하였다. 시료액 1 mL에 90% diethylene glycol 10 mL와 1 N NaOH 1 mL를 가하였으며, 37°C의 water bath (SB-1200, Eyela, Siheung, Korea)에서 1시간 동안 방치하고 분광광도계를 이용하여 420 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였으며, quercetin을 표준물질로 사용하였다. 시료 100 g 당 quercetin equivalents (mg QE/100 g)로 표준 곡선을 작성하고 실험은 총 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

4) β -carotene

표준용액 제조는 100 mL 갈색 플라스크에 베타카로틴 20

mg을 넣고, 사이클로헥산을 이용하여 완전히 녹이고 에탄올로 희석하여 사용하였다(200 μ g/mL). 베타카로틴 약 100-200 μ g에 해당하는 시료를 가하여 원심 분리관에 넣고, 10 mL의 3% 피로갈롤 에탄올 용액과 1 mL의 60% 수산화칼륨 용액을 취했다. 70°C에서 30분간 수욕하여, 진탕 시키고 이를 비누화시킨 뒤 흐르는 물에 냉각하고 1% 염화나트륨 용액을 22.5 mL 취해 헥산과 초산에틸의 9:1 혼합용액을 15 mL 가한다. 용액을 10분간 진탕 한 뒤 5분간 2,000 rpm으로 원심 분리하여 상층을 갈색 플라스크로 옮기고 남은 하층에 헥산:초산에틸(9:1) 혼합용액 15 mL를 가하여 2회 반복 추출하여 상층액을 합하고 감압 농축한 뒤, 이 농축액을 에탄올 50 mL에 녹여 시험 용액으로 사용하였다.

β -carotene content (mg/g)

$$\begin{aligned} & \text{검량선에서 계산된 수치}(\mu\text{g/mL}) \\ &= \frac{\times \text{최종용량}(\text{mL}) \times \text{희석배수}}{\text{시료 무게}(\text{g})} \times 0.001 \end{aligned}$$

5) Lutein

표준용액 제조는 5%, 10% Lutein 30 mg, 15% Lutein 15 mg를 루테인 제품 70 mg과 함께 원심분리관에 정밀히 취하고 15 mL 증류수를 가한 뒤 30분간 초음파 처리를 하고 정용 피펫으로 에틸아세테이트 30 mL를 첨가하였다. 원심분리관에 3 g의 염화나트륨을 취하여 상층액은 주황색, 하층액은 옅은 노랑색 혹은 무색이 되도록 5분간 2,000 rpm으로 원심 분리하였다. 50 mL 정용 플라스크에 25 mL의 에탄올과 분리한 상층액 1 mL을 취하고 이에 에탄올을 가하여 희석하고 20초간 혼합하였으며 에탄올을 대조액으로 하여 흡광도를 446 nm에서 분광광도계를 이용하여 측정하였다. 갈색 HPLC 바이오텔에 250 μ L의 상층액을 취한 뒤 질소가스로 완전히 건조하고 이동상 1 mL를 넣어 30초간 초음파 처리하여 액체크로마토그래피로 분석하였다.

6) DPPH 라디칼 소거활성

DPPH 라디칼 소거능은 Lee et al. (2007)의 방법에 준하여 DPPH radical 소거능을 측정하였다. 0.15 mM의 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl을 99.9% E-OH 100 mL에 취하여 DPPH solution으로 사용하였으며, 시료액 4 mL에 DPPH solution 1 mL를 가하여 암실에서 30분간 방치한 뒤, 흡광도를 517 nm에서 측정하였다. ethanol를 이용하여 대조군의 흡광도로 사용하였으며, 총 3회 반복하여 DPPH 라디칼 소거능을 평균값과 표준편차로 나타내었다.

DPPH radical scavenging activity (%)

$$= \frac{1 - \text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}} \times 100$$

7) ABTS⁺ 라디칼 소거활성

ABTS⁺ 소거 활성은 Siddhuraju & Becker(2007)의 방법을 참고하여 측정하였다. ethanol에 7.0 mM로 용해한 ABTS⁺ 시약에 2.45 mM 농도의 potassium persulfate을 취하고 24시간 동안 암소에서 방치한 뒤, ABTS⁺ Solution으로 사용하였다. 라디칼이 생성된 ABTS⁺ 용액을 ethanol로 희석하여 흡광도 734 nm에서 0.70 ± 0.02 가 되도록 설정한 뒤 실험을 진행하였다. ABTS⁺ 소거능은 시료액 100 μ L에 ABTS⁺ Solution 900 μ L를 취한 뒤 1분 간격으로 6분간 흡광도를 측정하여 흡광도 값을 결과에 반영하였으며, 대조군의 흡광도를 시료액 대신 에탄올에 가하여 함께 측정하여 ABTS⁺ radical 소거능을 총 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

8) Percentage variation

전처리 시료를 실온에서 1시간 동안 방냉하고 가열 전후의 영양소 함량을 백분율(%)로 계산하였다. Percentage variation 계산 방법은 아래의 수식으로 계산하여 백분율(%)로 표시하였다.

Percentage variation (%)

$$\begin{aligned} & \text{처리 후 단호박 100 g당 영양소 함량} - \\ & = \frac{\text{처리 전 단호박 100 g당 영양소 함량}}{\text{처리 전 단호박 g당 영양소 함량}} \times 100 \end{aligned}$$

9) True retention

True retention은 처리 전후의 단호박 100 g 당 영양소 함량을 측정하여 아래의 수식에 대입하여 계산하였다.

True retention (%)

$$\begin{aligned} & \text{처리 후 단호박 100 g 당 영양소 함량} \times \\ & = \frac{\text{처리 후 단호박 g}}{\text{처리 전 단호박 100 g 당 영양소 함량} \times \text{처리 전 단호박 g}} \times 100 \end{aligned}$$

7. 총균수 측정

총균수 측정은 Kang et al. (2013)의 방법을 참고하였다. autoclave (BF-60AC, Bio free Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 15분간 121°C로 멸균한 칼과 핀셋을 이용하여 무균 채취한 10 g의 단호박 시료에 90 mL의 멸균된 생리식염수 (0.85%)를 가하여 멸균 stomacher bag (B01195WA, Zefon International Co., Ltd., Florida, USA)에 넣고 stomacher (HG400V, Mayo International SR., MI, Italy)를 이용하여 균질화 한 뒤 멸균 생리식염수를 일정한 비율로 희석하여 측정하였다. 3M Petrifilm 배지(3M Co., St. Paul, MN, USA)에 희석액 1 mL를 취하여 $36 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 incubator에서 48 시간 동안 배양하고 colony 균체를 계수하여 log CFU/g로 나타내었다.

8. 통계처리

본 연구의 모든 실험 결과의 통계는 SPSS 25.0 (Statistical package for Social, SPSS Inc., Chicago IL, USA) software를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었으며, 시료간의 유의차를 검정하기 위해 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 일원배치 분산분석(ANOVA)을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 블랜칭 조건에 따른 단호박의 가열감량 및 수분함량

블랜칭 조건에 따른 단호박의 가열감량 및 수분함량을 측정한 결과를 <Table 2>에 나타내었다. 단호박의 가열감량은 citric acid를 첨가하여 데친 CB이 -9.89%로 가장 크게 감소하였고 WB와 NB는 각각 -9.34, -9.45%로 측정되었으나, 모든 처리군은 서로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 가열감량은 조리 후 중량 감소 비율을 나타내는 지표로, 조리 시 중량이 감소하면서 채소의 부피가 줄어 보수력이 감소할 수 있다(Lee & Chung 2020). Lee & Chung(2020)은 뿌리채소인 당근을 3분간 데쳤을 때 가열감량이 8%라고 보고했으며, Shin et al. (2012)의 증숙 처리 단호박의 건조 후의 품질특성 변화 연구에서 시간이 증가할수록 CON에 비해 열처리한 단호박이 더 큰 가열감량을 나타내었는데, 이는 전처리 시 수분함량이 줄어드는 것과 관련이 있다고 보고하였다. 본 실험에서도 전처리 시 CON에 비해 수분함량이 줄어들어 본 연구와 유사한 결과가 나타났다. 가열감량은 블랜칭 시 단호박의 수분함량이 줄면서 시료가 수축되어 가열감량이 커진 것이라고 판단된다.

단호박의 수분함량은 무처리 대조군인 CON이 80.63%로 가장 높았고, WB가 74.86% NB가 74.19%로 나타났으며, citric acid를 첨가하여 데친 CB이 74.16%로 측정되었다($p < 0.001$). 선행연구에 따르면 데치기에 의한 채소의 수분함량은 선정된 채소의 종류와 데치기 조건에 따라 상이한 결과가 나타나는데, 엽채류의 경우 데치기 시간을 증가시키면 수분이 조직 중으로 재흡수되어 수분함량이 증가된다고 보고되었다(Park et al. 2015). 그러나 우엉, 연근은 온도와 시간에 따라 데친 후 수분함량을 비교한 결과, 무처리 대조군보다 블랜칭 처리군들의 수분함량이 감소했다(Hwang et al. 2019). Shin et al. (2012)의 연구에 따르면 단호박의 경우 데치기 시간이 증가할수록 수분이 줄어든다고 보고하였으며 2분간 100°C에서 데쳤을 때 7% 정도 감소하였다고 하여 본 연구와 같은 결과가 나타났다. Hwang et al. (2019)의 연구와 Cheigh et al. (2012)의 데치기 연구에서도 감자를 온도와 시간에 따라 데친 후 수분함량을 비교한 결과, 무처리 대조군보다 블랜칭 처리군들의 수분함량이 감소했다고 보고하였다. 블랜칭 처리로 인한 수분함량 감소는 고온으로 인한 세포 조직 붕괴와 그에 따른 수분 손실이 영향을 미쳤을 것

<Table 2> Qualities characteristics different blanching treatments of sweet pumpkin

Sample	Quality characteristics					
	Cooking loss (%)	Moisture contents (%)	pH	Color values		
				L	a	b
CON	-	80.63±1.02 ^b	6.32±0.04 ^d	60.17±9.64 ^b	18.42±4.97 ^b	72.49±4.54 ^a
WB	-9.34±1.56	74.86±2.23 ^a	6.15±0.01 ^c	53.42±3.34 ^a	9.60±1.58 ^a	80.88±5.20 ^b
CB	-9.45±1.01	74.16±1.18 ^a	4.17±0.04 ^a	53.27±1.77 ^a	11.01±1.08 ^a	80.67±10.95 ^b
NB	-9.89±2.04	74.19±0.66 ^a	5.97±0.02 ^b	50.75±4.45 ^a	9.31±1.38 ^a	80.92±4.08 ^b
F-value	0.326 ^{NS}	14.799***	6780.282***	7.366***	36.201***	5.732***

¹⁾All values are mean±SD.

^{2)a-c} Values with different letter within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

³⁾NS: not significant.

⁴⁾*** $p<0.001$

이라 생각된다(Choi et al. 2014).

2. 블랜칭 조건에 따른 단호박의 pH 및 색도

블랜칭 조건에 따른 단호박의 pH 및 색도를 측정된 결과를 <Table 2>에 제시하였다. 단호박의 pH는 CB이 4.17로 가장 낮은 값을 나타내었고, NB, WB은 각각 5.97, 6.15로 측정되어 6.32로 측정된 CON군에 비해 낮은 값을 나타내었다($p<0.001$). CB이 가장 낮은 pH를 나타낸 것은 citric acid의 산성이 영향을 미친 것이라 사료된다.

단호박의 색도를 측정된 결과, 명도를 의미하는 L값은 무처리 대조군인 CON이 60.17로 가장 명도가 높았고, 블랜칭 처리군이 50.75-53.42로 대조군에 비해 낮게 측정되었으나 블랜칭 조건에 따른 유의적인 차이는 없었다. 적색도를 나타내는 a값(+redness/-greeness)은 CON이 18.42로 가장 높은 redness를 나타내었고 블랜칭 처리군이 9.31-11.01로 CON군에 비해 음의 값이 증가했지만 처리군 간에 유의적인 차이는 없었다($p<0.001$). 황색도를 나타내는 b값(+yellowness/-blueness)은 CON이 72.49로 가장 높은 yellowness를 나타내었고 블랜칭 처리군이 80.67-80.92로 CON군에 비해 높은 값이 나타났지만 처리군 간에 유의적인 차이는 없었다($p<0.05$). Kim et al. (2009)에 따르면 Hunter color system의 색차 지수 값이 3.0-6.0은 현저한 차이, 6.0-12.0는 극히 현저한 차이, 12.0 이상은 다른 계통의 색으로 변색된 것이라고 보고하였다. 대조군과 비교하여 전 처리한 단호박의 a값이 대략 7-9 정도 감소하였고, b값이 대략 8-9 정도 증가한 것으로 보아 블랜칭이 단호박의 redness와 yellowness를 현저하게 감소시킨 것으로 판단된다. 채소류를 블랜칭 처리 시 본연의 색이 열처리에 의하여 변색될 수 있는데, Shin et al. (2012)의 연구에 따르면 데치기 온도가 100°C에 달았을 때 단호박의 L값과 a값은 감소하고 b값은 증가하였다고 보고하여 본 연구에서와 같은 결과가 나타났다. 또한 Son et al. (2002)의 가열처리에 의한 단감의 이화학적 특성 연구에서 NaCl을 3% 첨가하여 95°C에서 5분간 블랜칭 처리하였

을 때 a값이 현저히 감소하였다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 단호박의 색소가 열처리에 의해 이러한 결과가 나타났다고 판단되며 블랜칭 온도에 의하여 색도 값인 L값, a값, b값이 영향을 미쳤다고 사료된다.

3. 블랜칭 조건에 따른 단호박의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 변화

블랜칭 조건에 따른 단호박의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 변화를 <Table 3>에 나타냈다. 단호박의 총 폴리페놀 함량(TPC)은 블랜칭 처리군이 10.77-11.15 mg GAE/100 g으로 무처리 대조군인 CON이 92.26 mg GAE/100 g 보다 높았으나, 블랜칭 처리군 간의 유의적 차이는 없었다. 모든 처리군의 TPC percentage variation이 16.34-20.45%로 CON군에 비해 증가하였다. 단호박의 플라보노이드 함량(TFC)은 CON이 81.81 mg QE/100 g으로 나타났으며, NaCl 첨가 NB이 8.82 mg QE/100 g으로 나타났으나, 모든 군간 유의적인 차이 없이 측정되었으며, 모든 처리군의 TFC percentage variation도 0.004-1.89%로 CON군과 유의적인 차이가 없었다.

블랜칭 조건에 따른 단호박의 총 폴리페놀, 플라보노이드 phytochemical TR은 <Table 3>에 제시하였으며, 총 폴리페놀의 TR은 105.49-108.18 mg GAE/100 g으로 처리군 간 유의적인 차이 없이 CON에 비해 증가하여 보존율이 높았다. 총 플라보노이드의 TR은 모든 처리군이 88.15-90.71 mg QE/100 g으로 측정되어 대조군에 비해 감소하는 값을 보였으나 블랜칭 군간에 유의적인 차이는 없었다.

블랜칭에 따른 생리활성 함량 변화에 대한 선행연구는 채소의 종류와 블랜칭 조건에 따라 상이한 결과가 나타났다. Kim et al. (2019)은 12종류의 고구마를 물을 넣고 autoclave에서 가열(120°C, 2 hr)하여 항산화 활성을 비교했는데, 12가지 고구마 모두 실험군 모두 가열처리 전 고구마보다 페놀 화합물 함량이 증가했다. 이는 고구마 세포벽 구조가 파괴되면서 생리활성물질 추출이 용이해졌기 때문이라고 보고했다.

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

Sample	Total polyphenols			Total flavonoids		
	Total polyphenol content (mg GAE/100 g)	Percentage variation (%)	True retention (%)	Total flavonoid content (mg QE/100 g)	Percentage variation (%)	True retention (%)
CON	9.26 \pm 0.19 ^a	-	100.00 \pm 0.00	8.81 \pm 0.18	-	100.00 \pm 0.00
WB	10.77 \pm 0.43 ^b	16.34 \pm 4.66	105.49 \pm 4.23	8.81 \pm 0.11	0.00 \pm 1.20	88.84 \pm 1.62
CB	11.04 \pm 0.59 ^b	19.19 \pm 6.34	105.81 \pm 5.63	8.65 \pm 0.18	-1.89 \pm 1.99	88.15 \pm 1.78
NB	11.15 \pm 0.76 ^b	20.45 \pm 8.25	108.18 \pm 7.41	8.82 \pm 0.16	0.04 \pm 1.82	90.71 \pm 1.09
F-value	6.692*	0.306 ^{NS}	0.196 ^{NS}	0.939 ^{NS}	1.258 ^{NS}	2.251 ^{NS}

	β -carotene			Lutein		
	β -carotene (mg/100 g)	Percentage variation (%)	True retention (%)	Lutein (mg/100g)	Percentage variation (%)	True retention (%)
CON	1.10 \pm 0.01 ^c	-	100.00 \pm 0.00	0.52 \pm 0.02 ^b	-	100.00 \pm 0.00
WB	0.97 \pm 0.02 ^a	-12.12 \pm 1.88 ^a	79.68 \pm 1.72 ^a	0.17 \pm 0.01 ^a	-66.67 \pm 1.09 ^a	29.65 \pm 0.99 ^a
CB	1.01 \pm 0.01 ^b	-8.18 \pm 0.09 ^b	80.78 \pm 0.80 ^a	0.18 \pm 0.01 ^a	-65.38 \pm 1.89 ^a	30.15 \pm 1.68 ^a
NB	1.06 \pm 0.15 ^c	-3.33 \pm 1.38 ^c	86.04 \pm 1.24 ^b	0.20 \pm 0.01 ^a	-61.54 \pm 1.89 ^b	33.89 \pm 1.69 ^b
F-value	47.641***	27.522***	20.329***	519.117***	7.262*	7.262**

¹⁾All values are mean \pm SD.^{2)a-b}Values with different letter within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).³⁾NS: not significant.* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

An & Rye (2015)의 연구에 따르면 단호박을 첨가한 쌀 압출성형에서 압출성형 후 총 폴리페놀 함량이 증가하였으며, 이는 식품을 열처리하면 전처리 중 식물체 속 페놀 성분의 천연 비효소적 항산화 물질이 활성화되기 때문이라고 보고하였다. 또한, 총 폴리페놀 함량의 변화는 단백질과 결합된 고분자의 페놀성 화합물이 블랜칭 공정으로 인해 조직이 파괴되어 불용성 성분으로부터 단백질의 가수분해 등으로 인해 폴리페놀 성분이 유리되어 총 폴리페놀 함량이 증가하였다고 보고하였다(Hwang et al. 2011). Yoon et al. (1998)은 NaCl을 첨가하여 블랜칭 한 고사리의 페놀 화합물 함량이 증류수로 대친 실험군보다 증가했다고 보고했으며, Park et al. (2015)은 NaCl 함량을 달리하여 블랜칭한 곤드레의 폴리페놀 함량이 대조군보다는 낮았으나 NaCl 첨가량에 따라 증가했으며, 데치기 공정 중 NaCl의 첨가가 생리활성성분의 보호에 효과가 있다고 보고하였다. 본 연구에서 처리군 간 유의적이진 않았지만 NaCl을 첨가하여 블랜칭 한 NB의 TPC와 TFC가 가장 높은 Percentage variation과 TR을 나타낸 결과와 유사했다. 따라서 블랜칭 처리 시 NaCl의 첨가는 페놀 화합물의 영양소 보존율을 상승시키는 것으로 판단된다.

4. 블랜칭 조건에 따른 단호박의 베타카로틴 및 루테인 함량 변화

블랜칭 조건에 따른 단호박의 베타카로틴 및 루테인 함량 변화는 <Table 3>에 표시하였다. 블랜칭 조건에 따른 단호박의 베타카로틴 함량은 CON과 NB이 1.10-1.06 mg/100 g

으로 가장 높았으며, CB이 1.01 mg/100 g, WB이 0.97 mg/100 g으로 낮게 측정되었다($p < 0.001$). 단호박의 베타카로틴 percentage variation은 -3.33%로 측정된 NB이 가장 적은 함량변화를 보였다. 루테인 함량은 CON이 0.52 mg/100 g으로 가장 높았으며, 블랜칭 처리군이 0.17-0.20 mg/100 g으로 무처리 대조군에 비해 낮게 측정되었다($p < 0.001$). 단호박의 루테인 percentage variation은 -61.54%로 측정된 NB이 처리군 중 가장 적은 함량 변화를 보였다.

베타카로틴 및 루테인의 phytochemical TR은 <Table 3>에 제시하였으며, 베타카로틴의 TR은 NB군이 처리군 중 가장 높은 값이 나타났다($p < 0.001$) 루테인의 TR은 처리한 모든 군이 CON군에 비해 낮아진 결과 값을 나타내었지만 NB이 전처리 군 중 가장 많이 영양소를 보존한다고 측정되었다($p < 0.01$). 베타카로틴은 카로티노이드 계열의 색소로 항산화능이 뛰어나며 천연 생리활성 물질로 거의 모든 식물에서 검출되는데 동맥경화 억제, 심장질환 및 성인병 예방 등 다양한 효능을 나타내지만 이중결합을 많이 가지고 있어 불안정한 구조로 존재하므로 광선이나 온도, 공기 중의 산소 등에 의해 영향을 받으며 산화 분해되기 쉽다(Kim et al. 2014b). Shin et al. (2013)의 처리 조건을 달리 한 늙은 호박 분말화 연구에 따르면 가열 및 열풍건조로 인하여 베타카로틴 함량이 감소되었다고 보고하였으며, 이는 카로티노이드 계열의 베타카로틴은 불포화도가 매우 크기 때문에 가열 산화와 자동 산화 등에 의해 감소가 일어난 것이라 사료된다.

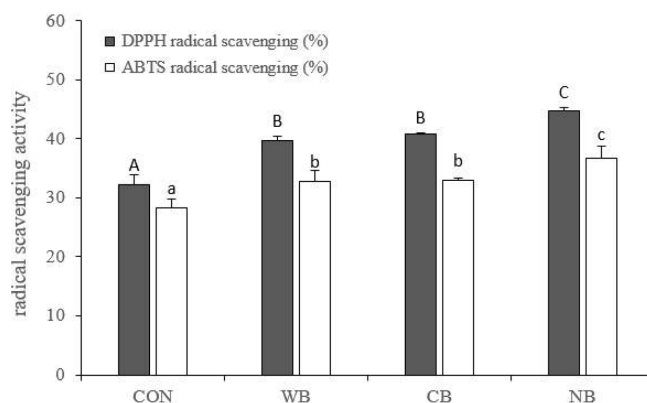
호박에는 함유된 카로티노이드의 이성체인 루테인(β , ϵ -

carotene-3,3'-diol)은 과일, 채소 및 식물성 기름에 존재하는 노란색 카로티노이드이며, 인간에 의해 합성되지 않으므로 과일, 채소, 잎이 많은 녹색 채소 등과 같이 루테인을 함유한 음식을 섭취하여 보충하는 것이 바람직하다(Aruna et al. 2009). Patricia et al. (2005)의 연구에 따르면 루테인 또는 루테인이 보충된 식단 또는 과일과 채소가 풍부한 식단의 섭취는 일부 암, 심혈관 질환, ARMD 등과 같은 질병의 예방에 중요하다고 알려져 있으며, 총 카로티노이드 함량에 큰 영향을 미치는 성분은 주로 루테인, 제아크산틴, 베타카로틴 성분으로 보고된 바 있다(Oh et al. 2014). 그러나 이러한 카로티노이드는 주로 탄소와 탄소로 이중으로 결합이 되어 있어 다양한 분해 및 이성화 반응에 취약하여 관련 식품의 변색 및 생물학적 활성 감소를 유발한다(Fratianni et al. 2017). Ribeiro et al. (2015)의 단호박 카로티노이드의 보유와 생체 접근성에 미치는 영향 연구에서 단호박을 끓는 물에서 5분간 끓인 후 카로티노이드를 분석한 결과 단호박의 카로티노이드가 줄어든 것으로 측정되어 본 연구와 비슷한 결과가 나타났다. 따라서 본 실험에서 블랜칭 처리 단호박의 루테인이 적게 측정된 것은 블랜칭 시 가열에 의한 이성질화에 의한 것이라고 판단된다.

블랜칭에 의해 베타카로틴과 루테인 함량이 줄어들었지만 NaCl 군이 가장 적은 손실을 보였는데, Park et al. (2015)은 데치기 공정 중 NaCl의 첨가가 시료의 생리활성성분의 보호에 효과가 있다고 보고하였다. Dutta et al. (2006)의 연구에서 1% NaCl을 첨가하여 100°C에서 2분간 블랜칭 한 호박의 베타카로틴의 함량이 블랜칭 하지 않은 호박에 비해 증가한다고 보고하였다. 또한, Agiriga et al. (2015)의 연구에서 블랜칭 처리가 당근의 베타카로틴에 미치는 영향 연구에서도 5% NaCl을 첨가한 물에 5분 동안 블랜칭 하였을 때 데치지 않은 당근의 베타카로틴보다는 약간의 감소를 보였지만 증류수에 데친 당근의 베타카로틴보다는 높은 함량이 나타나 본 연구와 같은 경향이 나타났다. 이는 베타카로틴이 이중결합을 다량 가진 불포화 화합물이며 데치는 과정에서 산화, 이성질화 및 기타 화학적 변화에 취약하기 때문일 수 있으며, NaCl을 첨가하여 블랜칭 하였을 때, 삼투압 증가에 따라 베타카로틴의 세포구조가 파괴되어 색소가 침출되기 때문이라 보고하였다(Tadesse et al. 2015). 따라서 전처리 시 NaCl을 첨가하여 블랜칭 하는 것이 단호박의 베타카로틴과 루테인 손실을 최소화할 수 있는 것으로 사료된다.

5. 블랜칭 조건에 따른 단호박의 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거능

블랜칭 조건에 따른 단호박 2% 추출물의 DPPH 및 ABTS⁺ 라디칼 소거능은 <Figure 1>과 같다. DPPH 라디칼 소거능을 측정할 결과 무 처리한 CON이 32.32%로 나타났고, 블랜칭 한 시료의 DPPH는 39.78-44.73%로 측정되었으며, 생 단호박보다 라디칼 소거능이 증가하였으며, 처리군 중



<Figure 1> DPPH and ABTS⁺ radical scavenging activities of 2% sweet pumpkin with different blanching treatments.

(A<B<C) Values with different letter within DPPH differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$). (a<b<c) Values with different letter within ABTS⁺ differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

NB군이 44.73으로 가장 높은 라디칼 소거능을 나타내었다 ($p<0.001$). ABTS⁺ 라디칼 소거능은 무처리 군인 CON군이 가장 낮은 28.35%로 측정되었고, DPPH 라디칼 소거능과 마찬가지로 NB군이 36.62%로 가장 높았다($p<0.05$). DPPH 및 ABTS⁺라디칼 소거능은 페놀 화합물의 함량이 높을수록 증가하며, DPPH와 ABTS⁺라디칼 소거 활성은 상관관계를 가진다고 알려져 있다(Kim et al. 2019). 또한, 채소의 항산화 활성은 함유된 생리활성물질의 종류 및 구조, 조리 온도, 채소의 절단 방법, 채소 내에 공존하는 물질과의 시너지 효과 등에 영향을 받는다(Jiménez-Monrea et al. 2009). 항산화 활성을 측정할 결과, 각각의 처리에서 총 폴리페놀 함량이 높은 전처리가 항산화 활성도 높아진 결과가 나타났으며, 이는 페놀 화합물이 항산화 활성을 나타내는 가장 대표적인 화합물로 알려져 있으며, 열처리에 따른 페놀 화합물의 증가로 DPPH 라디칼 소거능이 증가되었을 것으로 판단된다(Kim et al. 2019). Choi et al. (2006) 등의 물을 이용한 가열처리가 항산화능에 미치는 영향을 연구한 결과 식물체를 열처리할 경우 결합형 폴리페놀의 성분이 유리형으로 전환되어 활성이 증가한다고 보고한 것과 같이 채소를 열처리할 경우 유리형의 페놀 화합물이 증가하여 항산화 효과가 증가하였다고 보고하였다. 또한, 채소를 열처리하였을 때 DPPH 라디칼 소거능과 항산화능의 증가는 항산화능을 가진 xylose와 lysine MRPs와 같은 마이아르 반응 물질인 새로운 화합물이 열처리로 인한 마이아르 반응이 일어나 DPPH 라디칼 소거능과 높은 항산화능을 나타낸다고 보고하였다(Kim et al. 2014a). 생성된 다양한 마이아르 반응 물질의 hydroxyl 기는 항산화 효과에 중요한 영향을 미치며, 그 밖에 fructose와 glucose 등 아미노산의 마이아르 반응 물질은 polyphenoloxidase를 저해하여 자유 라디칼 제거능과 밀접한 관련이 있다고 판단된다(Kim 2007).

<Table 4> Total plate count by various treatments of Sweet pumpkin

Samples	Total plate count (log CFU/g)			
	CON	WB	CB	NB
Sweet pumpkin	2.44±0.13	ND	ND	ND

¹⁾ND: not detected.

Hur et al. (2018)의 건조 방법에 따른 늙은 호박의 연구에서 열처리하여 건조한 호박이 자연 건조한 호박보다 더 높은 ABTS⁺ 라디칼 소거능이 측정되었다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과가 나타났다. 3가지 블랜칭 조건에 따른 항산화 활성을 비교한 결과, 페놀 화합물 함량과 마찬가지로 NaCl을 첨가한 NB 실험군이 가장 높은 항산화활성을 보였다. Park et al. (2015)과 Yoon et al. (1998)의 데치기 공정 중 NaCl의 첨가가 채소의 생리활성성분의 보호에 효과가 있다고 보고한 바와 같이, 본 연구에서도 단호박의 블랜칭 처리 시 NaCl이 폴리페놀, 베타카로틴, 루테인을 보호하여 DPPH 및 ABTS⁺라디칼 소거능이 다른 블랜칭 조건과 비교하여 높았다고 사료된다.

6. 블랜칭 조건에 따른 단호박의 총균수

블랜칭 조건에 따른 단호박의 총균수는 <Table 4>에 나타났다. 단호박의 총균수를 측정한 결과 무처리한 CON에서 2.44 log CFU/g로 측정되었고, 3가지 조건의 블랜칭 처리 시 미생물이 관찰되지 않았다. Choi et al. (2014)은 블랜칭 처리를 통해 식품 내 여러 가지 생화학적 기작과 미생물의 번식을 억제시킬 수 있다고 보고했는데, 단호박을 3분 이상 블랜칭 하면 citric acid나 NaCl과 상관없이 살균효과가 있는 것으로 판단된다. Kim et al. (2012)은 오이, 애호박, 피망, 당근, 무, 양파를 3분과 5분간 0.5%와 1% 소금물로 블랜칭 하여 총균수를 측정하였는데, 당근, 무, 양파의 무처리 대조군이 1.87-2.15×10¹ CFU/g이 측정되었지만 블랜칭 처리군들은 총균이 미검출 되었다고 보고하여 본 연구와 유사했다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 단호박의 블랜칭 조건에 따른 품질특성을 알아보기 위하여 100°C의 증류수, citric acid 2%, NaCl 2% 용액에 단호박을 3분간 블랜칭 하였다. 가열감량은 -9.34-11.19%로 대조군을 포함한 블랜칭 처리 실험군 간의 유의적인 차이가 없었다. 수분함량은 CON이 가장 높았으며, 블랜칭 한 군은 74.19-74.84로 처리군 간 유의적인 차이는 없었다(p<0.001). pH는 citric acid를 첨가한 CB가 4.17로 가장 낮았다(p<0.001). 단호박의 L value, a value (-greenness)는 대조군보다 블랜칭 그룹이 낮았으며, b value (+yellowness)는 대조군보다 블랜칭 그룹이 높았다(p<0.001). 블랜칭 조건에 따른 페놀 화합물 함량 비교에서 단호박의 TPC는 증가

하였으며, TFC 함량은 대조군보다 블랜칭 후 증가했지만, 유의적인 차이는 없었다. 또한, TPC True retention (TR)은 대조군과 비교 하였을때, NaCl을 첨가한 NB가 가장 높게 측정되었다(p<0.05). 블랜칭 처리에 따른 베타카로틴 함량에서 CON과 NB가 다른 군에 비해 유의적으로 높게 측정되었으며, 베타카로틴 TR에서 NB가 가장 높게 측정되었다(p<0.001). 루테인 함량은 대조군과 비교하였을 때 블랜칭 처리군들이 낮은 값을 나타내었지만 처리군 간 유의적인 차이가 없었으며, NB의 루테인 TR이 처리군 중 가장 높았다(p<0.001). DPPH와 ABTS⁺ 라디칼 소거 활성도 블랜칭 처리군 중에는 NB가 가장 높은 항산화 활성을 나타냈다. 총균수 실험에서는 무처리 대조군인 CON이 2.44 log CFU/g로 측정되었고, 블랜칭 처리 시 모든 실험군에서 미생물이 관찰되지 않았다. 결론적으로, 단호박의 생화학적 기작과 미생물의 번식을 억제하고 영양소 보존율을 높이기 위해서는 NaCl을 2% 첨가하여 블랜칭 하는 것이 가장 바람직하며, 본 연구는 단호박의 편의식품 개발을 위한 전처리 조건 및 가공 기술 연구의 폭을 넓힐 수 있는 기초자료가 될 것이다.

저자정보

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

우혜은(공주대학교 외식상품학과, 석사, 0000-0002-3659-2680)

박종대(한국식품연구원, 책임 연구원, 0000-0003-1797-6045)

성정민(한국식품연구원, 책임 연구원, 0000-0003-1464-2648)

Acknowledgments

This research was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry (IPET) through Agri-Food Export Business Model Development Program (319090-3) and Export Promotion Technology Development Program (617067-5) funded by Ministry Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA).

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
- An SH, Ryu GH. 2015. Comparison of Antioxidant Activities of Extruded Rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 44(8):1212-1218
- Aruna G, Mamatha BS, Baskaran V. 2009. Lutein content of selected Indian vegetables and vegetable oils determined by HPLC. *J. Food Compost Anal.*, 22:632-636
- Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. 2012. Effects of soft steam treatments on quality characteristics of potatoes. *J. Nutr. Health*, 25:50-56
- Choi SY, Lee SY, Davaatseren M, Yoo SM, Choi MJ, Han HM. 2014. Effect of blanching conditions and thawing methods on quality properties of *Platycodon grandiflorum*. *Culi. Sci. & Hos. Res.*, 20(6):211-222
- Choi TH, Lee MC, Kim DS. 2020. The Effect of selection attributes of meal-kit home replacement food (HMR) on satisfaction and repurchase intention. *Culi. Sci. & Hos. Res.*, 26(5):119-128
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem.*, 99:381-387
- Dutta D, Dutta A, Raychaudhuri U, Chakraborty R. 2006. Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree. *J. Food Eng.*, 76(4):538-546
- Fratianne A, Niro S, Messina MC, Cinquanta L, Panfili G, Albanese D, DiMatteo M. 2017. Kinetics of carotenoids degradation and furosine formation in dried apricots (*Prunus armeniaca* L.). *Food Res. Int.*, 99:862-867
- Heo SJ, Kim JH, Kim JK, Moon KD. 1998. The comparison of food constituents in pumpkin and sweet-pumpkin. *J. Korean Soc. Food Cult.*, 13(2): 90-96
- Hur YJ, Kim GJ, Song DH, Yoon JA, Chung KH, An JH. 2018. Effects of Drying Methods on the Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.). *Korean J. Food Nutr.*, 31(6):933-939
- Hwang ES, Nhuan DT. 2015. Impact of cooking method on bioactive compound content and antioxidant capacity of cabbage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 47(2):184-490
- Hwang IG, Woo KS, Jeong HS. 2011. Biological Activity and Heat Treatment Processing of Foods. *Food Sci. Ind.*, 4(3):56-65
- Hwang KH, Shin JA, Lee KT. 2016. True retention and β -carotene contents in 22 blanched vegetables. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 45(7):990-995
- Hwang SI, Yun YC, Lee EJ, Hong GP. 2019. Effect of blanching condition on the physicochemical properties of burdock, lotus root, and garlic scape. *Food Eng. Prog.*, 23(1):69-75
- Jabbar S, Abid M, Wu T, Hashim MM, Hu B, Lei S, Zhu X, Zeng X. 2014. Study on combined effects of blanching and sonication on different quality parameters of carrot juice. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 65(1):28-33
- Jiang H, Ling B, Zhou X, Wang S. 2020. Effects of combined radio frequency with hot water blanching on enzyme inactivation, color and texture of sweet potato. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 66:102513
- 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
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Cho EK. 2012. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Culi. Sci. & Hos. Res.*, 18(1):40-53
- 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 HY, Kim MR, Ko BK. 2009. Food quality evaluation. Hyoilbooks Press, Seoul, Korea, pp 28-29.
- Kim KH, Kim YS, Koh JH, Hong MS, Yook HS. 2014a. Quality characteristics of yanggaeng added with tomato powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 43(7):1042-1047
- Kim KI, Hwang GI, Yoo SI, Min SG, Choi MJ. 2014b. 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. 2019. 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. Dietaty Life*, 17(3):402-408
- 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 YU, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT-Food Sci. Technol.*, 40(5):823-833
- Maharaj V, Sankat CK. 1996. Quality changes in dehydrated dasheen leaves: effects of blanching pre-treatments and drying conditions. *Food Res. Int.*, 29(5-6):563-568
- Mohamed M, Hamadi F, Nabil K. Gargouri, Mouldi G, Najiba Z. 2011. Antidiabetic effect of flax and pumpkin seed mixture powder: effect on hyperlipidemia and antioxidant status in alloxan diabetic rats. *J. Diabetes Complicat.*, 25:339-345
- Oh JY, Kim SM, Yoon JE, Jin YX, Cho YS, Choi YM. 2014. Comparison of nutritional compositions of five pumpkin cultivars. *Korean J. Food Preserv.*, 21(60):808-814
- Park HK, Yim SK, Sohn KH, Kim HJ. 2001. Preparation of Semi-solid infant foods using Sweet pumpkin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30(6):1108-1114

- 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. *Culi. Sci. & Hos. Res.*, 21(6):280-290
- Patricia Y, Niizu, Delia B, Rodriguez-Amaya. 2005. New data on the carotenoid composition of raw salad vegetables. *J. Food Compost. Anal.*, 18:739-749
- Ribeiro EMG, Chitchumroonchokchai C, de Carvalho LMJ, de Moura, F.F, de Carvalho JLV, Failla ML. 2015. Effect of style of home cooking on retention and bioaccessibility of pro-vitamin A carotenoids in biofortified pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.). *Food Res. Int.*, 77:620-626
- Seong KC, Lee JW, Kwon HM, Moon DY, Kim CH, Seo HD. 2004. Effect of planting date on the growth and yield in retarding culture of squash (*Cucurbita maxima*) under rain-shielding condition. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.*, 22(2):143-146
- 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
- Shin DS, Yoo SM, Hwang Y. 2013. Physicochemical Characteristics of Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) Powder with Different Treatment Conditions. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 29(6):691-697
- 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
- Son GM, Kim KH, Sung TS, Kim JH, Shin DJ. 2002. Physicochemical characteristics of sweet persimmon by heating treatments. *Korean J. & Nutr.*, 15(2):144-150
- 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
- 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 September 29, 2021; revised October 23, 2021;
revised October 26, 2021;accepted October 29, 2021