

## 조리법에 따른 고추류의 기능성 성분 함량 및 잔존율 변화

진민근<sup>1</sup> · 김민주<sup>2</sup> · 최정민<sup>1</sup> · 김영화<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경성대학교 식품생명공학과

<sup>2</sup>(주)휴롬 바이오식품연구소

## The Changes in Content and True Retention of Bioactive Compounds in Peppers according to the Cooking Method Used

Mingeun Jin<sup>1</sup>, Minju Kim<sup>2</sup>, Jung-Min Choi<sup>1</sup>, and Younghwa Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Sung University

<sup>2</sup>Bio-Food Research Center, Hurom Co., Ltd.

**ABSTRACT** The present study aimed to evaluate the effects of different cooking methods (roasting, steaming, and super-heated steaming) on the contents and true retention of vitamin and bioactive compounds in peppers (bell pepper, paprika, pepper) of various colors (orange, red, green). On the color scale, delta E was obviously different between raw and cooked peppers. The highest true retention of vitamin B<sub>1</sub> was observed in raw red bell pepper (111.82%) and the highest level of vitamin B<sub>2</sub> was found in the steamed orange paprika (119.72%). Super-heated steaming resulted in higher true retention of vitamin B<sub>3</sub> and vitamin C compared to other cooking methods in all the peppers. The highest true retention of  $\beta$ -carotene was 168.28% in green bell pepper subjected to super-heated steaming. The total polyphenol content was higher in the raw compared to the cooked peppers. The ABTS and DPPH radical scavenging activities were higher in the red cultivar pepper compared to the peppers of other colors. These results showed that super-heated steaming causes positive changes in the nutritional and functional components of peppers. This also confirms that there are content and retention changes of bioactive compounds in peppers due to the variations in the cooking methods used.

**Key words:** peppers, domestic cooking methods, bioactive compound, true retention

## 서 론

*Capsicum* 속에 속하는 고추류는 전 세계적으로 많이 소비되고 있으며, 생식으로 먹거나 조리에 사용되고 있다 (Sanatombi와 Rajkumari, 2020). 그중 파프리카는 국내에서 2000년 기준으로 7,500 t을 생산하였으며, 2014년에는 60,943 t으로 꾸준히 생산량이 증가하는 것을 볼 수 있었다 (Kim 등, 2016). 풋고추의 경우 2018년에 71,509 t에서 2019년에는 78,437 t으로 증가하는 추세이다(KOSTAT, 2019). 이러한 고추류는 비타민 C, 카로티노이드 등 항산화 화합물을 함유하고 있으며, 카로티노이드의 전구체인 베타 카로틴은 심혈관 질환이나 일부 암 등을 예방한다고 보고되어 있다(de Jesús Ornelas-Paz 등, 2013). 그뿐만 아니라 고추는 quercetin이나 luteolin과 같은 페놀 화합물을 다량

함유하고 있다고 한다(Chávez-Mendoza 등, 2015). 또한 붉은색 고추의 경우 다른 색의 고추에 비해 베타카로틴, lutein 및 capsanthin의 함량이 높아 항산화 활성에도 영향을 준다고 보고되었으며, Park 등(2012)의 연구에 의하면 피망은 4-hydroxynonenal에 의해 유발된 DNA 손상을 억제한다고 한다(Byun 등, 2016).

우리나라는 채소를 섭취할 때 생식으로 섭취를 하거나 삶기, 볶기, 찌는 조리법 등을 이용하여 조리한다고 한다(Ahn, 1999). 삶기, 볶기 및 찌 같이 식품에 열처리를 하는 조리는 생물학적, 물리적 및 화학적 변화를 유도하며, 소화성이나 영양소의 생물학적 가용성 등을 향상시킬 수 있다고 보고되어 있다(Palermo 등, 2014). 그중 과열증기는 단시간 동안 고온의 증기를 이용하는 조리법으로, 장시간 열을 가하는 조리법과 달리 영양소 손실을 최소화하는 방법이라고 알려져

Received 14 January 2022; Revised 23 February 2022; Accepted 15 March 2022

Corresponding author: Younghwa Kim, Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Sung University, 309, Suyeong-ro, Nam-gu, Busan 48434, Korea, E-mail: younghwakim@ks.ac.kr

Author information: Mingeun Jin (Graduate student), Jung-Min Choi (Professor), Younghwa Kim (Professor)

© 2022 The Korean Society of Food Science and Nutrition.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

있다(Choi 등, 2013). 이러한 과열증기 조리는 증기로 조리됨으로써 산소와 접촉이 줄어들어 식품의 영양분, 지방이나 비타민 C의 산화, 갈변 등을 억제하는 효과가 있으며, 식품의 색, 향, 맛, 질감 등을 최대한 유지하는 조리법으로 알려져 있다(Kim 등, 2012; Kim 등, 2017a). Lee 등(2018)의 연구에 따르면 열처리하는 비타민 함량에 큰 영향을 미칠 수 있으며, 영양소 섭취의 부정확한 추정으로 이어질 수 있다고 한다. 그뿐만 아니라 채소는 조리 방법과 구조에 따라 플라보노이드의 함량이 달라진다고 한다(Wu 등, 2019). 영양소 잔존율(true retention)이란 식품 중량과 영양성분의 변동을 측정한 것으로 조리된 식품에 함유된 영양성분을 나타낸 것이다(Hwang 등, 2016). 특히 수용성 비타민의 경우 조리 시간을 단축하거나 조리수의 양을 줄이면 잔존율이 높아진다고 보고돼있다(Chung 등, 2016). Castro 등(2011)의 연구에서는 노란색 파프리카를 이용하여 데치기(1~2.5분)와 가압 조리(10~20분)에 의한 영양소 함량의 잔존율을 측정하였으며, Chuah 등(2008)의 연구에서는 파프리카와 피망의 튀기기(5분) 등의 조리법에 따른 영양성분의 잔존율을 구하였다. 이와 같이 고추류의 조리법에 관한 다양한 연구가 수행돼 있으나, 우리나라에서 사용하는 조리법에 따른 고추류 채소의 영양소 및 기능성 물질에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 로스팅, 일반찜 및 과열증기에 의한 고추류의 조리 전후 생리활성 물질의 함량 및 잔존율 변화를 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

본 연구에 사용한 수용성 비타민 표준시약(L-ascorbic acid, thiamine hydrochloride, riboflavin-5'-adenosyl-diphosphate, riboflavin-5'-phosphate, riboflavin, nicotinic acid and nicotinamide), tris(2-carboxyethyl) phosphine hydrochloride(TCEP), Folin-Ciocalteu's reagent, aluminium(III) chloride hexahydrate, gallic acid, catechin, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 및 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 등은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구매하여 실험에 사용하였다. HPLC(Hitachi 5000 Chromaster, Hitachi, Ltd., Tokyo, Japan)의 이동상으로 사용된 메탄올과 증류수는 J.T Baker Co.(Phillipsburg, NJ, USA)로부터 구매하여 사용하였으며, 기타 추출용액 및 시약은 시약특급 혹은 이와 동등한 것을 사용하였다.

### 조리 방법

본 연구에서는 부산광역시 남구 지역 마트에서 구매한 파프리카(붉은색, 노란색, 주황색), 피망(붉은색, 녹색), 고추(붉은색, 녹색)를 시료로 사용하였다. 구매한 시료는 깨끗이 수세 후 비가식 부위를 제거한 후 가로세로 1 cm로 자른

후 조리기에 사용하였다. 실험방법은 Hwang 등(2012)의 연구를 참고하여 조리하였다. 로스팅의 경우 팬을 예열하여 약 120°C에서 10분가량 조리하였으며, 일반찜(steaming)의 경우 끓는 증류수를 이용하여 10분간 조리하였다. 과열증기(superheated-steaming)의 경우 고압찜기(SC-P01FMG, Hurom, Kimhae, Korea)를 사용하여 찜 모드로 설정하여 10분간 조리하였다. 조리된 시료는 방랭 후 균질화하여 -80°C에서 보관하였다.

### 조리수율 및 수분함량

고추류의 조리수율(cooking yield)은 조리 전후 중량을 측정하여 구하였다. 수분함량은 식품공전(MFDS, 2022) 분석방법에 따라 105°C에서 상압가열건조법으로 분석하였다.

$$\text{Moisture (\%)} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100$$

W<sub>1</sub>: 칭량접시의 중량(g)

W<sub>2</sub>: 시료 + 칭량접시의 중량(g)

W<sub>3</sub>: W<sub>2</sub>를 건조하여 항량이 되었을 때의 중량(g)

### 색도 측정

조리된 고추류의 색도(color value)는 표준색도 Y=92.0, x=0.3137, y=0.3194로 맞추어 색차계(Chromameter CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 명도는 L(lightness)값을, 적색도는 a(redness)값을, 황색도는 b(yellowness)값을 나타내며, 측정값은 3회 이상 분석하였다. 다음 공식을 이용하여 총색차(ΔE)를 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

### 비타민 B<sub>1</sub> 및 비타민 B<sub>3</sub> 함량 분석

고추류에 함유된 비타민 B<sub>1</sub> 및 비타민 B<sub>3</sub>는 Jin 등(2021)의 방법을 이용하여 동시 추출, 동시 분석하여 진행하였다. 시료 약 2 g을 측정하여 5 mM sodium 1-hexanesulfonate (acetic acid 7.5 mL + triethylamine 0.2 mL/L) 용액 50 mL를 가한 뒤 40°C에서 30분간 초음파 추출기로 추출하였다. 그 후 추출액을 2 mL 취하여 10분간 15,000 rpm으로 원심분리 후 상등액을 따서 0.45 μm syringe filter(Whatman Inc., Maidstone, UK)로 filtering 하여 HPLC-DAD (diode-array detection)로 분석에 이용하였다. HPLC 분석에 사용된 컬럼은 YMC-Pack ODS-AM C<sub>18</sub>(250×4.6 mm, 5 μm, YMC, Kyoto, Japan)을 사용하였으며, 컬럼 온도는 40°C로 설정하여 측정하였다. 또한 injection volume은 20 μL이며, 270 nm의 파장에서 분석하였다. 분석에 사용된 이동상은 5 mM sodium 1-hexanesulfonate(A용매)와 100% 메탄올(B용매)을 사용하여 측정하였으며, 0분 100%, 20분 100% A용매, 20분 50% A용매, 50% B용매, 35분 50% A용매, 50% B용매, 45분 100% A용매, 55분 100% A용매로 유속은 0.8 mL/min이었다.

### 비타민 B<sub>2</sub> 함량 분석

추출방법은 Jin 등(2021)의 방법을 이용하여 비타민 B<sub>2</sub>를 분석하였다. 먼저 시료 3 g을 취한 뒤 증류수 50 mL를 첨가하여 75°C에서 30분간 shaking water bath(HB-205SW, Hanbaek Scientific Co., Bucheon, Korea)를 이용하여 환류 추출하였다. 원심분리기를 이용하여 추출액 4 mL를 10 분간 15,000 rpm으로 원심분리 후 상등액을 0.45 µm syringe filter로 여과하여 분석에 사용하였다. Detector의 경우 fluorescence detector를 이용하여, 여기파장(excitation) 445 nm 및 방출파장(emission) 530 nm로 분석하였다. 컬럼오븐 온도를 40°C로 설정한 후 injection volume은 20 µL로 하였으며, YMC-Pack Pro RS C<sub>18</sub>(250 mm×4.6 mm, 5 µm, YMC) 컬럼을 이용하여 측정하였다. 유속은 0.65 mL/min으로 설정하였으며, 이동상은 75:25(v/v) 비율의 10 mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(pH 5.5)와 메탄올을 사용하여 분석하였다.

### 비타민 C 함량 분석

비타민 C의 고추류 추출은 시료 2 g에 100 mM EDTA, TCEP 및 meta-phosphoric acid를 첨가한 추출용매 12 mL를 가하고 2-octanol을 1~2방울 첨가한 후 약 1분 동안 균질화하였다. 원심분리기를 이용하여 시료를 3,000 rpm으로 10분간 원심분리 후 상등액을 취한 뒤 남은 고형분에 추출용매 10 mL를 첨가하여 5분간 초음파 추출기를 이용하여 재추출하였다. 재추출한 용매를 원심분리하여 상등액과 고형분을 분리하고 상등액을 50 mL로 정용한 후, 0.45 µm syringe filter로 여과하였다. HPLC-DAD를 이용하여 측정하였다. HPLC 분석 시 injection volume은 20 µL이며, 유속은 0.7 mL/min으로 등용매 용리 조건으로 하였으며, 이동상은 0.05% formic acid를 사용하여 분석하였다. 컬럼은 Mightysil RP-18 GP Aqua 250-4.6(250×4.6 mm, 5 µm, Kanto Chemicals, Tokyo, Japan)을 사용하였으며, 컬럼 오븐은 40°C로 설정하여 분석하였다.

### 총 폴리페놀 함량 분석

Folin-Denis(1912)의 방법을 일부 변형하여 고추류의 조리 방법에 따른 총 폴리페놀 함량을 분석하였다. 추출물 50 µL에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL를 첨가한 뒤 1 N Folin-Ciocalteu's reagent를 100 µL 가한 후 상온에서 5분간 방치하였다. 반응물을 750 nm에서 ELISA reader(Thermo Scientific Ltd., Lafayette, CO, USA)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

### 베타카로틴 함량 분석

고추류에서 베타카로틴을 추출하기 위해 알칼리 비누화법을 이용하여 용매를 추출하였다. 균질화된 시료 3 g에 6% pyrogallol ethanol 10 mL를 가하여 균질화 후 질소 충전하여 약 10분 초음파 추출하였다. 그 후 60% KOH 용액 8 mL를 첨가하여 잘 혼합시켜준 뒤 질소 충전하여 환류냉각관을 연결 후 100 rpm에 75°C에서 환류 냉각 추출을 1시간 동안

반응시켰다. 반응 후 2% NaCl 용액 20 mL와 항산화제인 0.01% butylated hydroxytoluene(BHT)을 첨가한 추출용매(n-hexane : ethyl acetate, 85:15, v/v) 15 mL를 첨가하여 진탕한 후, 세 번 반복하여 베타카로틴 성분을 추출하였다. 추출액을 No.2 filter paper(No.2, Advantec, Tokyo, Japan)에 magnesium sulfate anhydrous를 채우고 상등액을 여과한 후 추출액을 모아 50 mL로 정용하였다. 추출액 10 mL를 45°C에서 질소 농축한 뒤 0.01% BHT가 첨가된 n-hexane으로 재용해하여 분석에 사용하였다. HPLC 분석 시 유속은 0.8 mL/min으로 등용매 용리 조건으로 UV Detector 450 nm의 파장에서 측정하였으며, 이동상은 A용매(acetonitrile : methanol : dichloromethane, 70:20:5, v/v)와 B용매(acetonitrile : methanol : dichloromethane, 70:10:30, v/v/v)를 사용하여 분석하였다. 컬럼 오븐의 온도는 40°C로 설정하였으며, YMC-Pack Pro RS C<sub>18</sub>(250 mm×4.6 mm, 5 µm) 컬럼을 사용하여 분석하였다.

### ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능 측정

Re 등(1999)의 방법을 참고하여 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였으며, potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 라디칼이 항산화 물질에 의해 제거되어 탈색되는 반응을 이용한 방법으로 측정하였다. 7.4 mM ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 첨가한 후 12시간 동안 암소 방치시켰다. 반응물은 ELISA reader를 이용하여 735 nm에 흡광도를 측정하였다. Blois(1958)의 방법을 일부 변형하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였다. 시료 추출액 50 µL에 DPPH 1 mL를 섞은 후 암소에서 30분간 방치한 후 520 nm에서 ELISA reader를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

### 잔존율(true retention)

해당 성분의 잔존율은 Murphy 등(1975)에 따라 다음 공식을 이용하여 구하였다.

$$\text{True retention (\%)} = \frac{Nc \times Gc}{Nr \times Gr} \times 100$$

Nc: nutrient content/g of cooked food

Gc: g of cooked food

Nr: nutrient content/g of raw food

Gr: g of raw food

### 통계 분석

본 연구의 결과값은 모두 평균±표준편차로 표시하였다. SAS ver. 9.4(Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 one-way ANOVA를 실시하였고, Duncan's multiple range test로 각 시료 간에 통계적인 유의성을  $P < 0.05$  수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 조리에 의한 고추류의 조리수율, 수분함량 및 색도 변화

조리에 따른 고추류의 조리수율, 수분함량 및 색도는 Table 1에 나타내었다. 고추류의 조리수율은 대부분의 과열 증기에서 90% 이상의 조리수율을 보였으며, 피망과 고추의 경우 일반찜보다 과열증기의 조리수율이 높은 것을 확인할 수 있었다. 로스팅의 조리수율은 붉은색 및 노란색 파프리카를 제외하고 가장 낮은 것을 확인할 수 있었다. Maranesi 등(2005)의 연구에 따르면 로스팅의 경우 조리 시간 동안 수분이 증발되어 조리수율이 다른 조리법에 비해 낮은 것으로 보고되었다.

고추류의 수분함량은 피망을 조리한 경우 87.98~93.90 g/100 g을 보였으며, 잔존율은 79.14~91.18%를 보였다. 조리한 파프리카의 수분함량은 90.70~93.98 g/100 g의 함량을 나타냈으며, 잔존율은 82.55~91.52%를 보였다. 조리한 고추에서는 86.11~90.31 g/100 g이며, 잔존율의 경우 81.67~92.45%의 범위를 보였다. 국가표준식품성분표에 의하면 데친 피망의 경우 89.8 g/100 g(붉은색), 92.9 g/100 g(녹색)이며, 데친 파프리카는 붉은색, 노란색, 주황색 각각 91.5, 92.4, 91.8 g/100 g의 함량을 보였다(RDA, 2016). 또한 풋고추 생것의 수분함량은 91.1 g/100 g으로 보고되어 있어, 본 연구에서 알아본 고추류의 수분함량은 이전 보고와 유사한 것을 확인할 수 있었다(RDA, 2016).

본 연구에서는 고추류의 색도 변화에 대해 분석하였다. 명도를 나타내는 L값은 피망의 경우 과열증기인 시료군에서 가장 높은 값을 보였으며, 파프리카와 고추의 경우에는 생것에서 가장 높은 값을 보였다. 적색도를 나타내는 a값의 경우 고추류 중 붉은색의 피망(11.71~33.64), 파프리카(10.12~13.56), 고추(14.13~16.48)에서 나머지 시료에 비해 높은 a값을 확인할 수 있었으며, 주황색의 파프리카(5.25~13.09)도 붉은색 고추류와 유사한 값을 보였다. 그 외 녹색 피망과 고추, 노란색 파프리카의 a값은 마이너스 값을 확인할 수 있었다. 황색도를 나타내는 b값은 노란색 파프리카가 다른 고추류에 비해 가장 높았다. Hunter color system에서 총색차 값이 3.0~6.0일 때 현저한 차이로 보며, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이로 보고되어 있다(Kim 등, 2014). 본 연구에서 알아본 조리된 시료의 총색차는 모든 시료에서 3 이상의 값을 보고하였으며, 현저한 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있었다. Chen 등(2012)의 연구에 따르면 파프리카 및 피망은 가열 시간이나 온도에 따라 카로티노이드가 손실되거나 갈변되어 색이 변할 수 있다고 한다. 그러나 Amenya와 Wilson(1997)의 연구에 따르면 베타카로틴의 함량은 색차의 a값과 연관성이 낮다고 하였다. 뿐만 아니라 Özcan 등(2021)의 연구에서는 단고추를 조리하였을 때 a값이 감소하고, 카로티노이드의 함량은 증가하는 것을 보고하였다. 따라서 총색차의 변화는 카로티노이드 함량 외에도 다른 인자들이 복합적으로 작용할 것으로 생각된다.

### 조리에 의한 고추류의 수용성 비타민 함량 및 잔존율 변화

조리에 따른 고추류의 비타민 B<sub>1</sub>, 비타민 B<sub>2</sub>, 비타민 B<sub>3</sub> 및 비타민 C의 함량과 잔존율은 Table 2에 나타내었다. 고추류의 비타민 B<sub>1</sub>의 함량은 녹색 고추 생것에서 가장 높은 값인 0.08 mg/100 g을 나타내었으며, 잔존율의 경우 로스팅을 한 붉은색 피망에서 111.82%로 가장 높은 것을 볼 수 있었다. 비타민 B<sub>1</sub> 잔존율의 경우 대부분의 시료에서 로스팅이 일반찜과 과열증기에 비해 높은 값을 확인할 수 있었다. 비타민 B<sub>1</sub>은 열에 약하여 열을 가하는 조리과정에서 파괴되기 쉬운 영양소라고 알려져 있다(Chung 등, 2016). 비타민 B<sub>2</sub>의 함량은 붉은색 피망 생것에서 0.46 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 볼 수 있었다. 비타민 B<sub>2</sub> 잔존율은 과열증기를 한 붉은색 파프리카(119.72%)에서 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. Cho 등(2019)의 연구에 따르면 비타민 B<sub>2</sub>는 고온과 산화에서 높은 안전성을 나타내는 경향이 있다고 한다. 비타민 B<sub>3</sub>에서는 과열증기 처리 및 일반찜을 한 녹색 피망과 과열증기 처리를 한 주황색 파프리카에서 0.12 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였다. 조리된 고추류 중 비타민 B<sub>3</sub>의 잔존율은 과열증기에서 가장 높은 값을 나타냈으며, 과열증기 조리한 주황 파프리카에서 187.25%로 가장 높은 잔존율을 보였다. 비타민 B<sub>3</sub>는 열에 안정적이어서 열을 가하는 조리법에 파괴되지 않아 높은 잔존율을 가지는 비타민으로 알려져 있다(Cho 등, 2019). 비타민 C에서는 주황 파프리카 생것에서 133.54 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타냈다. 비타민 C의 잔존율은 대부분의 조리된 시료 중에서 과열증기 조리법이 다른 조리법에 비해 잔존율이 높았으며, 붉은색 고추 과열증기에서 107.50%로 가장 높은 잔존율을 보였다. Kim 등(2012)의 연구에 따르면 과열증기 처리한 피망이 일반찜보다 높은 비타민 C 함량을 나타낸다고 한다. Doblando 등(2007)의 연구에 따르면 과열증기는 고압으로 단시간 처리를 하여 과일 및 채소 매트릭스(matrix)에 비타민 C 함량의 손실을 거의 나타내지 않는다고 보고하였다. 뿐만 아니라 수용성 비타민은 조리 시간과 방법 등에 따라 영양소의 침출이 되지만 과열증기의 경우 고온의 수증기로 단시간 동안 조리하기 때문에 영양소의 손실을 최소화할 수 있는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2021). 또한, Hwang 등(2012)의 연구에 따르면 붉은색 고추를 다양한 조리법(끓이기, 찌기, 튀기기, 로스팅)으로 5, 10, 15분간 조리하였을 때, 비타민 C, 총 카로티노이드, 총 폴리페놀 및 라디칼 소거 활성은 대체로 15분간 장시간 조리한 경우가 가장 낮다고 하였다. 또 다른 연구에서도 다양한 품종의 고추를 150°C에서 20분간 로스팅하였을 때 생것에 비하여 비타민 C의 함량은 모두 감소하는 것으로 보고하였으나, 폴리페놀과 플라보노이드의 함량은 모두 증가한다고 하였다(Hamed 등, 2019). 따라서 조리 시간이 길어질수록 비타민 C의 함량은 감소하며, 항산화 활성과 관련해서는 추가 연구가 필요한 것으로 생각된다. 본 연구의 조리법에 의한 고추류에 함유된 수용성 비타민 함량 및 잔존율은 과열증기 조리법에서 다른 조리법에

**Table 1.** Cooking yield, moisture and color value in paprikas, bell peppers, and peppers

Samples	Color	Cooking methods	Cooking yield (%)	Moisture (%)		L*	Color value		Color changes	
				g/100 g CW <sup>(1)</sup>	True retention (%)		a*	b*	ΔE	
Bell peppers	Green	Raw	100.00	94.43±0.04 <sup>a(2)</sup>	100.00±0.39 <sup>a</sup>	33.75±1.43 <sup>b</sup>	-9.20±0.88 <sup>b</sup>	10.02±1.19 <sup>b</sup>	—	—
		Roasting	84.93	93.10±0.08 <sup>a</sup>	91.18±0.08 <sup>ab</sup>	34.61±1.63 <sup>b</sup>	-13.45±2.18 <sup>b</sup>	18.56±3.60 <sup>a</sup>	10.05±0.81 <sup>b</sup>	10.05±0.81 <sup>b</sup>
		Steaming	86.99	87.98±9.23 <sup>a</sup>	79.14±8.30 <sup>c</sup>	35.15±1.41 <sup>b</sup>	-10.81±1.55 <sup>b</sup>	14.95±2.18 <sup>ab</sup>	3.98±0.17 <sup>c</sup>	3.98±0.17 <sup>c</sup>
		Superheated-steaming	92.47	93.90±0.05 <sup>a</sup>	86.50±0.05 <sup>bc</sup>	54.04±0.54 <sup>a</sup>	-2.96±0.32 <sup>a</sup>	3.25±0.40 <sup>c</sup>	22.89±0.97 <sup>a</sup>	22.89±0.97 <sup>a</sup>
peppers	Red	Raw	100.00	92.30±0.79 <sup>a</sup>	100.00±0.86 <sup>a</sup>	32.89±1.05 <sup>c</sup>	22.87±0.99 <sup>b</sup>	10.90±1.41 <sup>b</sup>	—	—
		Roasting	84.45	89.41±0.49 <sup>b</sup>	89.05±0.49 <sup>b</sup>	37.12±0.61 <sup>b</sup>	33.64±0.29 <sup>a</sup>	24.89±0.90 <sup>a</sup>	17.44±0.25 <sup>c</sup>	17.44±0.25 <sup>c</sup>
		Steaming	90.71	90.22±0.22 <sup>b</sup>	82.55±0.20 <sup>c</sup>	35.53±0.86 <sup>bc</sup>	32.49±1.61 <sup>a</sup>	27.88±1.75 <sup>a</sup>	21.06±0.73 <sup>b</sup>	21.06±0.73 <sup>b</sup>
		Superheated-steaming	91.93	89.92±0.35 <sup>b</sup>	88.37±0.35 <sup>b</sup>	53.85±0.72 <sup>a</sup>	11.71±0.71 <sup>c</sup>	5.28±0.34 <sup>c</sup>	23.79±0.31 <sup>a</sup>	23.79±0.31 <sup>a</sup>
Orange	Orange	Raw	100.00	90.61±0.21 <sup>b</sup>	100.00±0.24 <sup>a</sup>	59.50±1.08 <sup>a</sup>	9.63±1.74 <sup>ab</sup>	11.96±1.15 <sup>b</sup>	—	—
		Roasting	85.26	90.96±0.04 <sup>ab</sup>	89.33±0.04 <sup>b</sup>	58.61±0.63 <sup>a</sup>	5.25±1.43 <sup>b</sup>	21.15±1.21 <sup>a</sup>	10.66±1.14 <sup>a</sup>	10.66±1.14 <sup>a</sup>
		Steaming	88.18	91.30±0.06 <sup>a</sup>	85.90±0.06 <sup>d</sup>	52.05±1.11 <sup>b</sup>	13.06±1.32 <sup>a</sup>	8.31±1.01 <sup>b</sup>	9.12±0.82 <sup>a</sup>	9.12±0.82 <sup>a</sup>
		Superheated-steaming	89.00	91.14±0.33 <sup>ab</sup>	88.69±0.32 <sup>c</sup>	51.47±0.34 <sup>b</sup>	13.09±1.23 <sup>a</sup>	8.65±0.95 <sup>b</sup>	9.64±0.85 <sup>a</sup>	9.64±0.85 <sup>a</sup>
Paprika	Red	Raw	100.00	91.79±0.42 <sup>a</sup>	100.00±0.45 <sup>a</sup>	54.73±0.41 <sup>a</sup>	10.12±1.02 <sup>a</sup>	3.82±0.96 <sup>b</sup>	—	—
		Roasting	89.86	90.70±0.00 <sup>a</sup>	87.68±0.00 <sup>c</sup>	51.67±1.21 <sup>a</sup>	13.56±1.59 <sup>a</sup>	8.60±1.11 <sup>a</sup>	6.03±2.61 <sup>a</sup>	6.03±2.61 <sup>a</sup>
		Steaming	91.71	91.47±0.06 <sup>a</sup>	89.56±0.06 <sup>b</sup>	52.05±1.11 <sup>a</sup>	13.06±1.32 <sup>a</sup>	8.31±1.01 <sup>ab</sup>	5.71±2.72 <sup>a</sup>	5.71±2.72 <sup>a</sup>
		Superheated-steaming	88.74	90.84±1.07 <sup>a</sup>	90.76±1.06 <sup>b</sup>	51.47±0.34 <sup>a</sup>	13.09±1.23 <sup>a</sup>	8.65±0.95 <sup>a</sup>	6.77±1.94 <sup>a</sup>	6.77±1.94 <sup>a</sup>
Yellow	Yellow	Raw	100.00	93.27±1.17 <sup>ab</sup>	100.00±1.25 <sup>a</sup>	58.32±2.91 <sup>a</sup>	-2.59±1.63 <sup>a</sup>	44.79±4.98 <sup>a</sup>	—	—
		Roasting	91.29	91.99±0.31 <sup>b</sup>	89.46±0.30 <sup>b</sup>	56.17±4.71 <sup>a</sup>	-5.16±1.08 <sup>ab</sup>	50.06±8.07 <sup>a</sup>	11.12±3.96 <sup>b</sup>	11.12±3.96 <sup>b</sup>
		Steaming	91.85	93.51±0.37 <sup>ab</sup>	91.52±0.38 <sup>b</sup>	50.90±2.73 <sup>a</sup>	-9.28±0.83 <sup>b</sup>	44.49±5.87 <sup>a</sup>	9.60±4.61 <sup>b</sup>	9.60±4.61 <sup>b</sup>
		Superheated-steaming	90.71	93.98±0.37 <sup>a</sup>	82.55±0.37 <sup>c</sup>	57.53±0.59 <sup>a</sup>	-3.60±0.40 <sup>a</sup>	12.70±2.23 <sup>b</sup>	33.24±0.17 <sup>a</sup>	33.24±0.17 <sup>a</sup>
Green	Green	Raw	100.00	91.11±0.26 <sup>a</sup>	100.00±0.28 <sup>a</sup>	57.09±1.74 <sup>a</sup>	-5.95±1.93 <sup>a</sup>	6.50±2.56 <sup>a</sup>	—	—
		Roasting	82.91	88.46±0.14 <sup>d</sup>	92.33±0.14 <sup>b</sup>	52.83±1.38 <sup>a</sup>	-5.23±0.54 <sup>a</sup>	5.59±0.60 <sup>a</sup>	5.06±0.45 <sup>a</sup>	5.06±0.45 <sup>a</sup>
		Steaming	93.27	89.75±0.13 <sup>c</sup>	81.67±0.11 <sup>c</sup>	52.49±1.48 <sup>a</sup>	-5.82±0.45 <sup>a</sup>	7.06±0.66 <sup>a</sup>	5.31±0.10 <sup>a</sup>	5.31±0.10 <sup>a</sup>
		Superheated-steaming	95.10	90.31±0.23 <sup>b</sup>	92.45±0.23 <sup>b</sup>	52.08±2.19 <sup>a</sup>	-4.24±0.43 <sup>a</sup>	6.02±0.89 <sup>a</sup>	5.86±1.66 <sup>a</sup>	5.86±1.66 <sup>a</sup>
Peppers	Red	Raw	100.00	88.78±0.12 <sup>a</sup>	100.00±0.14 <sup>a</sup>	52.91±0.53 <sup>a</sup>	14.39±1.49 <sup>a</sup>	5.96±1.26 <sup>b</sup>	—	—
		Roasting	87.21	86.11±0.20 <sup>c</sup>	91.36±0.92 <sup>b</sup>	51.23±0.83 <sup>b</sup>	16.48±0.97 <sup>a</sup>	8.66±1.05 <sup>a</sup>	4.77±0.03 <sup>a</sup>	4.77±0.03 <sup>a</sup>
		Steaming	89.57	87.24±0.13 <sup>b</sup>	86.46±1.20 <sup>c</sup>	52.22±2.68 <sup>b</sup>	14.13±2.83 <sup>a</sup>	7.76±1.48 <sup>a</sup>	4.93±0.74 <sup>a</sup>	4.93±0.74 <sup>a</sup>
		Superheated-steaming	93.38	88.10±0.72 <sup>ab</sup>	89.67±0.38 <sup>b</sup>	52.25±0.13 <sup>ab</sup>	14.26±1.22 <sup>a</sup>	8.31±1.63 <sup>a</sup>	3.13±1.69 <sup>a</sup>	3.13±1.69 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>CW: cooked weight.<sup>2)</sup>All values are expressed as the mean±SD.Means with different superscripts (a-d) within a column of each same color of sample are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 2.** Water-soluble vitamin contents of paprikas, bell peppers, and peppers

Samples	Color	Cooking methods	Vitamin B <sub>1</sub> (thiamin)		Vitamin B <sub>2</sub> (riboflavin)		Vitamin B <sub>3</sub> (niacin)		Vitamin C (ascorbic acid)	
			mg/100 g CW <sup>1)</sup>	True retention (%)	mg/100 g CW	True retention (%)	mg/100 g CW	True retention (%)	mg/100 g CW	True retention (%)
Bell peppers	Green	Raw	0.04±0.00 <sup>Ga2)</sup>	100.00±2.85 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>JKLb</sup>	100.00±2.48 <sup>a</sup>	0.07±2.61 <sup>Fe</sup>	100.00±2.61 <sup>b</sup>	50.65±0.41 <sup>Oa</sup>	100.00±0.80 <sup>a</sup>
		Roasting	0.04±0.00 <sup>Ga</sup>	85.96±3.23 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>KLMc</sup>	74.38±0.80 <sup>c</sup>	0.08±0.00 <sup>Dh</sup>	106.32±2.43 <sup>b</sup>	41.51±1.80 <sup>Ob</sup>	69.60±3.02 <sup>c</sup>
		Steaming	0.03±0.00 <sup>LMb</sup>	58.41±3.62 <sup>c</sup>	0.04±0.00 <sup>IKLb</sup>	88.07±0.44 <sup>b</sup>	0.12±0.00 <sup>Aa</sup>	155.19±1.95 <sup>a</sup>	48.57±0.39 <sup>OPa</sup>	83.41±0.67 <sup>b</sup>
		Superheated-steaming	0.02±0.00 <sup>Pe</sup>	48.66±3.24 <sup>d</sup>	0.04±0.00 <sup>JKa</sup>	100.80±1.80 <sup>a</sup>	0.12±0.01 <sup>Aa</sup>	170.98±14.15 <sup>a</sup>	48.03±0.32 <sup>Pa</sup>	87.68±0.59 <sup>b</sup>
Red	Red	Raw	0.06±0.00 <sup>Ca</sup>	100.00±1.49 <sup>b</sup>	0.46±0.00 <sup>Aa</sup>	100.00±0.58 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>De</sup>	100.00±3.41 <sup>b</sup>	111.16±1.02 <sup>Da</sup>	100.00±0.91 <sup>a</sup>
		Roasting	0.06±0.00 <sup>Pb</sup>	111.82±1.19 <sup>a</sup>	0.25±0.03 <sup>Ec</sup>	45.08±6.24 <sup>d</sup>	0.02±0.00 <sup>NOac</sup>	103.2142.68 <sup>b</sup>	98.86±0.16 <sup>GHc</sup>	75.10±0.12 <sup>c</sup>
		Steaming	0.03±0.00 <sup>JKc</sup>	58.15±0.80 <sup>c</sup>	0.28±0.00 <sup>De</sup>	55.07±0.47 <sup>c</sup>	0.03±0.00 <sup>Ma</sup>	148.71±4.30 <sup>a</sup>	104.04±1.33 <sup>Fb</sup>	84.91±1.08 <sup>b</sup>
		Superheated-steaming	0.03±0.00 <sup>MNd</sup>	51.47±0.94 <sup>d</sup>	0.33±0.00 <sup>Pb</sup>	66.68±0.08 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>MNab</sup>	135.12±10.78 <sup>a</sup>	105.68±1.66 <sup>EFb</sup>	87.40±1.37 <sup>b</sup>
Orange	Orange	Raw	0.06±0.00 <sup>Ca</sup>	100.00±0.65 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>JKa</sup>	100.00±0.71 <sup>a</sup>	0.06±0.00 <sup>GHc</sup>	100.00±0.65 <sup>c</sup>	133.54±0.29 <sup>Aa</sup>	100.00±0.22 <sup>a</sup>
		Roasting	0.06±0.00 <sup>Pb</sup>	80.76±1.18 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>IKLMb</sup>	66.77±2.53 <sup>c</sup>	0.05±0.00 <sup>Kd</sup>	67.82±0.95 <sup>d</sup>	132.55±0.98 <sup>Aa</sup>	84.63±0.62 <sup>b</sup>
		Steaming	0.03±0.00 <sup>KLd</sup>	45.48±1.01 <sup>d</sup>	0.04±0.00 <sup>JKa</sup>	91.89±3.73 <sup>ab</sup>	0.09±0.00 <sup>Ch</sup>	138.25±1.45 <sup>b</sup>	126.45±0.63 <sup>BCc</sup>	83.50±0.42 <sup>b</sup>
		Superheated-steaming	0.04±0.00 <sup>Ge</sup>	62.38±0.64 <sup>c</sup>	0.04±0.00 <sup>JKa</sup>	89.75±3.87 <sup>b</sup>	0.12±0.00 <sup>Aa</sup>	187.25±3.87 <sup>a</sup>	129.43±0.84 <sup>Bb</sup>	86.26±0.56 <sup>b</sup>
Paprika	Red	Raw	0.05±0.00 <sup>Ea</sup>	100.00±0.49 <sup>Ba</sup>	0.10±0.00 <sup>Ge</sup>	100.00±2.03 <sup>b</sup>	0.08±0.00 <sup>Eb</sup>	100.00±1.71 <sup>b</sup>	107.24±0.27 <sup>Ea</sup>	100.00±0.26 <sup>a</sup>
		Roasting	0.04±0.00 <sup>Gb</sup>	73.19±1.79 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>Hd</sup>	76.55±0.16 <sup>c</sup>	0.03±0.00 <sup>Ld</sup>	39.50±0.55 <sup>d</sup>	100.18±0.37 <sup>GHb</sup>	83.95±0.31 <sup>b</sup>
		Steaming	0.03±0.00 <sup>Od</sup>	45.80±1.03 <sup>d</sup>	0.11±0.01 <sup>Gb</sup>	100.33±5.50 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>FGHc</sup>	74.31±0.60 <sup>c</sup>	91.00±0.56 <sup>Ld</sup>	77.82±0.48 <sup>d</sup>
		Superheated-steaming	0.03±0.00 <sup>LMc</sup>	50.58±0.23 <sup>c</sup>	0.13±0.02 <sup>Ea</sup>	119.72±1.57 <sup>a</sup>	0.09±0.00 <sup>BCa</sup>	111.40±2.13 <sup>a</sup>	96.14±0.48 <sup>Lc</sup>	79.56±0.40 <sup>c</sup>
Yellow	Yellow	Raw	0.04±0.00 <sup>Ha</sup>	100.00±0.03 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>LMa</sup>	100.00±1.16 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>JKc</sup>	100.00±0.00 <sup>c</sup>	91.02±0.93 <sup>Jb</sup>	100.00±1.02 <sup>a</sup>
		Roasting	0.03±0.00 <sup>Ib</sup>	97.41±1.21 <sup>b</sup>	0.02±0.00 <sup>Mb</sup>	74.54±1.40 <sup>c</sup>	0.03±0.00 <sup>Ld</sup>	55.42±0.00 <sup>d</sup>	96.32±0.97 <sup>Ia</sup>	96.60±0.97 <sup>b</sup>
		Steaming	0.03±0.00 <sup>NOd</sup>	74.37±0.47 <sup>d</sup>	0.02±0.00 <sup>LMa</sup>	94.90±0.06 <sup>b</sup>	0.07±0.00 <sup>Eb</sup>	132.42±1.03 <sup>b</sup>	79.92±0.84 <sup>LMd</sup>	79.19±0.02 <sup>c</sup>
		Superheated-steaming	0.03±0.00 <sup>MNc</sup>	80.12±0.41 <sup>c</sup>	0.02±0.00 <sup>Mb</sup>	75.59±2.58 <sup>c</sup>	0.10±0.00 <sup>Ba</sup>	179.64±1.00 <sup>a</sup>	80.59±0.33 <sup>KLc</sup>	80.31±0.33 <sup>c</sup>
Green	Green	Raw	0.08±0.00 <sup>Aa</sup>	100.00±2.38 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>JKc</sup>	100.00±2.84 <sup>c</sup>	0.08±0.00 <sup>Ea</sup>	100.00±2.12 <sup>a</sup>	82.05±2.80 <sup>Ka</sup>	100.00±3.42 <sup>a</sup>
		Roasting	0.05±0.00 <sup>Fb</sup>	52.16±1.06 <sup>b</sup>	0.05±0.00 <sup>JKb</sup>	101.80±0.24 <sup>c</sup>	0.06±0.00 <sup>FGab</sup>	74.75±0.19 <sup>b</sup>	73.36±0.47 <sup>Nc</sup>	74.14±0.47 <sup>d</sup>
		Steaming	0.03±0.00 <sup>JKc</sup>	37.29±1.54 <sup>c</sup>	0.05±0.00 <sup>Ia</sup>	118.05±0.59 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>Jb</sup>	64.41±2.35 <sup>b</sup>	76.70±1.45 <sup>Mbc</sup>	87.19±1.64 <sup>c</sup>
		Superheated-steaming	0.02±0.00 <sup>Pd</sup>	26.19±0.05 <sup>d</sup>	0.05±0.00 <sup>Jb</sup>	112.25±0.79 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>GHab</sup>	73.80±1.78 <sup>b</sup>	80.48±0.54 <sup>KLab</sup>	93.29±0.62 <sup>b</sup>
Peppers	Red	Raw	0.07±0.00 <sup>Ba</sup>	100.00±0.30 <sup>a</sup>	0.31±0.00 <sup>Ca</sup>	100.00±0.96 <sup>a</sup>	0.10±0.00 <sup>BCa</sup>	100.00±10.36 <sup>a</sup>	111.29±1.66 <sup>Dh</sup>	100.00±1.49 <sup>b</sup>
		Roasting	0.06±0.00 <sup>Pb</sup>	99.92±4.51 <sup>a</sup>	0.26±0.00 <sup>Ec</sup>	67.39±0.20 <sup>d</sup>	0.05±0.00 <sup>JKd</sup>	43.21±0.14 <sup>d</sup>	98.43±0.97 <sup>Hlc</sup>	77.13±0.76 <sup>d</sup>
		Steaming	0.03±0.00 <sup>JKc</sup>	54.00±0.52 <sup>b</sup>	0.28±0.00 <sup>Pb</sup>	84.57±0.74 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>HJc</sup>	53.21±0.95 <sup>c</sup>	100.86±0.85 <sup>Gc</sup>	81.18±0.68 <sup>c</sup>
		Superheated-steaming	0.03±0.00 <sup>KLc</sup>	47.99±0.79 <sup>b</sup>	0.25±0.01 <sup>Ec</sup>	76.55±2.11 <sup>c</sup>	0.08±0.00 <sup>Eb</sup>	75.95±1.31 <sup>b</sup>	128.12±1.68 <sup>BCa</sup>	107.50±1.41 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>CW: cooked weight.<sup>2)</sup>All values are expressed as the mean±SD.Means with different superscripts (A-N) within a column are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.Means with different superscripts (a-d) within a column of each same color of sample are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.

비하여 비교적 높게 나타났다.

### 조리에 의한 고추류의 기능성 성분 함량 및 잔존율 변화

자연계에서 카로티노이드는 천연색소로 노란색, 붉은색, 주황색 및 보라색을 나타낸다(Kim 등, 2015). 또한 베타카로틴은 강력한 항산화 효과뿐 아니라 항암 및 항노화 등의 효과를 가지고 있다고 한다(Kim 등, 2009). 베타카로틴은 알파, 감마카로틴 등에 비해 비타민 A로 전환율이 높은 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2013). Bauernfeind(1972)의 연구에서도 베타카로틴의 생리활성을 100%로 하였을 때 알파카로틴(50~54%)이나 감마카로틴(42~50%)보다 월등히 높다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 조리에 따른 고추류의 베타카로틴의 함량 및 잔존율의 변화를 측정하여 Table 3에 나타내었다. 고추류의 베타카로틴은 붉은색 피망이 3.16~4.29 mg/100 g, 붉은색 고추가 3.85~5.28 mg/100 g으로 다른 고추류보다 높은 함량을 보였다. 또한 붉은색 고추를

과열증기 조리하였을 때 5.28 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 녹색 피망 과열증기 조리에서 168.28%로 가장 높은 잔존율을 보였다. 파프리카의 경우 붉은색에서 0.74~1.12 mg/100 g의 범위로 노란색과 주황색 파프리카에 비해 높은 베타카로틴 함량을 보였으며, 파프리카의 시료에서는 로스팅하였을 때 베타카로틴 함량 및 잔존율이 다른 조리에 비해 유의적으로 높은 것을 확인할 수 있었다. Kim 등(2017b)의 연구에 따르면 붉은색, 녹색 파프리카와 붉은색 고추에서 베타카로틴의 함량과 잔존율이 생것에 비해 로스팅에서 높은 것을 확인할 수 있었다. 베타카로틴은 열처리하였을 때 채소 조직이 완화되면서 카로티노이드의 검출이 용이해져 그 함량이 증가한다고 알려져 있다(Jeong 등, 2020). 따라서 본 연구의 베타카로틴 함량과 잔존율은 생것에 비해 대부분의 시료에서 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 고추류 조리에 따른 총 폴리페놀의 함량 및 잔존율의 변화를 측정하여 Table 3에 표기하였다. 고추

**Table 3.** True retention of functional components of paprikas, bell peppers, and peppers

Samples	Color	Cooking methods	β-Carotene		Total polyphenol	
			mg/100 g CW <sup>1)</sup>	True retention (%)	mg GAE/g CW	True retention (%)
Bell peppers	Green	Raw	0.25±0.00 <sup>MNd2)</sup>	100.00±0.65 <sup>c</sup>	26.62±0.20 <sup>HJKa</sup>	100.00±0.74 <sup>a</sup>
		Roasting	0.24±0.01 <sup>MNc</sup>	132.20±3.61 <sup>c</sup>	25.26±0.41 <sup>KLMb</sup>	80.59±1.30 <sup>d</sup>
		Steaming	0.27±0.01 <sup>MNb</sup>	145.41±3.34 <sup>b</sup>	26.54±0.43 <sup>IJKLa</sup>	86.74±1.40 <sup>c</sup>
		Superheated-steaming	0.34±0.00 <sup>Ma</sup>	168.28±0.47 <sup>a</sup>	26.39±0.30 <sup>JKLa</sup>	91.69±0.97 <sup>b</sup>
	Red	Raw	3.16±0.08 <sup>Fb</sup>	100.00±2.57 <sup>b</sup>	37.68±0.36 <sup>ABa</sup>	100.00±0.97 <sup>a</sup>
		Roasting	3.83±0.08 <sup>Da</sup>	143.57±3.49 <sup>a</sup>	35.57±0.74 <sup>CDB</sup>	78.86±1.65 <sup>c</sup>
		Steaming	3.83±0.09 <sup>Da</sup>	145.05±4.87 <sup>a</sup>	33.38±0.57 <sup>DEFGc</sup>	80.35±1.37 <sup>bc</sup>
		Superheated-steaming	4.29±0.29 <sup>Da</sup>	147.96±9.82 <sup>a</sup>	33.11±0.17 <sup>FGc</sup>	80.78±0.42 <sup>b</sup>
Paprika	Orange	Raw	0.57±0.04 <sup>Lab</sup>	100.00±5.49 <sup>b</sup>	34.42±0.08 <sup>CDEFb</sup>	100.00±0.24 <sup>a</sup>
		Roasting	0.61±0.02 <sup>KLa</sup>	125.48±2.99 <sup>a</sup>	37.90±1.34 <sup>Aa</sup>	93.89±3.31 <sup>b</sup>
		Steaming	0.54±0.00 <sup>Lb</sup>	105.88±0.35 <sup>b</sup>	32.94±0.17 <sup>FGb</sup>	84.40±0.43 <sup>c</sup>
		Superheated-steaming	0.56±0.00 <sup>Lb</sup>	108.71±0.50 <sup>b</sup>	33.10±0.30 <sup>FGb</sup>	85.59±0.77 <sup>c</sup>
	Red	Raw	0.74±0.01 <sup>JKc</sup>	100.00±0.70 <sup>d</sup>	36.09±1.30 <sup>Ba</sup>	100.00±3.59 <sup>a</sup>
		Roasting	1.12±0.01 <sup>HLa</sup>	167.30±1.72 <sup>a</sup>	35.89±1.67 <sup>BCa</sup>	88.50±5.40 <sup>ab</sup>
		Steaming	0.77±0.02 <sup>Jc</sup>	114.03±2.58 <sup>c</sup>	33.41±2.34 <sup>EFGa</sup>	84.91±5.94 <sup>b</sup>
		Superheated-steaming	0.84±0.04 <sup>Jb</sup>	126.98±5.30 <sup>b</sup>	34.83±0.50 <sup>CDEFa</sup>	85.64±1.23 <sup>b</sup>
	Yellow	Raw	0.15±0.01 <sup>Nb</sup>	100.00±4.52 <sup>b</sup>	39.08±0.17 <sup>Aa</sup>	100.00±0.43 <sup>a</sup>
		Roasting	0.16±0.01 <sup>Na</sup>	121.81±4.68 <sup>a</sup>	35.36±1.58 <sup>CDEb</sup>	82.60±3.71 <sup>b</sup>
		Steaming	0.12±0.00 <sup>Nc</sup>	91.80±2.08 <sup>bc</sup>	32.06±0.92 <sup>Gc</sup>	75.33±2.16 <sup>b</sup>
		Superheated-steaming	0.12±0.00 <sup>Nc</sup>	87.15±3.76 <sup>c</sup>	32.82±0.84 <sup>FGbc</sup>	76.18±1.94 <sup>b</sup>
	Green	Raw	1.00±0.01 <sup>Id</sup>	100.00±0.93 <sup>d</sup>	27.94±0.75 <sup>HJLa</sup>	100.00±2.70 <sup>a</sup>
		Roasting	1.16±0.01 <sup>Gc</sup>	140.18±0.75 <sup>c</sup>	27.30±0.80 <sup>HJLa</sup>	81.01±2.38 <sup>b</sup>
		Steaming	1.38±0.01 <sup>Gb</sup>	147.35±1.00 <sup>b</sup>	28.32±0.64 <sup>HLa</sup>	94.53±2.14 <sup>a</sup>
		Superheated-steaming	1.48±0.02 <sup>Ga</sup>	155.79±2.11 <sup>a</sup>	28.60±0.08 <sup>Ha</sup>	97.35±0.27 <sup>a</sup>
Peppers	Red	Raw	3.85±0.05 <sup>Ec</sup>	100.00±1.19 <sup>c</sup>	24.75±0.08 <sup>KLMa</sup>	100.00±0.32 <sup>a</sup>
		Roasting	4.68±0.01 <sup>Cb</sup>	139.11±0.26 <sup>b</sup>	24.64±0.88 <sup>LMa</sup>	86.81±3.11 <sup>b</sup>
		Steaming	4.84±0.10 <sup>Bb</sup>	140.25±2.89 <sup>v</sup>	22.84±1.05 <sup>MNab</sup>	82.67±3.81 <sup>b</sup>
		Superheated-steaming	5.28±0.07 <sup>Aa</sup>	146.74±1.93 <sup>a</sup>	22.13±0.57 <sup>Nb</sup>	83.47±2.11 <sup>b</sup>
	Green	Raw	1.00±0.01 <sup>Id</sup>	100.00±0.93 <sup>d</sup>	27.94±0.75 <sup>HJLa</sup>	100.00±2.70 <sup>a</sup>
		Roasting	1.16±0.01 <sup>Gc</sup>	140.18±0.75 <sup>c</sup>	27.30±0.80 <sup>HJLa</sup>	81.01±2.38 <sup>b</sup>
		Steaming	1.38±0.01 <sup>Gb</sup>	147.35±1.00 <sup>b</sup>	28.32±0.64 <sup>HLa</sup>	94.53±2.14 <sup>a</sup>
		Superheated-steaming	1.48±0.02 <sup>Ga</sup>	155.79±2.11 <sup>a</sup>	28.60±0.08 <sup>Ha</sup>	97.35±0.27 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>CW: cooked weight.

<sup>2)</sup>All values are expressed as the mean±SD.

Means with different superscripts (A-N) within a column are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test. Means with different superscripts (a-d) within a column of each same color of sample are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.

류의 총 폴리페놀 함량은 노란색 파프리카 생것에서 39.08 mg GAE/g CW로 가장 높은 함량을 보였다. 총 폴리페놀의 잔존율의 경우 모든 시료군에서 생것이 100%로 가장 높았으며, 조리된 시료군에서 과열증기 조리한 녹색 고추(97.35%)가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. 이전 연구에 의하면 과일이나 채소류에 열처리를 하면 식품의 세포벽이 붕괴되어 베타카로틴과 같은 일부 생리활성 물질의 용출이 증가하게 된다고 한다(Seo 등, 2018). 반면, 다른 연구에서는 식품에 열처리를 하였을 때 폴리페놀 화합물의 분해가 발생한다고 보고되어 있기도 하다(Hwang, 2019). Chuah 등(2008)의 연구에 따르면 고추의 총 폴리페놀 함량은 끓이거나 전자레인지로 조리하였을 때 생것에 비해 유의적으로 감소하는 것을 보고하였다. 본 연구에서도 고추류를 조리하였을 때 베타카로틴의 함량과 잔존율은 증가하였으나, 총 폴리페놀의 함량 및 잔존율은 생것에 비하여 감소하는 경향을 나타내었다.

#### 조리에 의한 고추류의 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능

고추류의 조리에 따른 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 고추류의 ABTS 라디칼 소거능에서 붉은색 피망 및 파프리카에서 같은 시료군에 비해 높은 라디칼 소거능을 확인할 수 있었다. 그중 붉은색 파프리카(68.98%) 생것에서 가장 높은 라디칼 소거능을 볼 수 있었다. DPPH 라디칼 소거능의 경우에도 같은 종류의 시료 중에서도 붉은색 피망 및 파프리카에서 높은 라디칼 소거능을 나타냈다. 대부분의 시료에서 생것이 조리된 시료에 비해 높은 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였으며, 주황색 파프리카 로스팅에서 49.48%로 가장 높은 DPPH 라디칼 소거능을 볼 수 있었다. Hwang 등(2012)의 연구에 따르면 붉은색 고추를 조리(삶기, 찜, 튀기기, 로스팅)하였을 때 비타민 C와 폴리페놀이 손실되어 항산화 활성이 감소한다고 한다. 또한 Lee 등(2018)의 연구에 따르면 조리를 한 채소 11종의 비타민 C 잔존율이 100% 이하로 감소한다고 보고되어 있다. Campos 등(2013)의 연구에 따르면 하바네로고

**Table 4.** ABTS and DPPH radical scavenging activity of paprikas, bell peppers, and peppers

Samples	Color	Cooking methods	ABTS	DPPH
			scavenging capacity (%)	scavenging capacity (%)
Bell peppers	Green	Raw	36.77±1.74 <sup>Mb1)</sup>	29.03±2.40 <sup>JKc</sup>
		Roasting	42.80±2.45 <sup>Lab</sup>	30.61±2.15 <sup>HIJKbc</sup>
		Steam	49.77±4.75 <sup>HIJa</sup>	35.99±0.88 <sup>EFGa</sup>
		Superheated-steaming	51.07±1.41 <sup>GHIa</sup>	34.42±0.59 <sup>EFGab</sup>
	Red	Raw	68.78±4.02 <sup>Aa</sup>	48.33±0.94 <sup>Ba</sup>
		Roasting	57.05±2.09 <sup>DEb</sup>	36.08±0.64 <sup>DEFGb</sup>
		Steam	52.82±1.79 <sup>GHIc</sup>	33.28±1.72 <sup>EFGHb</sup>
		Superheated-steaming	55.64±2.38 <sup>DEFb</sup>	35.83±0.74 <sup>EFGb</sup>
Paprika	Orange	Raw	56.92±2.32 <sup>DEb</sup>	37.50±0.88 <sup>CDEFb</sup>
		Roasting	64.39±3.79 <sup>Ba</sup>	49.48±1.63 <sup>ABa</sup>
		Steam	54.20±1.96 <sup>EFGFc</sup>	37.57±1.33 <sup>CDEb</sup>
		Superheated-steaming	53.89±2.36 <sup>FGHIc</sup>	37.46±0.23 <sup>CDEFb</sup>
	Red	Raw	68.98±3.90 <sup>Aa</sup>	51.26±1.39 <sup>Aa</sup>
		Roasting	59.28±1.43 <sup>CDb</sup>	40.37±1.43 <sup>CDb</sup>
		Steam	53.57±3.23 <sup>FGHIc</sup>	35.36±0.82 <sup>EFGHc</sup>
		Superheated-steaming	56.00±2.29 <sup>DEFb</sup>	38.58±1.15 <sup>CDEbc</sup>
	Yellow	Raw	61.57±2.98 <sup>BCa</sup>	46.17±1.47 <sup>Ba</sup>
		Roasting	61.40±2.06 <sup>BCa</sup>	41.35±1.28 <sup>Cab</sup>
		Steam	51.95±1.44 <sup>GHIb</sup>	31.54±0.24 <sup>GHIJKc</sup>
		Superheated-steaming	54.56±1.91 <sup>EFGb</sup>	37.81±2.65 <sup>DCEb</sup>
Peppers	Green	Raw	44.28±0.94 <sup>KLbc</sup>	27.17±1.09 <sup>JKb</sup>
		Roasting	43.60±1.15 <sup>KLc</sup>	20.69±1.32 <sup>Mc</sup>
		Steam	48.00±1.85 <sup>IJb</sup>	30.68±0.84 <sup>HIJKb</sup>
		Superheated-steaming	49.09±3.34 <sup>HIJa</sup>	36.07±1.70 <sup>EFGa</sup>
	Red	Raw	37.36±2.70 <sup>Ma</sup>	31.39±1.49 <sup>GHIJKa</sup>
		Roasting	37.09±2.29 <sup>Ma</sup>	26.04±0.63 <sup>KLMb</sup>
		Steam	31.00±1.67 <sup>Nb</sup>	24.22±1.30 <sup>LMB</sup>
		Superheated-steaming	29.78±1.29 <sup>Nb</sup>	25.51±0.08 <sup>KLMb</sup>

<sup>1)</sup> All values are expressed as the mean±SD.

Means with different superscripts (A-N) within a column are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test. Means with different superscripts (a-d) within a column of each same color of sample are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.



추의 라디칼 소거능은 카로티노이드 화합물과 상관관계가 있다고 보고돼있다. 또한 Hervert-Hernández 등(2010)의 연구에 따르면 고추는 폴리페놀뿐 아니라 비타민 C, 카로티노이드 등에 의해 항산화 활성이 달라진다고 한다. 따라서 본 연구에서도 대부분의 시료를 조리하였을 때 비타민 C, 총 폴리페놀 및 베타카로틴 함량과 잔존율이 라디칼 소거능에 영향을 주어 붉은색 피망 및 고추에서 다른 색의 시료군에 비해 비교적 높은 라디칼 소거능을 보인 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구에서는 고추류 7가지(붉은색, 녹색 피망, 붉은색, 노란색, 주황색 파프리카, 붉은색, 녹색 고추)의 로스팅, 일반 찜 및 과열증기 조리법에 따른 조리수율, 수분함량, 색도, 일부 수용성 비타민, 기능성 성분의 함량 변화와 잔존율과 라디칼 소거능을 비교하였다. 고추류의 조리수율은 붉은색 및 노란색 파프리카를 제외한 대부분의 시료에서 로스팅이 가장 낮은 것을 확인할 수 있었으며, 수분함량은 국가표준식품성분표에 명시되어 있는 함량과 유사한 것을 확인하였다. 총색차의 경우 조리를 하였을 때 생것에 비해 현저한 색차가 있는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 분석한 고추류의 수용성 비타민(비타민 B<sub>1</sub>, 비타민 B<sub>2</sub>, 비타민 B<sub>3</sub>, 비타민 C)의 함량 및 잔존율은 비타민 B<sub>1</sub>에서 녹색 고추 생것(0.08 mg/100 g)에서 가장 높은 함량을 보였으며, 잔존율은 로스팅 처리를 한 붉은색 피망(111.82%)에서 가장 높았다. 비타민 B<sub>2</sub>에서는 붉은색 피망 생것에서 0.46 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 과열증기를 한 붉은색 파프리카의 잔존율(119.72%)이 가장 높았다. 비타민 B<sub>3</sub>는 과열증기를 한 주황색 파프리카 및 녹색 피망과 일반찜을 한 녹색 피망에서 0.12 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 과열증기 조리한 주황 파프리카에서 187.25%로 가장 높은 잔존율을 보였다. 비타민 C의 경우 주황 파프리카 생것에서 133.54 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 붉은색 고추 과열증기에서 107.50%로 가장 높은 잔존율을 보였다. 고추류의 베타카로틴은 붉은색 고추 과열증기 조리에서 5.28 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 녹색 피망 과열증기 조리에서 168.28%로 가장 높은 잔존율을 보였다. 총 폴리페놀의 경우 노란색 파프리카 생것에서 39.08 mg GAE/g CW로 가장 높은 함량을 보였으며, 조리된 시료군 중 과열증기 조리한 녹색 고추(97.35%)가 잔존율이 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. ABTS 라디칼 소거능의 경우 붉은색 파프리카 생것에서 68.98%로 가장 높았으며, DPPH 라디칼의 경우 주황색 파프리카 로스팅에서 49.48%로 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 고추류 7가지의 조리수율, 수분함량, 색도, 수용성 비타민 및 기능성 성분 함량과 잔존율 그리고 라디칼 소거능에 대한 변화를 알아보고, 비타민 B<sub>2</sub>, 비타민 B<sub>3</sub> 및 비타민 C의 잔존율은 과열증기 조리한 시료에서 가장 높았다. 베타카로틴 잔존율 또한

대부분의 시료에서 과열증기 처리한 경우 다른 조리법에 비해 높았으며, 총 폴리페놀의 잔존율은 과열증기한 녹색 고추에서 가장 높았다. 본 연구에서는 대부분의 시료에서 과열증기 조리가 다른 조리법에 비해 영양성분 및 기능성 성분에서 잔존율에 대하여 긍정적인 효과를 나타냄을 알 수 있었다. 따라서 본 연구 결과는 고추류를 활용한 조리 및 간편식의 가공 방법에 의한 생리활성 물질의 함량 및 잔존율 변화에 대한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 (주)휴롬 바이오식품연구소의 지원으로 수행되었으며, 부산광역시 및 (재)부산인재평생교육진흥원의 BB21 플러스 사업에 의하여 지원되었고 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Ahn MS. A study on the changes in physico-chemical properties of vegetables by Korean traditional cooking methods. J Korean Soc Food Cult. 1999. 14:177-188.
- Ameny MA, Wilson PW. Relationship between hunter color values and  $\beta$ -carotene contents in white-fleshed African sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* Lam). J Sci Food Agric. 1997. 73:301-306.
- Bauernfeind JC. Carotenoid vitamin A precursors and analogs in foods and feeds. J Agric Food Chem. 1972. 20:456-473.
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature. 1958. 181:1199-1200.
- Byun EB, Park WY, Ahn DH, Yoo YC, Park C, Park WJ, et al. Comparison study of three varieties of red peppers in terms of total polyphenol, total flavonoid contents, and antioxidant activities. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2016. 45:765-770.
- Campos MRS, Gómez KR, Ordoñez YM, Ancona DB. Polyphenols, ascorbic acid and carotenoids contents and antioxidant properties of habanero pepper (*Capsicum chinense*) fruit. Food Nutr Sci. 2013. 4:47-54.
- Castro SM, Saraiva JA, Domingues FMJ, Delgadillo I. Effect of mild pressure treatments and thermal blanching on yellow bell peppers (*Capsicum annuum* L.). LWT - Food Sci Technol. 2011. 44:363-369.
- Chávez-Mendoza C, Sanchez E, Muñoz-Marquez E, Sida-Arreola JP, Flores-Cordova MA. Bioactive compounds and antioxidant activity in different grafted varieties of bell pepper. Antioxidants. 2015. 4:427-446.
- Chen L, Hwang JE, Gu KM, Kim JH, Choi B, Song KS, et al. Comparative study of antioxidant effects of five Korean varieties red pepper (*Capsicum annuum* L.) extracts from various parts including placenta, stalk, and pericarp. Food Sci Biotechnol. 2012. 21:715-721.
- Cho JJ, Hong SJ, Boo CG, Jeong Y, Jeong CH, Shin EC. Investigation of water-soluble vitamin (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, and B<sub>3</sub>) contents in various roasted, steamed, stir-fried, and braised foods produced in Korea. J Food Hyg Saf. 2019. 34:454-462.
- Choi Y, Oh JH, Bae IY, Cho EK, Kwon DJ, Park HW, et al. Changes in quality characteristics of seasoned soy sauce treated with superheated steam and high hydrostatic pressure during cold storage. Korean J Food Cook Sci. 2013. 29:387-398.
- Chuah AM, Lee YC, Yamaguchi T, Takamura H, Yin LJ, Matoba T. Effect of cooking on the antioxidant properties of col-

- oured peppers. Food Chem. 2008. 111:20-28.
- Chung HK, Yoon K, Woo N. Effects of cooking method on the vitamin and mineral contents in frequently used vegetables. Korean J Food Cook Sci. 2016. 32:270-278.
- de Jesús Ornelas-Paz J, Cira-Chávez LA, Gardea-Béjar AA, Guevara-Arauz JC, Sepúlveda DR, Reyes-Hernández J, et al. Effect of heat treatment on the content of some bioactive compounds and free radical-scavenging activity in pungent and non-pungent peppers. Food Res Int. 2013. 50:519-525.
- Doblado R, Frías J, Vidal-Valverde C. Changes in vitamin C content and antioxidant capacity of raw and germinated cowpea (*Vigna sinensis* var. *carilla*) seeds induced by high pressure treatment. Food Chem. 2007. 101:918-923.
- Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem. 1912. 12:239-243.
- Hamed M, Kalita D, Bartolo ME, Jayanty SS. Capsaicinoids, polyphenols and antioxidant activities of *Capsicum annuum*: Comparative study of the effect of ripening stage and cooking methods. Antioxidants. 2019. 8:364. <https://doi.org/10.3390/antiox8090364>
- Hervet-Hernández D, Sáyago-Ayerdi SG, Goñi I. Bioactive compounds of four hot pepper varieties (*Capsicum annuum* L.), antioxidant capacity, and intestinal bioaccessibility. J Agric Food Chem. 2010. 58:3399-3406.
- Hwang ES. Effect of cooking methods on bioactive compound contents and antioxidant activities of brussels sprouts. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2019. 48:1061-1069.
- Hwang IG, Shin YJ, Lee S, Lee J, Yoo SM. Effects of different cooking methods on the antioxidant properties of red pepper (*Capsicum annuum* L.). Prev Nutr Food Sci. 2012. 17:286-292.
- Hwang KH, Shin JA, Lee KT. True retention and  $\beta$ -carotene contents in 22 blanched vegetables. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2016. 45:990-995.
- Jeong B, Park EY, Chun J. Validation of folate,  $\beta$ -carotene and tocopherols analyses for Korean *Namul* prepared according to Korean standard recipes. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2020. 49:1086-1096.
- Jin M, Kim BH, Kim MH, Yoon SW, Kim Y. Water-soluble vitamin content in dishes containing meat and seafood. J Korean Soc Food Cult. 2021. 36:502-511.
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, et al. Quality changes of vegetables by different cooking methods. Korean J Culinary Res. 2012. 18:40-53.
- Kim D, Kim M, Kim MJ, Kim Y. The effects on contents and true retentions of bioactive compounds in cooked mushrooms by superheated steam. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2021. 50:799-809.
- Kim E, Seo S, Choi Y, Chun K, Lee E. The quality improvement of *Bulgogi* using superheated steam and high hydrostatic pressure. Korean J Food Preserv. 2017a. 24:593-599.
- Kim H, Hwang JB, Kim SN, Choi Y, Kim SM, Han HK, et al. Changes of nutrient composition and retention rate of sweet pepper by different types and blanching method. Korean J Food Cook Sci. 2016. 32:433-440.
- Kim HK, Chun JH, Kim SJ. Method development and analysis of carotenoid compositions in various tomatoes. Korean J Environ Agric. 2015. 34:196-203.
- Kim HY, Kim H, Chun J, Chung H. Changes in  $\beta$ -carotene, vitamin E, and folate compositions and retention rates of pepper and paprika by color and cooking method. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2017b. 46:713-720.
- Kim JY, Park SR, Shin JA, Chun JY, Lee J, Yeon JY, et al.  $\beta$ -carotene and retinol contents in *Bap*, *Guk* (*Tang*) and *Jjigae* of eat-out Korean foods. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:1958-1965.
- Kim KI, Hwang IG, Yoo SM, Min SG, Choi MJ. Effects of various pretreatment methods on physicochemical and nutritional properties of carrot. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2014. 43:1881-1888.
- Kim YG, Lee YH, Kang MK, Lee BH, Yun JK, Kim SB, et al. Preparation of functional cosmetics containing  $\beta$ -carotene derived from recombinant *Escherichia coli* and evaluation of anti-wrinkle efficacy by clinical testing. Kor J Microbiol Biotechnol. 2009. 37:399-404.
- KOSTAT (Statistics Korea). Production of chili pepper, sesame and highland potatoes in 2019. 2019 [cited 2021 Aug 10]. Available from: [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/1/1/index.board?bmode=read&aSeq=378839](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&aSeq=378839)
- Lee S, Choi Y, Jeong HS, Lee J, Sung J. Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. Food Sci Biotechnol. 2018. 27:333-342.
- Maranesi M, Bochicchio D, Montellato L, Zaghini A, Pagliuca G, Badiani A. Effect of microwave cooking or broiling on selected nutrient contents, fatty acid patterns and true retention values in separable lean from lamb rib-loins, with emphasis on conjugated linoleic acid. Food Chem. 2005. 90:207-218.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). Korea food standards codex. 2022 [cited 2022 Apr 8]. Available from: [https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_03.jsp?idx=11003](https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=11003)
- Murphy EW, Criner PE, Gray BC. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. J Agric Food Chem. 1975. 23:1153-1157.
- Palermo M, Pellegrini N, Fogliano V. The effect of cooking on the phytochemical content of vegetables. J Sci Food Agric. 2014. 94:1057-1070.
- Park JH, Jeon GI, Kim JM, Park E. Antioxidant activity and antiproliferative action of methanol extracts of 4 different colored bell peppers (*Capsicum annuum* L.). Food Sci Biotechnol. 2012. 21:543-550.
- RDA. 9th revision Korean food composition table. Rural Development Administration, Jeonju, Korea. 2016. p 18-37.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biol Med. 1999. 26:1231-1237.
- Sanatombi K, Rajkumari S. Effect of processing on quality of pepper: A review. Food Rev Int. 2020. 36:626-643.
- Seo BY, Kim JS, Park E. Comparison of phenolic compounds and antioxidant properties of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) according to variety and moist heat cooking. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2018. 47:243-252.
- Wu X, Zhao Y, Haytowitz DB, Chen P, Pehrsson PR. Effects of domestic cooking on flavonoids in broccoli and calculation of retention factors. Heliyon. 2019. 5:e01310. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01310>
- Özcan MM, Uslu N, Efe NS, Erdem AN, Değerli Z, Kulluk DA, et al. Effect of thermal processing on the bioactive compounds and color parameters of types of three sweet pepper. J Food Process Preserv. 2021. 45:e15661. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15661>