

고추와 파프리카의 색과 조리방법의 차이에 따른 베타카로틴, 비타민 E, 엽산의 함량과 잔존율

김현영¹ · 김홍균² · 천지연¹ · 정혜정²

¹순천대학교 식품공학과

²전주대학교 한식조리학과

Changes in β -Carotene, Vitamin E, and Folate Compositions and Retention Rates of Pepper and Paprika by Color and Cooking Method

Hyeon Young Kim¹, Honggyun Kim², Jiyeon Chun¹, and Heajung Chung²

¹Department of Food Science and Technology, Suncheon National University

²Department of Korean Cuisine, Jeonju University

ABSTRACT β -Carotene, vitamin E, and folate contents according to color and species of *Capsicum annuum* were investigated. In addition, four *C. annuum* species were cooked by using different methods (boiling, pan-cooking, pan-frying, deep-frying, steaming, roasting, and microwaving), and retention rates of β -carotene, vitamin E, and folate affected by color and species were evaluated. Weight loss was observed in all paprika and pepper species using all cooking methods. β -Carotene and folate contents of *C. annuum* samples were significantly different by color, species, and cooking method ($P < 0.05$), whereas vitamin E contents were not significantly affected by species. β -Carotene, vitamin E, and folate contents (mg/100 g) of raw *C. annuum* showed ranges of 95.4 (green pepper)~2,441.1 (red pepper), 0.7 (green paprika)~4.2 (red paprika), and 6.2 (green pepper)~148.7 (red pepper). As a result, the highest β -carotene, vitamin E, and folate contents were detected in deep fried red pepper, roasted red pepper, and boiled red pepper, respectively, among the cooked samples. Retention rates of *C. annuum* varied by cooking method, resulting in ranges of 77.3% (boiled red pepper)~356.4% (roasted green pepper) for β -carotene, 2.0% (microwaved red pepper)~789.3% (deep-fried green paprika) for vitamin E, and 20.9% (microwaved red pepper)~445.1% (steamed green pepper) for folate. Over 75% retention rates were observed for β -carotene, vitamin E, and folate in all samples except for red pepper. However, in red pepper, vitamin E and folate retentions were remarkably lowered by deep frying and microwaving, resulting in rates of 2.0~32.1%. This study provides information on effective cooking methods for vitamin retention in *C. annuum* depending on color and species.

Key words: paprika, pepper, color, cooking, vitamin

서 론

고추(*Capsicum annuum* L.)와 파프리카(*Capsicum annuum* var. *angulosum*)는 가지과(Solanaceae)에 속하는 작물이다. 고추는 한국인의 식단에서 매우 선호도가 높은 향신료이며(1-3), 한국의 음식문화를 대표하는 김치, 고추장, 양념 등의 주원료 또는 부원료로 많이 이용되고 있다(1). 고추와 달리 매운맛이 없고(4) 단맛이 많은 것을 파프리카라고 하며, 이는 bell type의 고추(단고추)라고도 한다(5). 파프리카는 과실의 품종에 따라 빨간색, 주황색, 노란색, 초록색, 자주색 등 다양한 색상을 가지고 있으며 샐러드나 구색

채소로 이용된다(6-9).

최근 웰빙이 트렌드가 됨에 따라 컬러푸드에 관심이 증가하면서 구색 채소의 소비가 늘고 있는 추세이다. 고추의 국내 소비량은 1985년 165,000톤에서 2014년 172,000톤으로 증가하였으며, 파프리카는 2009년 18,298톤에서 2013년 40,555톤으로 09년도 대비 2배 이상 증가를 했다(10). 소비자들은 파프리카를 구입할 때 한 가지 색을 구매하기보다는 다양한 색을 함께 구매하는 것을 선호한다고 하였으며(11), 색상에 따라 함유한 영양성분의 함량이 다르다고 보고되었다(9).

고추, 파프리카와 같은 채소류들은 보통 생식으로 먹거나 조리 또는 가공처리 후 섭취하게 되는데 최근에는 병원성 미생물 오염으로 인한 안전성 문제의 대두로 인하여(12-14) 살균하거나 식품의 품질 보존과 가치 향상을 위하여 다양한 조리 및 가공이 널리 이루어지고 있다(15). 채소류의 유용성

Received 8 February 2017; Accepted 8 May 2017

Corresponding author: Heajung Chung, Department of Korean Cuisine, Jeonju University, Jeonju, Jeonbuk 55069, Korea
E-mail: angiechung@hanmail.net, Phone: +82-63-220-2098

분들은 조리 및 가공방법에 따라 영향을 받을 수 있으며 이에 따른 함량 변화도 예측해 볼 수 있다. 현재 국내외에서는 조리 시 영양 성분들의 조리에 따른 잔존율 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 현재 USDA(16)에서는 식재료들의 다양한 조리방법에 따른 영양성분의 잔존율 데이터를 제공하고 있다.

고추에 대한 영양성분 연구로 Ha(3)는 고추의 신미성분 정량과 비타민 C를 비교 분석하였으며, Lee 등(17)은 고추 품종 5종에 대해 캡사이신, 유리당, 유기산을 정량하여 관능적 선호도와 상관관계를 비교하였다. 파프리카에 대한 영양성분 연구로 Kim 등(9)은 파프리카의 색상(적색, 황색, 녹색)별 phytochemical 및 항산화의 비교를 보고하였으며, Kim 등(11)은 파프리카의 색상별로 수용성 비타민과 무기질 성분을 비교하였다. Chuah 등(18)은 빨강, 주황, 노랑 파프리카를 조리에 따른 항산화 성분 변화에 대해 보고하였다. 이러한 기존 연구에서는 고추 또는 파프리카의 품종, 색상별, 조리 및 가공 과정으로 인해 영양성분의 함량이 차이를 보이는 것으로 연구되었다. 하지만 영양성분의 함량 차이에 영향을 될 수 있는 여러 요인(종류, 색상, 조리과정) 중 어떠한 요인이 함량 차이에 더 큰 영향을 주는지에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 고추의 종류(고추, 파프리카), 색(적색, 녹색), 그리고 7가지 조리방법(굽기, 볶기, 찌기, 삶기, 튀기기, 로스팅, 전자레인지)에 따른 주요 비타민 함량 변화 및 잔존율을 비교하여 국민건강영양정책 수립을 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

시료 전처리

본 연구에 사용된 채소류는 적색, 녹색 고추 2종과 적색, 녹색 파프리카 2종으로 전북 전주 농수산물시장에서 크기와 색깔이 균질한 시료를 구입하였다. 조리조건에 따른 영양소 함량변화를 분석하기 위해 다음과 같이 조리 과정을 진행하였다. 모든 재료는 전처리 전 증류수로 세척하여 사용하였다. 시료는 파프리카의 경우 가로, 세로 약 3 cm로 세절하였고, 고추는 가로, 세로 약 1 cm로 세절하여 균질화하였다. 굽기는 인덕션(DIH-261DC, Daeryung, Seoul, Korea)을 1,800 W 출력으로 하여 4분 동안 구웠다. 볶기는 식용유를 1회 조리 시 15 mL로 하여 팬에 1,800 W 출력으로 4분 30초 조리한 다음 키친타월 2겹으로 1번 문질러 기름기를 제거하였다. 찌기는 인덕션을 2,400 W 출력으로 하여 증류수를 가열한 뒤 1,400 W로 낮춘 후 3분간 조리하고 재료를 뒤집은 다음 3분간 찌다. 삶기는 인덕션의 출력을 2,400 W로 하여 증류수를 끓인 후 출력을 1,400 W로 낮춘 다음 재료를 넣고 3분간 삶았다. 튀기기는 전기튀김기(DK-201, Delki, Goyang, Korea)를 170°C로 예열한 후 2분 30초 동안 조리하고 키친타월 3겹으로 3번 문질러 기름기를 제거하였다.

로스팅은 컨벤션 오븐(Fscw61, Fujimak, Tokyo, Japan)에서 160°C로 예열한 후 3분간 조리한 뒤 뒤집은 다음 다시 3분간 조리하였다. 전자레인지(700 W, 2450 MHz, Rw-c23rws, Samsung, Seoul, Korea) 조리법은 시료를 넣은 후 3분간 가동한 다음 재료를 뒤집어 주었으며 다시 2분 30초 동안 조리하였다. 모든 시료는 조리 직후 -70°C에서 냉동 보관하였으며, 균질기(HGBSS, Waring, Torrington, CT, USA)로 균질화한 다음 분석 시료로 사용하였다.

시약

베타카로틴, 토코페롤, 염산에 사용된 표준시약은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였고, 분석 시 사용된 sodium hydroxide(KOH)는 Daejung(Si-heung, Korea), sodium sulfate anhydrous(Na_2SO_4)는 Junsei(Tokyo, Japan), chloroform(CHCl_3)과 n-hexane(C_6H_{14})은 J.T Baker(Phillipsburg, NJ, USA)의 제품을 사용하였다.

베타카로틴 분석

베타카로틴 분석은 Thomas 등(19)의 방법에 따라 알칼리 비누화법으로 추출한 후 HPLC로 분석하였다. 균질화된 시료를 추출관에 취하고 6% pyrogallol ethanol 용액을 첨가한 후 10분 동안 초음파처리(Sonicator, Cole-Parmer, Vernon Hills, IL, USA) 하였다. 다음으로 시료 추출관에 60% KOH 용액 8 mL를 추출관에 가하고 잘 혼합한 후 추출관의 상부 공기를 질소로 치환시켰다. 치환된 추출관을 75°C, 100 rpm으로 조절된 shaking water bath(HB-205SW, Hanbaek Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 1시간 동안 검화 처리한 후 찬물에 냉각하고 2% NaCl 용액 20 mL를 가하여 반응을 종결시켰다. 검화액에 추출용매(hexane : ethyl acetate=85:15, v/v, 0.01% butylated hydroxytoluene, BHT) 15 mL를 가한 다음 격렬하게 섞은 후 정지시켜 층을 분리했다. 층 분리된 상층액을 KOH가 채워진 유리관에 통과시켜 추출액 중의 수분을 제거한 다음 50 mL 정용플라스크에 수집하였다. 이 과정을 3회 반복하여 추출용액을 수집하였으며 추출용매를 이용하여 50 mL로 정용하였다. 추출액을 취한 후 질소 농축한 다음 잔류물을 CHCl_3 로 용해한 후 HPLC(Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 베타카로틴을 측정하였다. 사용된 칼럼은 Vydac 201TP C_{18} (4.6 mm×250 mm, 5 μm , GRACE, Santa Clara, CA, USA)이며, 검출기는 PDA detector(Agilent, 452 nm), 이동상은 MeOH : BuOH : H_2O =6:1:3과 MeOH : BuOH : H_2O =89.5:10:0.5를 사용하였으며, 분석시간은 65분이었다.

토코페롤 분석

토코페롤은 Lee 등(20)의 방법에 따라 알칼리 비누화법으로 추출한 후 HPLC로 분석하였다. 추출법은 베타카로틴

과 같으며, 추출액을 취해 질소 농축한 후 n-hexane으로 재용해시켰다. Hexane에 용해된 추출액은 0.45 µm membrane filter(Advantec, Tokyo, Japan)를 사용하여 여과한 후 HPLC vial에 담아 HPLC(LC-20AD, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분리하였으며 형광검출기(FLD, Shimadzu, Exλ=290 nm, Emλ=330 nm)로 검출하였다. 사용된 칼럼은 LiChrospher Diol 100(240×4 mm, 5 µm, Merck, Darmstadt, Germany)이며, 이동상은 0.9% isopropanol을 함유한 n-hexane을 사용하였고 총 분석시간은 35분이었다.

엽산 분석

엽산 추출은 Chun 등(21)의 방법에 따라 protease, α-amylase, folate conjugase(Pel-Freez Biologicals, Rogers, AR, USA)를 모두 처리한 trienzyme 추출방법을 이용하였고, 엽산 함량 분석은 *Lactobacillus casei* spp. *rhamnosus*(ATCC 7469)가 엽산의 농도에 따라 생육하는 정도를 측정하는 미생물학적 방법(22)을 이용하였으며, 시료 추출액의 희석과 균주배양속도 측정은 microplate reader(Eon, BioTek Instruments, Winooski, VT, USA)를 이용하였다. 시료에 phosphate buffer(pH 7.8)와 증류수를 가한 뒤 100°C의 항온수조(WB-20M, Jeio Tech, Daejeon, Korea)에서 15분간 열탕 처리하였다. 실온으로 식힌 후 protease, α-amylase, folate conjugase를 각각 가하였다. Conjugase는 37°C shaking incubator에 최대 16시간 반응시킨 후 100°C에서 5분간 열탕 처리하여 효소를 불활성화시켰다. 시료 추출액은 pH 4.5로 조정된 후 100 mL로 정용하고 여과지(Whatman No.1, GE Healthcare, Amersham, UK)로 여과한 뒤 여과액을 microplate assay를 위한 추출액으로 사용하였다. 추출액을 멸균한 뒤 미리 활성화한 *L. casei*를 접종하여 37°C incubator에서 20~22시간 배양하였다. 배양된 microplate는 microplate reader를 이용하여 595 nm에서 흡광도를 측정하였다.

조리가공계수(processing factor)

샘플의 중량을 조리 전후로 측정하여 중량의 증가 또는 감소를 아래의 식으로 계산하였다.

$$\text{Processing factor (\%)} = \text{WVc}/\text{WVr} \times 100$$

WVc=weights or volume of cooked food

WVr=weights or volume of raw food

잔존율 계수(retention factor)

조리 전후 시료의 중량을 이용하여 영양소의 잔존율을 아래의 식과 같이 계산하였다(23). USDA 기준에 따라 5단위로 표기하였으며 100% 이상의 결과는 100%로 표기하였다(16).

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

Nc=nutrient content/g of cooked food

Gc=g of cooked food

Nr=nutrient content/g of raw food

Gr=g of food before cooking

통계분석

통계분석은 PASW Statistics 18.0 프로그램(IBM, New York, NY, USA)을 이용하여 분석데이터의 평균과 표준편차를 산출하였고, 종류(고추, 파프리카), 색깔(적색, 녹색), 조리방법별 영양소 함량 차이에 대한 효과를 알아보기 위하여 이원분산분석(two-way ANOVA)을 하였으며, 고추와 파프리카의 색상별 및 조리법에 따른 차이 유무를 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다($P < 0.05$).

결과 및 고찰

조리가공계수

조리과정 중 변화하는 중량의 변화를 조리가공계수로 Table 1에 나타내었다. 적색 파프리카는 볶기(90.3%), 녹색 파프리카, 홍고추, 풋고추는 삶기(81.9%, 94.5%, 96.5%)에서 조리가공계수 값이 가장 높은 것으로 나타났으며, 튀기기를 했을 경우 종류에 상관없이 가장 낮은 조리가공계수 값을 나타냈다. Kim 등(11)은 피망과 파프리카를 데치는 경우 79.1~93.0%의 조리가공계수를 보이는 것으로 보고되었다. Suh 등(24)은 강판에 마쇄한 고구마를 이용한 실험에서 전자레인지와 가스오븐레인을 사용했을 경우 76.4~78.4%의 조리가공계수를 보였으며, 찌기를 했을 경우 102.81%의

Table 1. Cooking yield of paprika and pepper by weight

(%)

Cooking methods	Paprika		Pepper	
	Red	Green	Red	Green
Boiling	87.3±2.5 ^{abB1)}	81.9±2.0 ^{aC}	94.5±1.7 ^{aA}	96.5±0.8 ^{aA}
Pan-cooking	85.1±2.1 ^{bA}	76.1±2.7 ^{bB}	80.8±3.5 ^{cAB}	86.2±3.8 ^{bA}
Pan-frying	90.3±2.9 ^{aA}	72.3±0.3 ^{cB}	91.8±3.8 ^{abA}	87.5±3.0 ^{bA}
Deep-frying	64.7±2.3 ^{cA}	63.5±1.6 ^{dA}	50.6±2.1 ^{dB}	63.1±4.0 ^{cA}
Steaming	87.1±2.6 ^{abB}	81.5±0.0 ^{aC}	89.2±2.1 ^{abB}	94.3±1.6 ^{aA}
Roasting	84.1±1.7 ^{bA}	75.2±1.4 ^{bB}	79.8±4.5 ^{cAB}	84.3±1.8 ^{bA}
Microwaving	83.7±2.7 ^{bA}	74.2±0.7 ^{bcB}	88.1±3.1 ^{bA}	87.4±2.1 ^{bA}

¹⁾ Mean±SD. Means with different capital letters in the same row and small letters in the same column are significantly different between groups at $P < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 2. F-values for the vitamin contents of paprika and pepper by color and cooking methods

Source of variances	Nutrient components	F	P-value ¹⁾
Species	β-Carotene	378.0	***
	Vitamin E	0.00	NS
	Folate	55.1	***
Color	β-Carotene	472.4	***
	Vitamin E	7.7	**
	Folate	374.7	***
Cooking method	β-Carotene	12.7	***
	Vitamin E	9.4	***
	Folate	4.3	***
Species × Color	β-Carotene	309.8	***
	Vitamin E	2.5	NS
	Folate	75.3	***
Species × Cooking method	β-Carotene	12.7	***
	Vitamin E	6.5	***
	Folate	5.7	***
Color × Cooking method	β-Carotene	12.6	***
	Vitamin E	7.3	***
	Folate	4.7	***
Species × Color × Cooking method	β-Carotene	12.8	***
	Vitamin E	5.6	***
	Folate	4.6	***

¹⁾ ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, NS: not significant.

조리가공계수를 보여 본 연구와 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다. 조리가공계수가 본 연구와 차이를 보이는 것은 재료 간의 특성 차이로 보인다.

종류, 색깔, 조리방법별 함량 변화

종류, 색깔 그리고 조리법이 베타카로틴, 비타민 E, 엽산의 함량 차이에 미치는 영향을 알아보기 위하여 이원분산 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. 종류와 종류×색깔의 비타민 E를 제외하고, 모든 요인은 베타카로틴, 비타민 E, 엽산 함량에 영향을 미치는 것으로 나타났다($P < 0.01$). 특히 베타카로틴과 엽산 함량의 차이는 색깔 요인에 따라 고도의 유의성을 나타내었다($P < 0.001$).

베타카로틴에 영향을 주는 요인은 고추의 종류, 종류×색깔 순이었으며, 비타민 E의 함량 차이는 조리방법의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났고 다음으로 색깔, 색깔×조리방법 순으로 나타났다. 엽산은 종류×색깔, 종류 순으로 함량에 영향을 주는 것으로 나타났다. Bureau 등(25)은 생채소의 경우 엽산이 조리방법, 채소종류, 종류×조리방법 순으로 영향을 많이 받는다고 하였으며, 베타카로틴은 채소종류, 조리방법, 종류×조리방법 순으로 영향을 받는다고 하였다. 또한, 건조채소는 엽산과 베타카로틴 모두 채소종류, 조리방법, 종류×조리방법 순으로 나타나 본 연구와 부분적으로 일치하는 것으로 나타났다.

시료 및 조리방법에 의한 베타카로틴, 비타민 E, 엽산 함량변화를 Table 3에 나타내었다. 베타카로틴의 경우 종류에

따른 함량 차이는 홍고추의 함량이 다른 고추류에 비해 높은 함량을 나타내고 있었다. 각각의 종류별 조리방법에 따른 함량 차이는 적색 파프리카를 제외한 녹색 파프리카, 풋고추, 홍고추에서 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났으며, 각각 247.1, 520.0, 5,353.3 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다. 붉은색 계열의 고추가 다른 색 고추보다 베타카로틴의 함량이 높다고 알려져 있다(26-28). Ornelas-Paz 등(26)은 다양한 고추류의 삶기를 했을 경우 전반적으로 16~45% 감소하였고 굽기도 감소하였으나, 삶기를 했을 때보다는 높은 함량을 보였다. 하지만 본 연구에서는 홍고추 삶기에서만 함량이 감소하는 것으로 나타났다나 유의적으로 차이를 보이지 않아 조리시간 또는 종류의 영향에 의한 차이로 생각된다. 풋고추가 조리 후에 베타카로틴의 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 풋고추 표피의 특성, 유전적, 숙성에 따른 베타카로틴의 안정성 차이 때문이다(26).

비타민 E의 종류에 대한 함량 차이는 튀기기, 찌기, 로스팅, 전자레인지 사용했을 때 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다. 튀기기, 찌기, 전자레진을 사용할 경우 다른 종류보다 적색 파프리카에서의 함량이 높았고, 로스팅했을 때 홍고추에서의 함량이 가장 높게 나타나는 것으로 조사되었다. 조리방법별 함량 차이는 적색 파프리카, 녹색 파프리카, 풋고추는 튀기기를 했을 경우에 가장 높은 함량을 보이는 것으로 나타났으며, 홍고추는 로스팅했을 경우 가장 높은 함량을 보였다. Kim 등(29)은 당근, 쑥갓, 쑥, 양배추, 양파,

Table 3. Vitamin contents of paprika and pepper by color and cooking method (mg/100 g)

Nutrient components	Cooking methods	Paprika		Pepper	
		Red	Green	Red	Green
β-Carotene	Raw	457.4±102.5 ^{B1)}	114.2±13.7 ^{CB}	2,441.1±505.2 ^{BA}	95.4±16.2 ^{CB}
	Boiling	564.1±105.5 ^B	160.1±14.2 ^{BCB}	1,998.3±507.1 ^{BA}	343.1±22.8 ^{BB}
	Pan-cooking	525.1±196.8 ^B	180.0±18.2 ^{BB}	2,380.8±235.5 ^{BA}	351.9±17.1 ^{BB}
	Pan-frying	627.3±167.7 ^B	204.2±26.0 ^{abB}	2,442.7±535.6 ^{BA}	361.7±17.5 ^{BB}
	Deep-frying	727.5±141.6 ^B	247.1±22.5 ^{abB}	5,353.3±919.5 ^{AA}	520.0±70.6 ^{AB}
	Steaming	574.8±102.6 ^B	171.2±27.6 ^{BB}	2,414.0±458.9 ^{BA}	359.7±23.4 ^{BB}
	Roasting	501.9±178.4 ^B	182.0±19.5 ^{BB}	2,491.3±545.9 ^{BA}	403.4±19.0 ^{BB}
	Microwaving	530.2±77.1 ^B	176.2±25.0 ^{BB}	2,443.3±461.6 ^{BA}	368.3±43.8 ^{BB}
Vitamin E	Raw	4.2±1.2 ^b	0.7±0.5 ^d	3.1±1.4 ^b	1.8±1.4 ^b
	Boiling	4.5±2.3 ^b	1.9±0.4 ^{cd}	3.6±1.3 ^b	3.5±1.3 ^b
	Pan-cooking	4.6±1.9 ^b	2.0±0.7 ^{cd}	3.5±1.6 ^b	3.3±1.4 ^b
	Pan-frying	4.4±1.8 ^b	5.8±0.8 ^b	2.9±0.8 ^b	3.7±1.3 ^b
	Deep-frying	10.3±1.7 ^{aA}	9.3±0.7 ^{aA}	1.4±0.3 ^{BB}	9.8±3.4 ^{aA}
	Steaming	6.0±1.4 ^{BA}	1.8±0.6 ^{cdB}	3.2±1.3 ^{BB}	3.4±1.1 ^{BB}
	Roasting	5.1±2.0 ^{BB}	2.5±0.5 ^{CB}	19.9±9.3 ^{aA}	3.9±1.5 ^{BB}
	Microwaving	4.6±2.3 ^{BA}	2.6±0.5 ^{cAB}	0.1±0.0 ^{BB}	3.4±1.1 ^{BA}
Folate	Raw	55.7±6.0 ^B	13.0±2.8 ^B	148.7±40.9 ^{abA}	6.2±2.4 ^{CB}
	Boiling	50.5±11.1 ^B	20.9±8.0 ^B	156.5±40.8 ^{aA}	26.9±6.1 ^{BB}
	Pan-cooking	55.0±8.6 ^B	20.9±5.3 ^C	119.9±19.1 ^{abcA}	8.7±1.9 ^{CC}
	Pan-frying	52.5±15.8 ^B	21.8±5.3 ^C	99.6±11.9 ^{bcA}	9.6±2.6 ^{CC}
	Deep-frying	79.1±14.2 ^A	27.4±3.6 ^B	94.3±31.6 ^{CA}	36.7±4.7 ^{AB}
	Steaming	57.2±3.9 ^B	23.0±3.8 ^C	118.3±15.7 ^{abcA}	29.4±1.6 ^{BC}
	Roasting	66.4±8.1 ^B	22.8±2.4 ^C	155.1±31.0 ^{aA}	13.5±5.7 ^{CC}
	Microwaving	60.5±3.8 ^A	27.9±6.7 ^{BC}	35.3±16.3 ^{dB}	11.5±3.9 ^{CC}

¹⁾ Mean±SD. Means with different capital letters in the same row and small letters in the same column for each vitamin are significantly different between groups at $P<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

마늘의 데침 과정에서 토코페롤 함량이 증가 또는 감소하는 경향을 보였다. Hwang과 Kim(30)은 배추를 삶은 경우 토코페롤의 함량이 감소한다고 보고하여 유의적인 차이가 없는 본 연구와 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 반면 Paul와 Southgate(31)는 토코페롤이 삶거나 데침 과정에서 파괴되지 않고 안정적인 상태로 채소 내에 잔류하고 있다고 하였다. 튀기기에서 적색 파프리카, 녹색 파프리카, 풋고추의 비타민 E 함량이 증가하는 것은 공기중에 들어있는 토코페롤의 영향으로 볼 수 있다(32). 반면 홍고추는 유의적으로 차이가 없게 나타나 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다. 찌기의 경우 Hwang과 Kim(30)은 배추를 찌기 했을 때 토코페롤의 함량이 증가하는 것으로 나타났으나 생시료와 유의적인 차이를 보이지는 않아 본 연구와 동일하였다. 전자레인지의 경우 홍고추를 제외한 나머지 시료의 함량이 증가하는 것으로 나타났으나 Hwang과 Kim(30)의 연구와도 부분적으로 일치하였다.

엽산은 종류에 대한 함량 차이에서 전자레인지를 제외하고 홍고추에서 가장 높은 함량을 보였으며, 전자레인지를 사용했을 때 적색 파프리카에서 가장 높은 함량을 나타냈다. 조리방법에 따른 함량 차이는 풋고추와 홍고추에서만 나타났으며, 풋고추는 튀기기를 했을 때 가장 높은 함량 값을 보였고 원재료의 함량이 가장 낮은 값을 나타냈다. 홍고추는 삶기를 했을 때 가장 높은 함량을 나타냈고, 전자레인지를

사용했을 때 가장 낮았다. Stea 등(33)은 청완두, 브로콜리, 감자의 조리 및 엽산 함량 실험에서 조리방법에 따라 함량의 차이를 보이는 것으로 나타났으며 재료별 조리법에 따른 함량 차이를 보이는 것으로 나타나 재료별로 조리법에 대한 엽산의 영향이 다른 것을 보였다. 따라서 파프리카에서는 유의적인 차이가 없었으나 고추에서 유의적인 차이를 보이는 본 연구 또한 종류에 따른 영향으로 보인다.

잔존율

파프리카와 고추의 조리법에 대한 영양소 잔존율에 대해 Table 4에 나타내었다. 녹색 파프리카와 풋고추의 경우 베타카로틴, 비타민 E, 엽산 모두 조리방법에 상관없이 100% 이상의 잔존율을 보였다.

적색 파프리카의 베타카로틴 잔존율은 볶기(123.8%)에서 가장 높았고 로스팅(92.3%)에서 가장 낮았다. 비타민 E는 튀기기에서 가장 높은 잔존율(157.7%)을 보였으며, 전자레인지를 사용했을 때 가장 낮은 잔존율(91.3%)을 보였다. 엽산은 로스팅(100.4%)했을 때 가장 높았으며, 삶기를 했을 때 가장 낮은 잔존율(79.2%)을 보였다. 홍고추의 베타카로틴 잔존율은 튀기기를 했을 때 가장 높은 잔존율(111.1%)을 보였고, 삶기를 했을 때 가장 낮은 잔존율(77.3%)을 보였다. Hwang 등(34)은 22종의 채소를 30초~5분 범위에서 데침 처리한 결과 베타카로틴의 잔존율은 썩부쟁이(65.3%), 곰

Table 4. Retention rates of vitamin contents in paprika and pepper after cooking (%)

Nutrient components	Cooking methods	Paprika		Pepper	
		Red	Green	Red	Green
β-Carotene	Boiling	107.7 (100.0) ¹⁾	114.8 (100.0)	77.3 (75.0)	347.3 (100.0)
	Pan-cooking	97.7 (100.0)	119.9 (100.0)	78.8 (80.0)	318.1 (100.0)
	Pan-frying	123.8 (100.0)	129.3 (100.0)	91.8 (90.0)	332.0 (100.0)
	Deep-frying	102.9 (100.0)	137.3 (100.0)	111.1 (100.0)	343.9 (100.0)
	Steaming	109.5 (100.0)	122.2 (100.0)	88.2 (90.0)	355.8 (100.0)
	Roasting	92.3 (90.0)	119.8 (100.0)	81.4 (80.00)	356.4 (100.0)
	Microwaving	97.0 (95.0)	114.4 (100.0)	88.2 (90.0)	336.5 (100.0)
Vitamin E	Boiling	93.3 (95.0)	206.2 (100.0)	107.2 (100.0)	185.7 (100.0)
	Pan-cooking	92.9 (95.0)	202.2 (100.0)	89.9 (90.0)	157.6 (100.0)
	Pan-frying	94.5 (95.0)	561.7 (100.0)	83.8 (85.0)	181.1 (100.0)
	Deep-frying	157.7 (100.0)	789.3 (100.0)	22.5 (20.0)	344.5 (100.0)
	Steaming	123.4 (100.0)	192.5 (100.0)	91.5 (90.0)	100.0 (100.0)
	Roasting	102.4 (100.0)	248.7 (100.0)	506.3 (100.0)	184.0 (100.0)
	Microwaving	91.3 (90.0)	260.3 (100.0)	2.0 (0.0)	163.1 (100.0)
Folate	Boiling	79.2 (80.0)	132.3 (100.0)	99.4 (100.0)	416.6 (100.0)
	Pan-cooking	84.0 (85.0)	122.8 (100.0)	65.1 (65.0)	120.7 (100.0)
	Pan-frying	85.2 (85.0)	121.6 (100.0)	61.5 (60.0)	134.6 (100.0)
	Deep-frying	91.8 (90.0)	134.3 (100.0)	32.1 (30.0)	370.6 (100.0)
	Steaming	89.5 (90.0)	144.9 (100.0)	71.0 (70.0)	445.1 (100.0)
	Roasting	100.4 (100.0)	132.3 (100.0)	83.2 (85.0)	182.5 (100.0)
	Microwaving	90.8 (90.0)	159.4 (100.0)	20.9 (20.0)	160.1 (100.0)

¹⁾Converted into the criteria of USDA (17).

취(59.4%)를 제외하고 74.1~164.5%의 잔존율을 나타내 본 연구와 부분적으로 일치하였다.

홍고추의 비타민 E와 엽산의 잔존율은 삶기를 했을 때 가장 높은 잔존율(107.2%, 99.4%)을 나타냈고, 전자레인지를 사용했을 때 가장 낮은 잔존율(2.0%, 20.9%)을 보였다. Johansson 등(35)은 채식주의자 제품의 가열조리 시 전자레인지가 다른 조리방법에 비해 엽산의 안정성에 영향을 준다고 하였으며 제품의 종류에 따라 잔존율의 차이는 다르다고 보고하여 본 연구의 내용과 부분적으로 일치하였다. Malheiro 등(36)은 올리브 오일을 전자레인지에 가열할 경우 α-tocopherol의 함량이 1~3분간은 증가하지만 이후 급격히 감소하여 전자레인지 가열이 상당한 손실을 줄 수 있다고 설명하고 있다. 본 연구와 시간적인 차이를 보이는 것은 사용한 전자레인지의 소비전력을 비롯한 기기적인 차이와 재료 특성의 차이로 인해 발생한 것으로 보인다.

색에 따른 차이는 적색 파프리카와 홍고추가 녹색 파프리카와 풋고추보다 전반적으로 낮은 잔존율을 보이는 것으로 나타났다. Kim 등(37)은 고추의 과피가 적색으로 변하는 과정에서 식이섬유소의 분해로 인해 연화 현상이 발생하게 된다고 하였다. 이 같은 연화 현상 때문에 적색 파프리카와 홍고추가 조리과정에서 영양소의 용출이 많아 잔존율이 낮게 나타나는 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 파프리카와 고추 간의 품종별, 색깔별로 나누어

조리방법에 따라 베타카로틴, 비타민 E, 엽산의 함량을 비교하고자 하였다. 또한, 4종류의 시료를 서로 다른 조리방법(삶기, 굽기, 볶기, 튀기기, 찌기, 로스팅, 전자레인지)을 사용하였고, 이를 통해 베타카로틴, 비타민 E, 엽산의 잔존율과 각각의 함량에 대한 색, 종류, 조리방법의 상관성을 조사하였다. 파프리카와 고추는 모두 조리과정에서 중량이 감소하였다. 베타카로틴, 엽산의 함량은 색깔, 종류, 조리방법의 영향을 받았고($P < 0.05$), 비타민 E의 함량은 영향을 크게 받지 않았다. 조리 전 시료의 베타카로틴, 비타민 E, 엽산 함량(mg/100 g) 범위는 각각 95.4(풋고추)~2,441.1(홍고추), 0.7(녹색 파프리카)~4.2(적색 파프리카), 6.2(풋고추)~148.7(홍고추)로 나타났다. 조리 후 베타카로틴, 비타민 E, 엽산의 함량은 각각 튀긴 홍고추, 로스팅한 홍고추, 삶은 홍고추에서 가장 높은 함량을 보였다. 잔존율의 경우 베타카로틴, 비타민 E, 엽산이 각각 77.3(홍고추-삶기)~356.4(풋고추-로스팅)%, 2.0(홍고추-전자레인지)~789.3(녹색 파프리카-튀기기)%, 20.9(홍고추-전자레인지)~445.1(풋고추-찌기) 범위로 나타났다. 홍고추를 제외한 나머지 모든 시료에서 베타카로틴, 비타민 E, 엽산이 조리방법에 상관없이 75% 이상의 높은 잔존율을 보였다. 홍고추의 비타민 E와 엽산은 튀기기와 전자레인지에서 2.0~32.1% 범위로 낮은 잔존율을 보였다. 이러한 결과들을 종합해 보았을 때 파프리카와 고추의 조리 전후에 대한 기초자료로 활용이 가능할 것으로 생각하며, 전자레인지를 이용한 조리방법에 따른 영양소 파괴에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 식품의약품안전처의 연구개발비(15162 MFDS039)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ham H, Sung M, Kim Y, Choi Y, Jeong HS, Lee J. 2012. Determination of capsaicinoids in selected commercial pepper powders and pepper-containing products using HPLC and method validation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 870-874.
- Ku KH, Choi EJ, Park JB. 2008. Chemical component analysis of red pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds with various cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1084-1089.
- Ha BJ. 2004. The determination of the pungent components and vitamin C comparison of the pepper. *J Nat Sci* 13: 123-129.
- Doopedia. 2016. Paprika, *Capsicum annuum* var. *angulosum*. Available from: http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000778202 (accessed Apr 2016).
- Jeong CH, Ko WH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. 2006. Chemical components of Korean paprika according to cultivars. *Korean J Food Preserv* 13: 43-49.
- 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: 299-311.
- Lee JW. 1998. Crop cultivation—techniques of cultivation and quality management for sweet pepper. *Protected Horticulture* 11(1): 17-28.
- Lee SO, Lee SK, Kyung SH, Park KD, Kang HG, Park JS. 2002. A study on detection of residual solvent, ethoxyquin and color stability in oleoresin paprika extracts. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 77-83.
- 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: 564-569.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2015. *Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Statistics*. Sejong, Korea. p 312.
- Kim H, Hwang JB, Kim SN, Choi Y, Kim SM, Han HK, Yang MR, Kim HR. 2016. Changes of nutrient composition and retention rate of sweet pepper by different types and blanching method. *Korean J Food Cook Sci* 32: 433-440.
- Bae YM, Hong YJ, Kang DH, Heu S, Lee SY. 2011. Microbial and pathogenic contamination of ready-to-eat fresh vegetables in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 43: 161-168.
- Kroupitski Y, Pinto R, Brandl MT, Belausov E, Sela S. 2009. Interactions of *Salmonella enterica* with lettuce leaves. *J Appl Microbiol* 106: 1876-1885.
- Gleeson E, O'Beirne D. 2005. Effects of process severity on survival and growth of *Escherichia coli* and *Listeria innocua* on minimally processed vegetables. *Food Control* 16: 677-685.
- Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. 2011. Quality characteristics of vegetables by different steam treatments. *Korean J Food Nutr* 24: 464-470.
- 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 Apr 2016).
- Lee HD, Kim MH, Lee CH. 1992. Relationships between the taste components and sensory preference of Korean red peppers. *Korean J Food Sci Technol* 24: 266-271.
- 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: 20-28.
- Thomas JB, Kline MC, Gill LM, Yen JH, Duewer DL, Sniegowski LT, Sharpless KE. 2001. Preparation and value assignment of Standard Reference Material 968c Fat-Soluble Vitamins, Carotenoids, and Cholesterol in Human Serum. *Clin Chim Acta* 305: 141-155.
- Lee J, Landen WO Jr, Phillips RD, Eitenmiller RR. 1998. Application of direct solvent extraction to the LC quantification of vitamin E in peanuts, peanut butter, and selected nuts. *Peanut Sci* 25: 123-128.
- Chun J, Martin JA, Chen L, Lee J, Ye L, Eitenmiller RR. 2006. A differential assay of folic acid and total folate in foods containing enriched cereal-grain products to calculate µg dietary folate equivalents (µg DFE). *J Food Compos Anal* 19: 182-187.
- DeVries JW, Rader JJ, Keagy PM, Hudson CA, Angyal G, Arcot J, Castelli M, Doreanu N, Hudson C, Lawrence P, Martin J, Peace R, Rosner L, Strandler HS, Szpylka J, van den Berg H, Wo C, Wurz C. 2005. Microbiological assay-trienzyme procedure for total folates in cereals and cereal foods: collaborative study. *J AOAC Int* 88: 5-15.
- Murphy EW, Criner PE, Gray BC. 1975. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *J Agric Food Chem* 23: 1153-1157.
- Suh HJ, Chung SH, Choi YM, Bae SH, Kim YS. 1998. Changes in sugar content of sweet potato by different cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 14: 182-187.
- Bureau S, Mouhoubi S, Touloumet L, Garcia C, Moreau F, Bédouet V, Renard CMGC. 2015. Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables. *LWT—Food Sci Technol* 64: 735-741.
- 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: 519-525.
- Marín A, Ferreres F, Tomás-Barberán FA, Gil MI. 2004. Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J Agric Food Chem* 52: 3861-3869.
- Matsufuji H, Ishikawa K, Nunomura O, Chino M, Takeda M. 2007. Anti-oxidant content of different coloured sweet peppers, white, green, yellow, orange and red (*Capsicum annuum* L.). *Int J Food Sci Technol* 42: 1482-1488.
- Kim SY, Lee YM, Kim JB, Park DS, Go JS, Kim HR. 2014. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activity between raw and heat-treated vegetables. *Korean J Community Living Sci* 25: 5-18.
- Hwang ES, Kim GH. 2011. Different cooking methods for Korean cabbage and their effect on antioxidant activity and carotenoid and tocopherol contents. *Korean J Food Cook Sci* 27: 713-721.
- Paul AA, Southgate DAT. 1978. *McCance and Widdowson's the Composition of Foods*. 4th ed. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. HMSO, London, UK. p 11.

32. National Institute of Agricultural Sciences. 2006. *Food Composition Table 7th revision*. Rural Development Administration, Suwon, Korea. p 200.
33. Stea TH, Johansson M, Jägerstad M, Frølich W. 2007. Retention of folates in cooked, stored and reheated peas, broccoli and potatoes for use in modern large-scale service systems. *Food Chem* 101: 1095-1107.
34. Hwang KH, Shin JA, Lee KT. 2016. True retention and β -carotene contents in 22 blanched vegetables. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45: 990-995.
35. Johansson M, Furuhausen C, Frølich W, Jägerstad M. 2008. Folate content in frozen vegetarian ready meals and folate retention after different reheating methods. *LWT—Food Sci Technol* 41: 528-536.
36. Malheiro R, Oliveira I, Vilas-Boas M, Falcão S, Bento A, Pereira AJ. 2009. Effect of microwave heating with different exposure times on physical and chemical parameters of olive oil. *Food Chem Toxicol* 47: 92-97.
37. Kim SD, Yoon SH, Kang MS, Park NS. 1986. Softening related changes in cell wall pectin of hot pepper fruit. *J Korean Soc Food Nutr* 15: 171-175.