

단고추 종류와 데침처리에 따른 영양성분 변화 및 잔존율 비교

김홍균·황진봉¹·김세나·최용민·김소민·한혜경·양미란·김행란[†]
농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과, ¹한국식품연구원 식품분석센터

Changes of Nutrient Composition and Retention Rate of Sweet Pepper by Different Types and Blanching Method

Honggyun Kim · Jin Bong Hwang¹ · Se Na Kim · Youngmin Choi · So-Min Kim ·
Hye-Kyung Han · Mi-Ran Yang · Haeng Ran Kim[†]

Functional Food & Nutrition Division, National Institute of Agricultural Sciences (NIAS), Rural Development Administration (RDA),
Wanju 55365, Korea

¹Department of Food analysis, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

Abstract

Purpose: To provide the nutritional information of sweet peppers, we have evaluated changes of nutrient content and retention rates by different sweet pepper types and blanching method. **Methods:** Four types of raw and blanched (100°C, 30 sec) sweet peppers were prepared and their weight, nutrient content (3 water soluble vitamins, 10 minerals) and retention rates were analyzed. **Results:** The weight of blanched sweet peppers was decreased than that of raw sweet peppers. From the results of the two-way analysis, the type of sweet pepper had a greater influence than blanching method used on the thiamine, riboflavin, folate and vitamin C contents (but not niacin) ($p < 0.05$). Red pimento contained the most thiamine (0.1 mg/100 g), riboflavin (0.16 mg/100 g), folate (47.89 µg/100 g) and total niacin (0.11 mg/100 g). Red paprika contained high levels of riboflavin (0.15 mg/100 g) and folate (44.96 µg/100 g). Orange paprika contained the highest vitamin C content (116.29 mg/100 g). In addition, the mineral content, with the exception of Se, was strongly influenced by the type of sweet pepper rather than the blanching method ($p < 0.001$). The K content of sweet peppers was higher than other minerals. Overall, after blanching, high retention rates (over 70%) were observed in all types of sweet peppers. However, the retention rates of thiamin, vitamin C and Se showed lower levels (less than 70%). **Conclusion:** The vitamin and mineral contents depends more on the type of sweet pepper; although vitamin and mineral (except Se) contents showed some changes after blanching. Our results can be utilized to determine the effects of cooking processes on nutritional information.

Key words: sweet pepper, blanching, color, vitamin, mineral

I. 서론

단고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과 채소로 영문명은 'sweet pepper'라 한다. 피망과 파프리카는 단고추의 한 종류로 우리나라와 일본에서는 둘을 다르게 인식하고 있으며, 일반적으로 매운맛이 나고 육질이 질긴 것은 피망, 매운맛이 없고 아삭하게 씹히고, 단맛이 많은 것을 파프리카라고 부른다(Doopedia 2016). 단고추의 다양한 색은 품종의 차이로, 덜 익은 단고추의 경우 녹색이었다

가 익어갈수록 적색, 주황색, 황색 등의 다양한 색을 띠게 된다(Simonne AH 등 1997).

최근 컬러푸드에 대한 관심이 증가하면서 파프리카, 피망 등 단고추 생산과 소비가 늘고 있는 추세이다. 파프리카의 국내 생산량은 2000년 7,500톤에서 2014년 60,943톤으로 꾸준히 증가했으며, 해외 수출량도 2011년 16,513톤에서 2014년 23,138톤으로 우리나라의 주요 수출품목 중 하나이다(Korea Agricultural Trade Information 2015). 국내에서는 대형 유통업체를 통한 판매가 많이 이루어지고

[†]Corresponding author: Kim, Haeng Ran, Functional Food & Nutrition Division, National Institute of Agricultural Science (NIAS), Rural Development Administration (RDA), 166 Nongsaengmyeong-ro, Wanju, Jeonbuk 55365, Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8151-4350>

Tel: +82-63-238-3500, Fax: +82-63-238-3644, E-mail: kimhrr@korea.kr



있으며, 파프리카를 구입할 때 다른 색에 비해 적색 파프리카를 특히 선호하고, 한 가지 색을 구매하기 보다는 적색, 주황색, 황색의 다양한 색을 함께 구매하는 것을 선호한다. 또한 소비자들은 파프리카가 영양적으로 우수하다는 것을 인식하고 있으며, 건강에 좋기 때문에 구입한다고 하였고, 볶음, 샐러드, 생것 순으로 많이 이용하고 있다(Korea Rural Economic Institute 2008).

단고추에 대한 영양성분 연구로, 파프리카는 비타민 A, C 및 칼륨, 칼슘, 인 등 각종 비타민과 무기질 함량이 높으며(Simonne AH 등 1997, National Rural Resources Development Institute 2006, Chuah AM 등 2008), 일반성분, 무기질, 유리당, 유기산, 아미노산, 지방산, phenol, chlorophyll, L-ascorbic acid, tocopherol, lipase activator 등 다양한 성분분석에 대한 연구가 꾸준히 보고되고 있다(Kim BM 1990, Jeong CH 등 2006, Kim JS 등 2011, Kim HC 등 2012). 하지만 열처리와 관련된 연구는 Hwang IG 등(2015)의 가열 전처리에 따른 피망의 품질 특성 변화 연구 이외에는 보고된 연구결과를 찾기 어렵고, 더욱이 색이 다른 종류의 단고추를 열처리하여 성분 변화를 분석한 연구는 보고되지 않았다. 외국의 경우 Castro SM 등(2008, 2011)은 다양한 파프리카를 이용하여 데치기와 압력 처리에 따른 영양소 함량변화를 연구하였고, Chuah AM 등(2008)은 피망과 파프리카를 색깔 별로 나누어 열처리방법 별 항산화 물질에 대한 함량변화와 잔존율을 연구하였다.

따라서 본 연구에서는 단고추 종류별로 데침처리 전후의 수용성 비타민, 무기질 함량을 비교하고, 데침처리시 영양소의 실제 잔존율을 비교 하였다. 이를 통해 조리가 공시 활용 가능한 영양소 함량 변화에 대한 정확한 영양 정보를 제공하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 전처리

본 실험에 사용한 단고추는 적색 피망 1종과 적색, 주황색, 황색 3종의 파프리카를 사용하였다. 각각의 시료는 2013년 7월에 경남 진주, 경기 용인, 경북 구미, 강원 철원에서 각각 재배된 것을 사용하였다. 각 시료는 생것, 데친 것 2가지 처리법을 이용하여 시료를 만들었다. 생것은 단고추의 꼭지, 씨 등의 비 가식부위를 제거하여 사용하였고, 데친 것은 비 가식부위를 제거한 단고추의 중량을 측정 후 잠길 정도의 물을 끓인 후 단고추를 넣어 30초 동안 데침처리 하였다. 데치는 과정 중에 단고추가 물위에 뜨는 것을 방지하고, 고른 열전달을 위하여 데치는 동안 저어주었고, 데침처리 후 채반에 받쳐 30분간 식혀준 후에 중량을 측정하였다. 모든 시료는 가로, 세로 각각 1 cm로 세절하고, 균질과정 중 분쇄가 잘 되지 않는

섬유질의 분쇄와 영양소 손실을 최소화를 위하여 액체질소에 급속냉동 하였다. 분쇄할 냉동된 시료는 균질기(Robot Coupe Blixer, Robot Coupe, Jackson, MS, USA)를 사용하여 가루형태로 분쇄하고 고운체(169 mesh)에 내린 다음, -70°C에 보관 후 실험에 사용하였다. 분석에 사용된 모든 시약은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)의 분석 및 HPLC 등급을 사용하여 분석하였다.

2. 수용성 비타민 분석

티아민, 나이아신의 분석은 Kim GP 등(2014)의 방법에 따라 수행하였다. HPLC(Nanospace SI-2, Shiseido, Tokyo, Japan)로 정량하였고, Imtakt UK(4.6×150 mm, 3 μm, Unison UK-C18, Imtakt, Kyoto, Japan)컬럼과 PDA detector(Accela PDA 80 Hz Detector, Shiseido, Tokyo, Japan)를 사용하였으며, 이동상은 5 mM sodium 1-hexanesulfonate 용액(J.T. Baker Chemical Co., Phillipsberg, NJ, USA)과 60% methanol 혼합용액(Thermo Fisher, Seoul, Korea)을 사용하였다. 파장은 270 nm, 유속은 0.8 mL/min, 컬럼 온도는 40°C 조건에서 분석하였다.

리보플라빈의 분석은 Long AR(2000)의 형광광도법에 의해 시행하였다. 시료에 0.1 N HCl(Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan) 50 mL를 가하고 고압멸균기(121°C, 30분)(SJ-220A100, Sejong Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 열처리했다. 냉각 후 0.5 N NaOH(Sigma, St. Louis, MO, USA)로 pH 6.0으로 조정 후 0.1 N HCl로 pH 4.5로 조정하고 100 mL로 정용했다. 추출물을 여과지(Filter papers No. 2, Whatman, Brentford, UK)를 이용하여 여과하고 위 추출액에 3% KMnO₄(Sigma, St. Louis, MO, USA) 0.5 mL를 넣고 혼합하여 정확하게 2분 방치한 후 3% H₂O₂(Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan) 0.5 mL를 넣고 충분히 혼합하였다. 침전물이 생기면 원심분리기(LABOGENE 1580R, GYROZEN Co. Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 원심분리한 후에 시료 및 표준용액의 형광 광도를 측정하였다(Ex=435 nm, Em=545 nm).

엽산 분석은 Long AR(2000)에 따른 효소 가수분해법을 이용하였다. 균질화 된 시료에 증류수와 0.1 M phosphate buffer를 가한 뒤 100°C에서 15분 열처리 하였다. Protease(*Streptomyces griseus* Type XIV_#P5147, Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)용액을 가한 뒤 37°C에서 3시간 동안 배양하고 100°C에서 5분간 열처리하여 protease를 불활성화 시키고, 동일한 플라스크에 amylase(*Aspergillus oryzae* #A9857, Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)용액을 가한 뒤 2시간 후에 chicken pancreas conjugase(Chicken Pancreas Powder 43032-1, Pel-Freez, Rogers, AR, USA)용액을 가하여 37°C에서 16시간 배양하였다. 이후 100°C에서 5분간 열처리 하여 amylase, conjugase를 불활성화 시켰다. 각 시

료 추출액을 pH 4.5로 조정된 뒤 100 mL로 정용하여 멸균한 뒤에 *Lactobacillus casei*(spp. rhamnosus ATCC 7469, BD Bioscience, Sparks, MD, USA)가 접종된 배지에 넣어 함량을 정량하였다.

비타민 C 분석은 Phillips KM 등(2010)의 방법을 이용하여 HPLC(Shiseido)로 함량을 측정하였다. 사용된 컬럼은 Phenomenex(5 µm, RP-18 GP 250-4.6, Kanto Chemical Co. Inc., Tokyo, Japan), 검출기는 PDA detector(Shiseido)를 사용하였으며, 이동상은 0.05% formic acid 용액(Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다. 파장은 245 nm, 유속은 0.7 mL/min, 컬럼 온도는 40°C로 유지하였으며, 본 연구의 비타민 분석 시 시료의 채취 중량은 수분 함량확인 후에 채취하여 실험에 사용하였다.

3. 무기질 분석

무기질 분석은 Korea Food Industry Association(2012)의 기준에 준하여 실시하였다. 무기질 성분은 시료에 질산(Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan) 8 mL와 H₂O₂ (Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan) 2 mL를 가한 후 마이크로웨이브 분해기(MIs 1200 Mega, Milestone, Bergamo, Italy)로 시료를 분해하였으며, 다량 및 미량 무기질인 Ca, Fe, Na, K, Mg, Mn, Zn, Cu는 ICP-OES(JY 138 Ultrace, Jobin Yvon, Longjumeau Cedex, France)으로 측정하였고, 초미량 무기질인 Se, Mo는 ICP-MS(ELAN DRC-e, PerkinElmer, Waltham, MA, USA)으로 측정하였다.

4. 잔존율 계수(Retention factor)

잔존율 계수는 시료 처리과정 중 중량변화를 반영하여 시료의 영양소 변화를 잔존율로 나타내는 방법으로, 본 연구에서는 시료의 열처리 전후 중량 및 영양소 함량을 사용하여 계산하였다(Murphy EW 등 1975, Kim HG 등 2010). 또한 미국 United States Department of Agriculture (2007) 기준에 의하여 잔존율 값이 100% 이상인 데이터는 100%로 표시하고, 5단위로 표시하여 분석 데이터와 함께 제시하였다. 잔존율에 관하여 다음과 같은 계산식을 사용하였다(Murphy EW 등 1975).

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

Nc = nutrient content per g of cooked food

Gc = g of cooked food

Nr = nutrient content per g of raw food

Gr = g of food before cooking

5. 통계 분석

통계분석은 SPSS Statistics(ver. 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였으며, 분석결과에 대해 단고추 중

류와 데침처리의 효과를 알아보기 위하여 이원분산분석(two-way ANOVA)을 실시하였다. 시료간 차이를 검증하기 위하여 Duncan의 다중검증을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 단고추 종류별, 데침처리 전후 중량 변화

단고추 종류별 데침처리 전후 중량 및 변화율을 Table 1에 나타냈으며, 피망과 파프리카 모두 데침처리 후 중량이 감소하였다. 수분함량의 경우 데침처리 전 적색 피망, 적색 파프리카, 주황색 파프리카, 황색 파프리카는 각각 91.23, 92.00, 92.37, 92.66 g/100 g이었으며(Choi SY 등 2014), 데침처리 후에는 각각 89.83, 91.48, 91.84, 92.37 g/100 g으로 데침처리 전과 비교하여 감소하는 것으로 나타났다. Hwang IG 등(2015)은 피망 데침처리 이후 수분함량이 증가하는 것으로 나타나 본 연구와 다른 경향을 보였다. Hwang IG 등(2015)은 데침처리 후 1분간 냉수에 냉각 후 거즈로 물기를 제거한 반면, 본 실험에서는 데침처리 후 30분간 자연 건조하여 물기제거 방법의 차이에 의한 것으로 보인다.

2. 수용성 비타민

단고추 종류와 데침처리가 수용성 비타민 함량 차이에 미치는 영향을 이원분산분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. 엽산을 제외한 나머지 비타민은 종류, 데침처리, 교호작용 3가지 요인에 의해 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 각각의 영양소 별로 살펴보면, 티아민, 리보플라빈, 엽산, 비타민 C는 데침처리의 영향에 비하여 종류에 의한 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 한편, 나이아신은 데침처리의 영향을 가장 많이 받았다($p < 0.001$).

단고추 종류와 데침처리 전후의 수용성 비타민 함량을 Table 3에 나타내었다. 단고추는 수용성 비타민 중 티아민 C 함량이 가장 높았으며, 티아민 B군 그룹 영양소도 함유하고 있었다. 생시료간의 티아민 함량 차이는 티아민과 나이아신의 경우 적색 피망이 3종의 파프리카에 비해 높게 나타났으며, 파프리카 3종간에는 유의적 차이를 보이지 않았다. 리보플라빈과 엽산은 적색 피망과 적색 파프리카가 다른 색의 파프리카에 비해 함량이 많은 것으

Table 1. Weight and weight yield of sweet pepper type

Sweet pepper type	Raw (g)	Blanching (g)	Yield (%)
Red pimento	3,000	2,790	93.0
Red paprika	3,000	2,535	84.5
Orange paprika	3,000	2,373	79.1
Yellow paprika	3,000	2,490	83.0

Table 2. *F*-values for the vitamin contents of sweet pepper by types and blanching

Source of variances	Thiamin	Riboflavin	Total Niacin	Folate	Vitamin C
Type	65.434***	296.511***	46.744***	6.961*	219.059***
Blanching	58.386***	39.401***	137.908***	0.001	30.192***
Type * Blanching	56.109***	10.633**	26.535***	1.049	141.731***

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Table 3. Vitamin contents of sweet pepper by types and blanching

Sweet pepper type	Cooking treatment	Thiamin (mg/100 g)	Riboflavin (mg/100 g)	Total Niacin (mg/100 g)	Folate ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$)	Vitamin C (mg/100 g)
Red pimento	Raw	0.10±0.02 ^{1a}	0.16±0.01 ^b	0.11±0.02 ^a	47.89±4.64 ^a	60.08±0.67 ^c
	Blanching	0.02±0.00 ^b	0.21±0.01 ^a	0.11±0.00 ^a	50.10±2.25 ^a	92.10±0.41 ^d
Red paprika	Raw	0.01±0.00 ^{bc}	0.15±0.01 ^b	0.04±0.00 ^c	44.96±6.26 ^{ab}	91.75±3.99 ^d
	Blanching	0.00±0.00 ^c	0.16±0.01 ^b	0.11±0.00 ^a	39.51±5.36 ^{ab}	109.89±1.05 ^b
Orange paprika	Raw	0.01±0.00 ^{bc}	0.07±0.00 ^d	0.04±0.00 ^c	35.45±4.89 ^b	116.29±0.73 ^a
	Blanching	0.02±0.00 ^b	0.10±0.00 ^c	0.07±0.00 ^b	40.44±4.97 ^{ab}	101.14±0.33 ^c
Yellow paprika	Raw	0.02±0.00 ^b	0.05±0.00 ^e	0.04±0.00 ^c	36.46±3.97 ^b	110.60±3.44 ^b
	Blanching	0.02±0.00 ^b	0.05±0.00 ^c	0.10±0.00 ^a	34.49±1.45 ^b	97.21±0.92 ^c

¹⁾ Mean±SD.

^{a-c} Different superscript letters mean significantly different between groups at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

로 나타났다. 비타민 C는 주황색 파프리카의 함량이 116.29 mg/100 g으로 가장 많았고 다음으로 황색 파프리카, 적색 파프리카, 적색 피망 순이었다.

데침처리 전후 비교에서 티아민은 적색 피망이 데침처리 후에 함량이 감소하였으며, 파프리카의 경우 유의적인 차이를 보이지 않았다. 리보플라빈은 적색 피망과 주황색 파프리카가 데침처리 후 증가하는 것으로 나타났다. 나이아신의 경우 데침처리 후 적색 피망은 함량의 변화가 없었으며, 파프리카의 경우 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 엽산은 데침처리한 적색 피망의 값이 50.10 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 가장 많이 나타났으나, 데침처리 전과 후에 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 비타민 B군은 수용성이기 때문에 습열조리 시 영양소 손실이 많이 나타난다고 보고된 바 있다(Banerjee DK & Chatterjea JB 1964, Cross GA 등 1982, Kumar S & Aalbersberg B 2006). 하지만 본 연구에서는 데침처리 후에도 함량 변화에 큰 차이를 보이지 않거나 오히려 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 열처리시간이 30초 정도로 짧았기 때문으로 생각된다. 비타민 C의 경우, 적색 피망과 적색 파프리카는 데침처리 후에 함량이 증가하였고, 주황색 파프리카와 황색 파프리카는 함량이 감소하였다. Hwang IG 등(2015)은 피망의 티아민 C 함량은 열처리 시간이 길어질수록 감소하는 것으로 나타났으며, Chuah AM 등(2008)도 피망과 파

프리카의 삶는 시간에 반비례 하게 티아민 C 함량이 감소하는 것으로 보고하였다. 또한 피망 및 다른 채소류의 데침 또는 습열 조리 후에 티아민 C 함량이 감소하는 것으로 나타났다(Kim BC 등 2012, Ornelas-Paz JJ 등 2013). 반면 Castro SM 등(2011)은 황색 파프리카를 70-80°C에서 1분, 2.5분 데치는 경우와 98°C에서 1분간 데치는 경우 티아민 C 함량이 생시료와 유의적인 차이가 없으며, 98°C에서 2.5분간 데칠 경우 감소한다고 보고하였다. 또한 Patras A 등(2011)은 브로콜리 및 당근의 생시료, 데친 후 냉동 시료, 생시료를 냉동한 시료의 티아민 C 함량을 분석한 결과, 데친 후 냉동한 시료는 생시료에 비해 함량이 차이가 없었으나, 데치지 않고 냉동한 시료는 함량이 크게 감소하였다. 한편 본 연구에서는 일부 시료에서 데침처리 후 티아민 C 성분이 증가하는 결과를 보였는데 Jin YX 등(2014)도 이와 유사한 결과를 제시하였다. 이는 짧은 데침시간으로, 티아민 C 파괴는 일어나지 않은 반면 열처리에 의해 티아민 C의 추출이 보다 용이해진 때문으로 유추되며 이에 대한 보다 세밀한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

3. 무기질

단고추 종류와 데침처리가 무기질 함량 차이에 미치는 영향을 이원분산분석한 결과를 Table 4에 나타내었다.

Table 4. F-values for the mineral contents of sweet pepper by types and blanching

Source of variances	Ca	Fe	Na	K	Mg
Type	75.454 ^{***}	638.139 ^{***}	316.744 ^{***}	126.823 ^{***}	462.749 ^{***}
Blanching	57.239 ^{***}	163.376 ^{***}	192.728 ^{***}	4.456	23.044 ^{**}
Type * Blanching	21.627 ^{***}	83.378 ^{***}	67.336 ^{***}	3.374	13.562 ^{**}
	Mn	Zn	Cu	Mo	Se
Type	1,534.659 ^{***}	123.065 ^{***}	66.952 ^{***}	170.816 ^{***}	3.593
Blanching	314.689 ^{***}	2.773	7.714 [*]	18.127 ^{**}	30.985 ^{***}
Type * Blanching	165.948 ^{***}	4.462 [*]	3.714	0.381	9.304 ^{**}

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Ca, Fe, Na, Mg, Mn은 종류, 데침처리, 교호작용 3가지 요인 모두에서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났다 ($p < 0.01$). 특히 Se을 제외한 무기질이 데침처리보다 단고추 종류에 의해 영향을 더 받는 것으로 보였다 ($p < 0.001$). Se 함량은 종류의 영향보다 데침처리의 영향을 더 많이 받는 것으로 나타났다 ($p < 0.01$).

단고추 종류와 데침처리에 대한 무기질 함량변화를 Table 5에 나타내었다. 단고추의 무기질은 K, Mg, Ca, Mo 순으로 높은 함량을 나타냈다. 생시료간에는 적색 피망이 3종의 파프리카보다 Ca, Na, Mg, Se의 함량이 많았으며, 3종의 파프리카 간에는 Ca, Na, Se의 유의적인 차

이를 나타내지 않았다. K은 다른 무기질에 비하여 많은 함량을 나타냈으며, 적색 피망과 주황색 파프리카의 함량이 많았으며, 다음으로 적색 파프리카, 황색 파프리카 순이었다. 이 같은 파프리카 색깔에 따른 K 함량의 차이는 Jeong CH 등(2006)의 파프리카 연구에서도 주황색, 적색, 황색 파프리카 순으로 K 함량에 차이를 보여 본 연구와 동일한 결과를 보였다. Mg은 적색과 주황색 파프리카에 비해 황색 파프리카는 9.20 mg/100 g으로 더 적은 것으로 나타났다. Fe은 주황색 파프리카의 함량(0.51 mg/100 g)이 가장 많았으며, 적색 파프리카, 적색 피망, 황색피망 순으로 함량의 차이를 보였다. Mn, Zn은 3종의 파프리카

Table 5. Mineral contents of sweet pepper by types and blanching

Sweet pepper type	Cooking treatment	Ca (mg/100 g)	Fe (mg/100 g)	Na (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)
Red pimento	Raw	8.50±0.14 ^{1)b}	0.35±0.01 ^e	0.67±0.01 ^b	257.00±1.30 ^a	12.85±0.14 ^b
	Blanching	13.03±0.74 ^a	0.46±0.00 ^c	1.23±0.05 ^a	265.45±2.97 ^a	14.14±0.41 ^a
Red paprika	Raw	6.36±0.00 ^d	0.37±0.01 ^d	0.42±0.03 ^d	234.03±2.43 ^b	10.46±0.01 ^c
	Blanching	7.80±0.68 ^{bc}	0.32±0.00 ^c	0.50±0.03 ^c	222.47±0.99 ^b	10.32±0.12 ^c
Orange paprika	Raw	6.99±0.60 ^{cd}	0.51±0.00 ^b	0.37±0.04 ^d	268.63±0.11 ^a	10.14±0.09 ^c
	Blanching	7.51±0.27 ^{bc}	0.63±0.01 ^a	0.40±0.01 ^d	261.80±14.14 ^a	10.51±0.02 ^c
Yellow paprika	Raw	6.74±0.15 ^{cd}	0.30±0.01 ^f	0.36±0.01 ^d	208.84±0.48 ^c	9.20±0.00 ^d
	Blanching	6.79±0.14 ^{cd}	0.34±0.02 ^e	0.51±0.04 ^c	196.65±1.40 ^d	9.31±0.11 ^d
		Mn (mg/100 g)	Zn (mg/100 g)	Cu (mg/100 g)	Mo (μg/100 g)	Se (μg/100 g)
Red pimento	Raw	0.08±0.00 ^g	0.10±0.00 ^d	0.07±0.00 ^b	3.98±0.23 ^d	0.73±0.07 ^a
	Blanching	0.09±0.00 ^f	0.08±0.01 ^d	0.07±0.00 ^a	4.34±0.07 ^{cd}	0.17±0.03 ^d
Red paprika	Raw	0.10±0.00 ^e	0.26±0.00 ^b	0.05±0.00 ^d	4.96±0.31 ^b	0.56±0.03 ^{ab}
	Blanching	0.11±0.00 ^d	0.31±0.00 ^a	0.05±0.00 ^d	5.52±0.07 ^a	0.47±0.13 ^{bc}
Orange paprika	Raw	0.14±0.00 ^c	0.21±0.02 ^c	0.07±0.00 ^b	1.66±0.02 ^f	0.45±0.05 ^{bc}
	Blanching	0.18±0.00 ^a	0.24±0.00 ^{bc}	0.07±0.00 ^{ab}	2.28±0.07 ^e	0.32±0.08 ^{cd}
Yellow paprika	Raw	0.14±0.00 ^b	0.26±0.03 ^b	0.06±0.00 ^c	4.58±0.11 ^{bc}	0.38±0.11 ^{bc}
	Blanching	0.14±0.00 ^c	0.25±0.02 ^b	0.06±0.00 ^c	4.93±0.46 ^b	0.31±0.02 ^{cd}

¹⁾ Mean±SD.

^{a-g} Different superscript letters mean significantly different between groups at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

가 적색 피망보다 함량이 많았으며, Mo은 적색 파프리카와 황색 파프리카의 함량이 가장 많았고, 주황색 파프리카의 함량이 가장 적었다.

데침처리 전후 비교에서 Ca은 데침처리 후 적색 피망의 함량(13.03 mg/100 g)이 가장 많이 증가하였고, 황색 파프리카는 가장 변화가 적었다. Fe 함량은 데침처리 후 적색 파프리카를 제외하고 유의적으로 증가하였다. Se을 제외한 대부분의 무기질이 데침처리 후 함량이 증가하거나 유지하는 경향을 보였다. 하지만 기존 채소의 데침처리 전후 비교 연구에서는 데침처리 후에 무기질의 함량이 감소하는 것으로 조사되어 일부 차이를 보였다(Cha MA & Oh MS 1996, Oh MS 1996, Han JS 등 1999). 이는 열처리시간의 영향으로 생각되는데, Hwang IG 등(2015)의 실험에서 2-3분간 데치는 경우 피망의 세포벽이 생 피망과 유사한 형태를 보인다고 하였다. 본 실험의 데치는 시간은 30초로 피망과 파프리카의 세포벽이 파괴되지 않은 상태로 추정할 수 있으며, 이로 인해 무기질의 손실이 없는 것으로 보인다. 또한 비타민 C와 유사하게 데침처리후 무기질 추출이 용이해졌기 때문으로 생각된다. Se의 경우 데침처리 후 함량이 감소하였는데, 이는 Mo H 등(2006)의 연구에서 양배추를 pH 7.5-8.0, 90-100°C 물로 데치는 경우 비타민 C보다 Se이 열처리 시작 초반에 급격히 감소폭이 크고, 전처리 과정이 Se의 함량에 큰 영향을 미칠 수 있다고 보고하여 본 연구에서도 동일한 경향을 보였다. 이같이 열처리 후 Se의 함량이 감소하는 이유는 Se의 특징 때문으로 보여진다. Se은 식품에 다양한 화합물의 형태로 존재하는데, 대다수의 Se 화합물은 물에 용해 또는 분해되며, 일부는 휘발성을 가지는 것으로 보고된 바 있다

(Rosenfeld I & Beath OA 1964, Campillo N 등 2009, Jang HY 등 2013). 따라서 짧은 데침처리 시간에도 쉽게 용출 및 휘발되어 함량이 감소한 것으로 보인다.

4. 영양소 잔존율

단고추 종류에 대한 데침처리 후 영양소 잔존율에 대해 Table 6에 나타내었다. 또한 United States Department of Agriculture(2007) 기준을 적용한 값을 함께 제시하였다.

각 비타민은 0-231%의 다양한 잔존율을 보였으며, 각각의 종류별로 적색 피망은 리보플라빈 124%, 엽산 97%, 비타민 C 143%로 다른 시료보다 높은 잔존율을 보이는 것으로 나타났다. 적색 피망과 적색 파프리카의 티아민은 15%, 0%의 잔존율을 보여 주황색, 황색 파프리카와 대비되었다. 이는 생시료에 함유된 티아민 함량이 미량이므로 데침처리 후 작은 함량 변화임에도 비율상 차이가 크게 나타난 때문이다. 나이아신의 경우 외부요인에 비교적 안정한 비타민으로 알려져 있으며(Kumar S & Aalbersberg B 2006), 본 연구의 데침처리 시간이 30초로 짧아 증량변화량에 비하여 용출 또는 파괴가 많이 일어나지 않아 200%가 넘는 매우 높은 잔존율을 보이는 것으로 생각된다. 무기질은 전반적으로 Se을 제외하고 73-171%의 높은 잔존율을 보이는 것으로 나타났다. Se의 경우 22-70% 범위의 잔존율로, 다른 무기질에 비해 잔존율이 낮았다. 한편, 영양소 잔존율은 앞에서 제시한 영양소 함량 변화와 차이를 보이는데, 이는 영양소 분석은 처리조건을 고려하지 않고 100 g 중 영양소 함량을 제시하는 것이고, 영양소 잔존율은 100 g을 열처리 후 유지된 시료에 대한 영양소 함량을 제시한 것이기 때문이다. 즉, 영양소 잔존율

Table 6. Retention rate of vitamin and mineral contents in blanched sweet pepper

Sweet pepper type	Thiamin	Riboflavin	Total Niacin	Folate	Vitamin C
Red pimento	15 ¹⁾ (15) ²⁾	124(100)	88(90)	97(95)	143(100)
Red paprika	0(0)	89(90)	231(100)	74(75)	101(100)
Orange paprika	149(100)	107(100)	144(100)	90(90)	69(70)
Yellow paprika	93(95)	85(85)	202(100)	79(80)	73(75)
	Ca	Fe	Na	K	Mg
Red pimento	142(100)	124(100)	171(100)	96(95)	102(100)
Red paprika	104(100)	73(75)	102(100)	80(80)	83(85)
Orange paprika	85(85)	98(100)	84(85)	77(75)	82(80)
Yellow paprika	84(85)	93(95)	118(100)	78(80)	84(85)
	Mn	Zn	Cu	Mo	Se
Red pimento	103(100)	73(75)	102(100)	101(100)	22(20)
Red paprika	91(90)	100(100)	88(90)	94(95)	70(70)
Orange paprika	106(100)	90(90)	83(85)	108(100)	57(55)
Yellow paprika	81(80)	81(80)	82(80)	89(90)	68(70)

¹⁾ %

²⁾ Converted into criteria of United States Department of Agriculture (2007).

이 영양소의 실제 변화량을 제시한 것임을 의미한다. Kim HG 등(2010) 또한 조리 후 100 g 당 영양소 함량이 증가하였으나 잔존율로 계산할 경우, 함량이 감소하거나 또는 100 g 당 영양소 함량 변화폭보다 작게 나타나는 것으로 조사되어 100 g 당 영양소 함량과 잔존율 간에 차이가 있음을 설명하였다. 또한 잔존율에서의 100%는 데침처리 시료의 중량 감소 비율과 영양성분의 함량 감소 비율이 같을 때 나타난다. 따라서 100%가 넘는 잔존율의 경우 영양소의 생성이 일어났거나 증가했다고 볼 수 없으며, 시료중량 변화 비율에 비해 성분의 함량 변화가 적어서 나타나는 값으로 보여진다. 이는 United States Department of Agriculture(2007)에서도 비타민과 무기질의 잔존율 계산 시, 100% 이상의 경우 100%로 표기한다고 권고하고 있는 바, 모든 비타민과 무기질이 열처리에 의해 파괴되지는 않음을 의미하기도 한다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 적색 피망, 적색 파프리카, 주황색 파프리카, 황색 파프리카 총 4종의 단고추에 관하여 데침처리 전후의 영양소 함량 변화를 분석하였다. 데침처리 후 모든 종류의 단고추 중량은 감소하였으며, 수분은 모든 시료에서 데침처리 후에 감소하는 것으로 나타났다.

수용성 비타민의 종류와 데침처리에 대한 이원분산분석 결과, 나이아신을 제외하고 모든 비타민이 데침처리 보다는 종류에 의해 영향을 받았으며, 나이아신은 데침처리의 영향이 큰 것으로 나타났다. 생시료의 수용성 비타민 함량은 티아민, 나이아신의 함량은 적색 피망이 가장 많았으며, 리보플라빈과 엽산은 적색 피망과 적색 파프리카가 많았고, 비타민 C는 주황색 파프리카가 가장 많았다. 데침처리 전후의 수용성 비타민 함량 변화는 비타민 C를 제외한 나머지 비타민은 데침처리 후 증가 또는 유지하는 경향을 보였으며, 비타민 C의 경우 종류에 따라 증가 또는 감소하였다. 무기질은 단고추 종류와 데침처리에 대한 이원분산분석 결과 Ca, Fe, Na, K, Mg, Mn, Zn, Cu, Mo은 데침처리의 영향보다 종류에 의한 영향이 큰 것으로 나타났으며, Se의 경우 데침처리에 의한 영향이 종류의 영향보다 큰 것으로 나타났다. 생시료의 무기질 함량은 Ca, Na, Mg의 함량은 적색 피망, Fe의 함량은 주황색 파프리카, Mn의 함량은 황색 파프리카가 가장 많은 것으로 나타났다. 데침처리 후 무기질 함량의 변화는 Se을 제외하고 데침처리 전에 비하여 전반적으로 증가 또는 유지되는 경향을 보였다. 잔존율은 모든 종류에서 전반적으로 높은 잔존율을 보였으나, 비타민에서는 티아민, 비타민 C가 일부 종류에서 70% 미만의 잔존율을 보였다. 무기질의 경우, 대부분 70% 이상의 높은 잔존율을 보였으나, Se의 경우 22-70%의 낮은 잔존율을 보였다. 이는

Se이 다른 무기질, 비타민 보다 열과 수분에 쉽게 분해 또는 휘발됨을 의미한다. 향후 데침처리에 의한 비타민, 무기질의 잔존율에 관해 열처리 조건, 채소의 유형, 분석 방법 등 다각적인 측면에서 세부적인 연구가 필요 할 것으로 보인다. 또한, 이 연구는 4개 지역에서 생산된 단고추에 대한 연구결과에 한정된 것으로, 보다 다양한 종류에 대하여 다양한 재배지역에서 생산된 단고추에 관하여 세밀한 영양학적 검토가 필요하다.

Conflict of Interest

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

Acknowledgements

This work was supported by grants form [Joint research project of Rural Development Administration (Project No.: PJ01099604)].

References

- Banerjee DK, Chatterjea JB. 1964. Folic acid activity of Indian dietary articles and the effect of cooking on it. *Food Technol* 18(7):1081-1083.
- Campillo N, Peñalver R, López-García I, Hernández-Córdoba M. 2009. Headspace solid-phase microextraction for the determination of volatile organic sulphur and selenium compounds in beers, wines and spirits using gas chromatography and atomic emission detection. *J Chromatogr A*. 1216(39):6735-6740.
- Castro SM, Saraiva JA, Domingues FMJ, Delgadillo I. 2011. Effect of mild pressure treatments and thermal blanching on yellow bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *LWT-Food Sci Technol* 44(2):363-369.
- Castro SM, Saraiva JA, Lopes-da-Silva JA, Delgadillo I, Loey AV, Smout C, Hendrickx M. 2008. Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (*Capsicum annuum* L.). *Food Chem* 107(4):1436-1449.
- Cha MA, Oh MS. 1996. Changes in mineral content in several leaf vegetables by various cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 12(1):34-39.
- Choi SY, Kim SC, Son BY, Kim KT, Kim MH, Choi YM, Cho YS, Hwang JB, OH MR, OH HK. 2014. Comparison of dietary fiber and amino acid composition in frequently consumed vegetables and fruits. *Korean J Food Cook Sci* 30(5):564-572.
- Chuah AM, Lee YC, Yamaguchi T, Takamura H, Yin LJ, Matoba T. 2008. Effect of cooking on the antioxidant properties of

- coloured peppers. *Food Chem* 111(1):20-28.
- Cross GA, Fung DY, Decareau RV. 1982. The effect of microwaves on nutrient value of foods. *Crit Rev Food Sci Nutr* 16(4):355-381.
- Doopedia. 2016. Paprika, *Capsicum annuum* var. *angulosum*. Available from: http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000778202. Accessed April 27, 2016.
- Han JS, Kim JS, Kim MS, Choi YH, Minamide T, Huh SM. 1999. Changes on mineral contents of vegetables by various cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 15(4):382-387.
- Hwang IG, Kim KI, Jo YJ, Choi MJ, Min SG, Yoo SM. 2015. Effects of different thermal pre-treatment on the quality properties of bell pepper. *Food Eng Prog* 19(2):96-103.
- Jang HY, Min HS, Lee JH, Pak YN. 2013. Studies of separation and quantitation for selenium species in food. *Anal Sci Technol* 26(3):182-189.
- Jeong CH, Ko WH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. 2006. Chemical components of Korean paprika according to cultivars. *Korean J Food Preserv* 13(1):43-49.
- Jin YX, Cho YS, Choi YM. 2014. Nutritional quality of *Peucedanum japonicum* Thunb. leaves in relation to ripening time, growing condition and blanching. *Korean J Food Preserv* 21(6):784-789.
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EK. 2012. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Korean J Culin Res* 18(1):40-53.
- Kim BM. 1990. Separation and properties of crude lipase activator from green pepper, *Capsicum annuum* Lin. *Korean J Food Sci Technol* 22(1):13-18.
- Kim GP, Lee J, Ahn KG, Hwang YS, Choi Y, Chun J, Chang WS, Choung MG. 2014. Differential responses of B vitamins in black soybean seeds. *Food Chem* 153:101-108.
- Kim HC, Ku YG, Lee JH, Kang JG, Bae JH. 2012. Comparison plant growth and fruit setting among sweet pepper cultivars of red line. *J Bio-Environ Control* 21(3):247-251.
- Kim HG, Lee KJ, Kim SM, Chung HJ. 2010. Nutritional retention factor of 1+ quality grade Hanwoo beef using different cooking methods. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30(6):1024-1030.
- Kim JS, Ahn J, Ha TY, Rhee HC, Kim S. 2011. Comparison of phytochemical and antioxidant activities in different color stages and varieties of paprika harvested in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 43(5):564-569.
- Korea Agricultural Trade Information (KATI). 2015. Paprika. Available from: <http://www.kati.net/view/view.do?menuCode=875&bbsid=1>. Accessed April 28, 2016.
- Korea Rural Economic Institute (KREI). 2008. Status and challenges of paprika industries. Available from: http://www.krei.re.kr/web/www/23?p_p_id=EXT_BBS&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_EXT_BBS_struts_action=%2Fext%2Fbbs%2Fview_message&_EXT_BBS_messageId=25
10. Accessed April 26, 2016.
- Korea Food Industry Association (KFIA). 2012. Korean food standards codex II -General test method. Moonyoung, Seoul, Korea. pp 55-63.
- Kumar S, Aalbersberg B. 2006. Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking: 2. Vitamins. *J Food Compos Anal* 19(4):311-320.
- Long AR. 2000. Vitamins and other nutrients. Vol. 2. pp 9-12, 44-49. In: Official methods of analysis of AOAC international. 17th ed. Horwitz W (ed). AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Mo H, Zhang M, Sun J. 2006. Effect of drying process parameters on dehydrated cabbage enriched with selenium. *Dry Technol* 24(12):1657-1663.
- Murphy EW, Criner PE, Gray BC. 1975. Comparison of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *J Agric Food Chem* 23(6):1153-1157.
- National Rural Resources Development Institute (NRRDI). 2006. Food composition table. 7nd ed. National Rural Resources Development Institute, R.D.A, Suwon, Korea. p 158.
- Oh MS. 1996. Changes in mineral content in several root vegetables by various cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 12(1):40-45.
- Ornelas-Paz JJ, Cira-Chávez LA, Gardea-Béjar AA, Guevara-Arauz JC, Sepúlveda DR, Reyes-Hernández J, Ruiz-Cruz S. 2013. 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* 50(2):519-525.
- Patras A, Tiwari BK, Brunton NP. 2011. Influence of blanching and low temperature preservation strategies on antioxidant activity and phytochemical content of carrots, green beans and broccoli. *LWT-Food Sci Technol* 44(1):299-306.
- Phillips KM, Tarrago-Trani MT, Gebhardt SE, Exler J, Patterson KY, Haytowitz DB, Pehrsson PR, Holden JM. 2010. Stability of vitamin C in frozen raw fruit and vegetable homogenates. *J Food Compos Anal* 23(3):253-259.
- Rosenfeld I, Beath OA. 1964. Chemistry of selenium. pp 299-302. In: Selenium: Geobotany, biochemistry, toxicity, and nutrition. Rosenfeld I, Beath OA. Academic Press, New York, NY, USA.
- Simonne AH, Simonne EH, Eitenmiller RR, Mills HA, Green NR. 1997. Ascorbic acid and provitamin A contents in unusually colored bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *J Food Compos Anal* 10(4):299-311.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2007. USDA table of nutrient retention factors release 6. Available from: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/80400525/Data/retn/retn06.pdf>. Accessed April 26, 2016.

Received on Jul.5, 2016/ Revised on Aug.17, 2016/ Accepted on Aug.17, 2016