

## 품종별 고추(꽃고추, 홍고추 및 홍피망)의 총폴리페놀, 총플라보노이드 함량 및 항산화 활성 비교

— 연구노트 —

변의백<sup>1\*</sup> · 박우용<sup>2\*</sup> · 안동현<sup>3</sup> · 유영춘<sup>4</sup> · 박철환<sup>5</sup> · 박원종<sup>2</sup> · 장범수<sup>1</sup> · 변의홍<sup>2</sup> · 성낙윤<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국원자력연구원, <sup>2</sup>공주대학교 식품공학과

<sup>3</sup>부경대학교 식품공학과/식품연구소, <sup>4</sup>건양대학교 의과대학 미생물학교실

<sup>5</sup>광운대학교 화학공학과

### Comparison Study of Three Varieties of Red Peppers in Terms of Total Polyphenol, Total Flavonoid Contents, and Antioxidant Activities

Eui-Baek Byun<sup>1\*</sup>, Woo-Young Park<sup>2\*</sup>, Dong-Hyun Ahn<sup>3</sup>, Yung-Choon Yoo<sup>4</sup>, Chulhwan Park<sup>5</sup>,  
Beom-Su Jang<sup>1</sup>, Won-Jong Park<sup>2</sup>, Eui-Hong Byun<sup>2</sup>, and Nak-Yun Sung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Kongju National University

<sup>3</sup>Department of Food Science and Technology/Institute of Food Science, Pukyong National University

<sup>4</sup>Department of microbiology, College of Medicine, Konyang University

<sup>5</sup>Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University

**ABSTRACT** This study compared the extracts of three varieties of red peppers in terms of their total polyphenol and flavonoid contents as well as antioxidant activities. In this study, two edible red peppers (*Capsicum annuum* var. *angulosum* and *Capsicum annuum* L.) and one flowering grass red pepper (*Capsicum annuum* var. *abbreviatum*), were individually extracted by using ethanol. Among three varieties of red peppers, the highest levels of total polyphenols and total flavonoids were observed in *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* extract. Similarly, antioxidant activities resulted in  $\alpha, \alpha$ -diphenyl-picrylhydrazyl, 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging activities, and reducing power significantly increased in extract of *Capsicum annuum* var. *abbreviatum*. Therefore, our results strongly suggest that *Capsicum annuum* var. *abbreviatum* can be used as a new natural antioxidant source.

**Key words:** *Capsicum annuum* var. *abbreviatum*, total polyphenol, total flavonoid, radical scavenging activities, reducing power

## 서 론

활성산소종(reactive oxygen species, ROS)은 불안정하고 반응성이 매우 높아 생체 내에서 여러 물질과 쉽게 결합하여 산화 생성물을 합성하며, 이렇게 생성된 산화물질들은 세포와 조직에 비가역적 손상을 일으켜 세포독성 및 암세포의 형성을 촉진한다(1). 따라서 이러한 생체 내 활성산소 발생을 억제하고 유병률을 낮추기 위하여 보조적으로 항산화제를 복용하는 빈도가 증가하고 있으며, 강력한 항산화력을 지닌 butylated hydroxyanisole(BHA) 및 butylated hydroxytoluene(BHT)과 같은 합성 항산화제가 있긴 하지만

일정 수준 이상 섭취 시 부작용 문제가 제기되고 있어, 식품에서 유래된 안전한 천연 항산화제 개발에 대한 관심이 고조되고 있다(2).

폴리페놀화합물(poly-phenolics)은 여러 종류의 천연물에 함유되어 있으며, 천연색소로서 주로 액포 및 세포막에 존재한다(3). 식물에 존재하는 대표적인 폴리페놀화합물에는 참기름의 sesamol, 면실유의 gossypol 및 녹차의 catechin 등이 있다. 이들은 항산화제를 비롯하여 항염증 및 항암 등 여러 생리적 효능이 있는 것으로 밝혀져 왔다(4-6).

고추(*Capsicum annuum* L.)는 열대성 식물로 가지과(Solanaceae)에 속하는 한해살이풀로 분류되며, 전 세계적으로 가장 많이 섭취하고 있는 채소 중 하나이다. 우리나라에서는 주로 늦봄부터 여름에 걸쳐 채배되며, 김치의 주재료로써 오래전부터 식재료로 사용됐다. 현재 전 세계적으로 알려진 고추의 품종은 20~30여종이 있으며, 그중 *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum pubescens* 등이 가장 많

Received 12 January 2016; Accepted 2 March 2016

Corresponding author: Nak-Yun Sung, Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan, Chungnam 32439, Korea

E-mail: nysung79@kongju.ac.kr, Phone: +82-41-330-1481

\*These authors contributed equally to this work.

이 재배되고 있다. 고추는 비타민과 무기질을 풍부하게 함유하고 있을 뿐만 아니라, carotenoid, quercetin, luteolin 및 capsaicinoids와 같은 페놀성 화합물을 다량 함유하고 있다고 보고되고 있다(7,8). 기존의 연구에서 용매에 따른 고추 추출물의 항당뇨, 항암, 항산화 및 항염증 등의 생리활성이 다수 보고되고 있으며(9,10), 또한 개량품종에 따른 고추 추출물의 기능성 연구 또한 활발히 진행되고 있다(11,12).

꽃고추(*Capsicum annuum* var. *abbreviatum*)는 *Capsicum annuum* 속의 변이종이며(13), 열매 성숙과정에 따라 고추의 색이 초록색, 보라색, 노란색, 주황색, 빨간색 및 검은색으로 변하여 오색고추로도 불린다. 현재 꽃고추는 화려한 색 때문에 관상용으로 다량 재배되고 있지만, 꽃고추의 기능성 및 기능성 물질 분석에 관한 연구들은 전무후무하다.

본 연구에서는 현재 관상용으로만 재배되는 꽃고추의 기능성에 관하여 알아보기 위하여 꽃고추와 국내에서 식용으로 가장 많이 유통되고 소비되는 2종(*Capsicum annuum*, 홍고추; *Capsicum annuum* var. *angulosum*, 홍피망)의 고추를 수집하여, 각각 품종별 추출물에 대한 추출 수율, 폴리페놀 함량 및 항산화 활성에 관하여 비교해 보았다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

품종별 고추의 항산화 활성에 관하여 비교하기 위하여 꽃고추(CAV *abbreviatum*), 홍고추(CA) 및 홍피망(CAV *angulosum*) 등 3종류의 고추품종을 사용하였다. 홍고추와 홍피망은 충남 예산군에서 구입하였으며, 꽃고추는 경상북도 김천 화훼용 농가에서 구입하여 사용하였다.

### 에탄올 추출물의 제조

품종별 구입한 고추를 70°C에서 24시간 동안 열풍 건조하였다. 건조한 시료는 실험실용 분쇄기(NSG-100 2SS, Hanil, Seoul, Korea)로 분쇄하여 각각의 분말 10 g에 200 mL의 95% 에탄올을 가하여 24시간 동안 교반 추출하였고 동일 조건으로 2회 반복하여 상등액을 분리하였다. 분리된 추출 상등액을 filter paper(No.4, Whatman, Kent, UK)로 여과 후 감압 농축하였고, 꽃고추, 홍고추 및 홍피망 각각 1.87 g, 2.516 g 및 1.95 g의 고형분을 얻은 후 2 mg/mL의 농도로 95% DMSO에 녹여 본 실험에 사용하였다. 추출물에 대한 추출 수율은 추출 전의 시료 무게에 대한 감압 농축 후 추출물 무게를 측정하여 나타내었다.

### 총폴리페놀 함량 분석

품종별 고추의 총폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법(14)을 일부 수정하여 분석하였다. 2 mg/mL 농도의 추출물 20  $\mu$ L에 증류수 400  $\mu$ L를 가한 다음, 2 N Folin-Ciocalteu phenol reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 40  $\mu$ L를 넣은 후 교반하였다. 이 용액에 30%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  400  $\mu$ L

를 가하여 1시간 동안 반응시킨 다음 microplate reader (Epoch, BioTek, Winooski, VT, USA)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총폴리페놀의 정량을 위하여 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 표준물질로 사용하였으며, 0~500  $\mu$ g/mL 농도로 녹여 표준 검량곡선을 작성하였고, 총폴리페놀 함량은 1 g 건조중량에 대한 mg gallic acid equivalents(GAE)로 환산하여 표시하였다.

### 총플라보노이드 함량 분석

품종별 고추의 총플라보노이드의 함량은 Davis 방법(15)을 일부 변형하여 분석하였다. 2 mg/mL 농도의 추출물 100  $\mu$ L에 diethylene glycol(Sigma-Aldrich) 1 mL와 1 N NaOH 100  $\mu$ L를 혼합하여 37°C 항온수조에서 1시간 동안 반응시켰다. 흡광도의 변화는 microplate reader를 이용하여 420 nm에서 측정하였으며, 총플라보노이드의 정량을 위하여 naringin(Sigma-Aldrich)을 이용하여 작성한 표준 곡선으로부터 총플라보노이드 함량을 구하였다.

### DPPH 라디칼 소거능

품종별 고추의  $\alpha, \alpha$ -diphenyl-picrylhydrazyl(DPPH, Sigma-Aldrich) 라디칼 소거능은 Kim 등(16)의 방법을 일부 수정하여 분석하였다. 메탄올에 용해된 0.1 mM의 DPPH 용액 100  $\mu$ L에 품종별 고추 추출물(0.25, 0.5, 1 및 2 mg/mL)을 첨가한 후 암실에서 30분간 반응시킨 다음 microplate reader를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### ABTS 라디칼 소거능

품종별 고추의 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS, Sigma-Aldrich) 라디칼 소거능은 Re 등(17)의 방법을 이용해서 측정하였다. 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulfate(Sigma-Aldrich)를 24시간 동안 암소 방치하여 ABTS 라디칼을 형성시킨 후, 이 용액을 760 nm에서 흡광도 값이 1.5가 되도록 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 농도별로 제조한 시료(0.25, 0.5, 1 및 2 mg/mL) 20  $\mu$ L를 처리한 후 microplate reader를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 환원력(reducing power)

환원력은 Oyaizu(18) 방법을 일부 변형하여 분석하였다. 농도별(0.25, 0.5, 1 및 2 mg/mL) 고추 추출물 100  $\mu$ L에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 100  $\mu$ L 및 1% potassium ferricyanide(Sigma-Aldrich) 100  $\mu$ L를 각각 첨가하여 50°C 항온수조에서 20분 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid(Sigma-Aldrich) 100  $\mu$ L를 가하고 12,000 rpm에서 10분 동안 원심분리 하였다. 그 후 0.1% ferric chloride(Sigma-Aldrich)를 20  $\mu$ L 가하여 37°C 항온수조에서 20분 반응 후 microplate reader를 이용하여 700 nm

에서 환원력을 측정하였다.

## 통계처리

이상의 품종별 고추 추출물의 총폴리페놀, 총플라보노이드 및 항산화 활성 실험에서 얻어진 결과는 Statistical Package for Social Sciences(SPSS, 10.0, IBM, Chicago, IL, USA) software를 이용하여 one way ANOVA test로 분석하였으며, 시료 간의 유의성은 Duncan's multiple range test로  $P < 0.05$  수준에서 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 추출 수율, 총 플라보노이드 및 폴리페놀 함량

품종별 고추 추출물의 항산화 활성에 관하여 알아보기 이전에 고추 품종별 에탄올 추출물의 추출 수율에 관하여 평가해 보았다(Table 1). 고추 품종별 추출 수율은 홍피망에서  $25.16 \pm 0.51\%$ 로 가장 높게 나타났으며, 홍고추  $19.5 \pm 0.64\%$ , 풋고추  $18.7 \pm 0.24\%$  순으로 관찰되었다.

자연계에 널리 분포하는 대표적인 천연 항산화 물질은 토코페롤, 카로티노이드, 플라보노이드 및 폴리페놀화합물 등이 있으며, 그중 총폴리페놀 함량은 식품의 항산화력을 결정짓는 데 매우 중요한 인자로 작용하는 것으로 보고되고 있다(19,20). 3가지 품종의 고추에 함유된 폴리페놀 양을 gallic acid의 양으로 환산하여 표시한 결과(Table 1), 풋고추에서  $34.12 \pm 0.32$  mg/g으로 가장 높게 관찰되었으며, 홍고추  $26.57 \pm 0.14$  mg/g, 홍피망  $18.78 \pm 0.23$  mg/g 순으로 나타났다. Kwon(21)은 6가지 품종의 국내산 홍고추 메탄올 추출물의 총폴리페놀 함량을 비교한 결과  $5.0 \sim 7.0$  mg/g으로 품종에 따라 총폴리페놀의 함량이 다르다고 보고하였으며, Chen 등(12)의 연구에서도 5가지 홍고추 메탄올 추출물에서 총폴리페놀 함량은  $12.47 \sim 23.11$  mg/g으로 앞선 연구결과와 수치상으로 차이가 나타나지만 품종별 총폴리페놀의 함량이 차이가 나타나는 것으로 보고하고 있다. 본 연구에서도 이러한 결과와 유사하게 품종별 고추 추출물의 총폴리페놀 함량이 차이가 나타나는 것으로 관찰되었고, 홍고추, 홍피망, 풋고추의 품종별 총폴리페놀 함량이 풋고추 추출물에서 가장 높게 나타나는 것을 관찰할 수 있었다.

플라본을 기본구조로 갖는 플라보노이드는 C6-C3-C6의 구조를 갖는 화합물로서 식물의 꽃, 줄기 및 열매 등에 많이 함유되어 있으며, 항산화, 항암 및 항염증 효과 등 다양

한 기능성을 가지고 있다고 보고되고 있다(22). 품종별 고추 추출물의 총플라보노이드 함량에 관하여 관찰한 결과(Table 1), 풋고추 추출물에서  $7.50 \pm 0.35$  mg/g으로 가장 높게 나타났으며, 홍피망  $5.42 \pm 0.13$  mg/g, 홍고추  $1.26 \pm 0.23$  mg/g 순으로 나타났다. Lee 등(7)의 연구에서 다양한 국적별 고추 추출물의 항산화 활성을 측정한 결과 품종별 색상별 항산화 활성이 다르게 나타났고, 이는 고추의 주 플라보노이드 성분인 quercetin 및 luteolin의 함량 차이에 기인한다고 보고하고 있어, 본 실험에서도 품종별 고추 추출물의 총플라보노이드의 함량이 차이가 난다는 결과를 뒷받침해 준다. 따라서 본 실험에서 시료의 항산화 활성에 크게 기여하는 대표물질인 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 고추의 품종별로 측정한 결과 관상용 고추인 풋고추에서 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 국내에서 식용으로 널리 알려진 고추 2종보다 더욱 높게 나타났으며, 이로 미루어 보아 풋고추는 뛰어난 항산화 효과를 나타낼 것으로 생각한다.

### 자유 라디칼 소거 활성

품종별 고추 추출물의 항산화 활성에 관하여 알아보기 위해 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성에 대하여 조사하였다. 품종별 고추 추출물을 0.25, 0.5, 1 및 2 mg/mL의 농도로 처리했을 때 농도 의존적으로 DPPH 라디칼 소거 활성이 증가하는 경향이 나타났다. 특히 풋고추 추출물은 43.13%로 가장 우수한 DPPH 라디칼 소거 활성을 나타냈으며, 다음으로 홍고추 추출물 34.34% 및 홍피망 추출물 31.04% 순으로 관찰되었다(Fig. 1). 또한 ABTS 라디칼 소거 활성은 풋고추 추출물에서 43.7%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 홍고추 추출물 36.8% 및 홍피망 추출물 30.8% 순으로 DPPH 라디칼 소거 활성과 비슷한 경향을 나타냈다(Fig. 1).

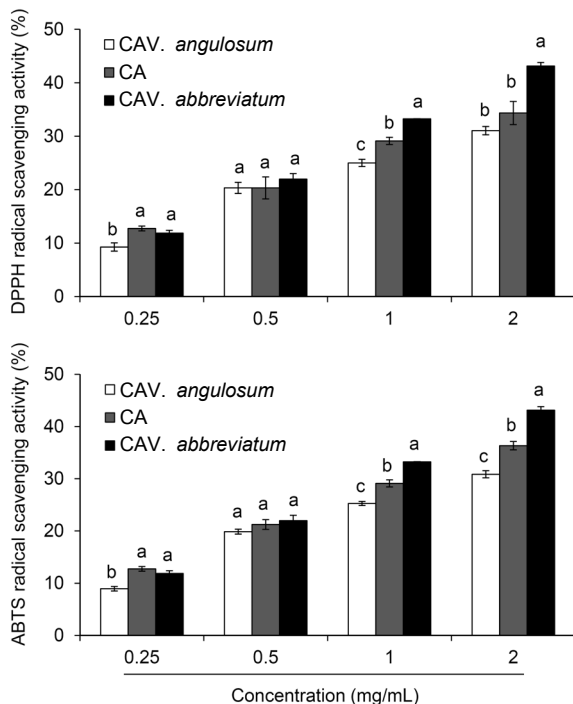
식품 고유의 색을 나타내는 페놀화합물은 카로티노이드계 색소인 적색계열, 안토시아닌계 색소인 적자색과 흑색계열, 클로로필계 색소인 녹색계열 및 플라보노이드계 색소인 황색계열로 나눌 수 있으며, 인체에 해로운 자유 라디칼을 환원시킴으로써 산화를 방지하는 천연 항산화제 역할을 한다(23). 일반적으로 고추는 열매의 숙성 정도에 따라서 색이 변하며, 특히 적색을 띠는 고추의 경우 색소성분 중 카로티노이드 계열의 capsanthin,  $\beta$ -carotene 및 lutein의 함량이 월등히 증가하는 것으로 보고하였으며, 고추의 숙성 정도에 따른 ABTS 라디칼 소거 활성을 측정한 결과 고추의 친수성과 친유성을 가지는 모든 부위에서 숙성이 진행될수록 항산

**Table 1.** The comparison of yield, total polyphenol contents, and total flavonoid contents in three varieties of red peppers

Sample	Yield (g/g, %)	Total polyphenol content (gallic acid, mg/g)	Total flavonoid content (naringin, mg/g)
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>abbreviatum</i>	$18.7 \pm 0.24^{b1)2)}$	$34.12 \pm 0.32^a$	$7.50 \pm 0.35^a$
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>angulosum</i>	$25.16 \pm 0.51^a$	$18.78 \pm 0.23^c$	$5.42 \pm 0.13^b$
<i>Capsicum annuum</i>	$19.5 \pm 0.64^b$	$26.57 \pm 0.14^b$	$1.26 \pm 0.23^c$

<sup>1)</sup>Each value is mean $\pm$ SD.

<sup>2)</sup>Values with different letters (a-c) in a column are significantly different ( $P < 0.05$ ).



**Fig. 1.** DPPH and ABTS radical scavenging activities of ethanol extract of three peppers (*Capsicum annuum* var. *abbreviatum*, *Capsicum annuum* var. *angulosum*, and *Capsicum annuum* L.). Results were expressed the radical scavenging activities as inhibition percent. Values with different letters (a-c) in a same concentration are significantly different ( $P < 0.05$ ).

화 활성이 증가한다고 제시하였다(24,25). Kim 등(26)은 숙성의 변화가 다른 품종별 홍피망 2종(Cupra, Special) 추출물의 총카로티노이드 함량을 분석한 결과 Cupra 종은 약 31.20 mg/kg, Special 종은 약 63.92 mg/kg으로 측정되었고 그중 capsanthin과 capsorubin의 함량이 약 80~90% 정도의 많은 양을 함유하고 있었으며, 특히 Special 종은 Cupra 종에 비해 총카로티노이드 함량을 2배 정도 많이 함유하고 있어 같은 색상의 품종 내에서도 숙성의 진행 과정에 따라 항산화 활성의 차이가 날 수 있음을 시사한다. 꽃고추는 숙성이 진행되는 시간에 따라 노란색, 보라색, 검은색, 주황색 및 빨간색으로 색 변화가 일어나고, 이러한 색의 변화는 꽃고추 내 천연색소의 생합성 과정에 관여하는 효소의 대사 경로 및 유전자 발현에 있어 일반적인 적색 고추 숙성 과정과 큰 차이가 나타나는 것으로 추측되며, 본 연구에서

항산화 활성이 꽃고추 추출물에서 높게 나타나는 이유 또한 이러한 색 변화의 원인으로 인하여 축적되는 페놀성 색소 성분들의 차이에 기인한 것으로 생각한다.

품종별 고추 추출물의 자유 라디칼 소거 활성에 관하여 평가해본 결과, 꽃고추 추출물에서 DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성이 국내에서 식용으로 널리 알려진 고추 2종보다 더 높게 나타났으며, 이로 미루어 보아 꽃고추의 높은 라디칼 소거 활성은 페놀성 색소 성분 함량이 항산화 활성에 영향을 주었기 때문으로 생각한다.

### 환원력

환원력의 평가는 항산화 작용의 여러 기작 중에서 활성산소종 및 유리기에 전자를 공여하는 능력을 말하며,  $Fe^{+3}$  이온을  $Fe^{+2}$ 로 환원시키는 능력을 측정하여 항산화 활성을 간접적으로 검정하는 방법으로 시료의 환원력이 강할수록 진한 녹색에 가깝게 발색되어 높은 흡광도 값을 나타내는 것으로 알려졌다(27).

품종별 고추 추출물을 0.25, 0.5, 1 및 2 mg/mL의 농도로 처리했을 때 꽃고추 추출물이  $0.771 \pm 0.02$ 로 가장 우수한 환원력을 나타냈으며, 다음으로 홍고추 추출물  $0.675 \pm 0.01$  및 홍피망 추출물  $0.511 \pm 0.01$  순으로 측정되었다(Table 2). 환원력은 체내에 생성된 과산화지질 및 활성산소를 제거하여 성인병을 예방하는 효과가 있어 환원반응을 통한 체내 항상성을 유지하는 능력이 높을수록 그 이용 가치가 크며, 식물에서 추출된 페놀화합물의 생리활성 기작은 주로 환원반응의 조절에 의한 것이라고 보고되었다(28).

앞서 기술한 바와 같이 꽃고추는 총폴리페놀 함량 및 라디칼 소거 활성이 국내에서 식용으로 널리 알려진 고추 2종보다 더 높게 나타났으며, 환원력 또한 꽃고추가 가장 높게 측정되었다. 이로 미루어 보아 식품의 총폴리페놀 함량과 환원력 간에 상관관계가 있음을 확인할 수 있는데, Cantin(29) 및 Dlamini 등(30)은 시료 환원력이 총폴리페놀 함량이 높을수록 증가하는 비례적 상관관계를 갖고 있다고 보고하였고, 본 연구에서도 총페놀 함량이 가장 높았던 꽃고추 추출물이 가장 높은 환원력을 나타내었다. 따라서 본 실험에서는 꽃고추의 총폴리페놀 함량 및 항산화 활성이 국내에서 식용으로 널리 알려진 고추 2종보다 더욱 높게 나타났으며, 이는 관상용으로만 재배되는 꽃고추가 천연 항산화 소재로 개발될 가능성이 충분함을 보여주고 있다.

**Table 2.** The comparison of reducing power in three varieties of red peppers

Sample	Concentration (mg/mL)			
	0.25	0.5	1.0	2.0
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>abbreviatum</i>	$0.123 \pm 0.01^{a1)2)}$	$0.226 \pm 0.02^a$	$0.375 \pm 0.01^a$	$0.771 \pm 0.02^a$
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>angulosum</i>	$0.086 \pm 0.01^c$	$0.161 \pm 0.02^c$	$0.289 \pm 0.00^c$	$0.511 \pm 0.01^c$
<i>Capsicum annuum</i>	$0.108 \pm 0.02^b$	$0.193 \pm 0.01^b$	$0.364 \pm 0.01^b$	$0.675 \pm 0.01^b$

<sup>1)</sup>Each value is mean  $\pm$  SD.

<sup>2)</sup>Values with different letters (a-c) in a column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 요 약

꽃고추(*Capsicum annuum* var. *abbreviatum*)는 *Capsicum annuum* 속의 변이종으로 열매 성숙과정에 따라 고추의 색이 초록색, 보라색, 노란색, 주황색, 빨간색 및 검은색으로 변하여 오색고추라고도 명명한다. 현재 꽃고추는 화려한 색 때문에 관상용으로 다량 재배되고 있지만, 꽃고추의 생리활성 및 생리활성 물질 분석에 관한 연구들은 전무후무하다. 따라서 본 연구에서는 현재 관상용으로만 재배되는 꽃고추의 기능성에 관하여 알아보기 위하여 꽃고추와 국내에서 식용으로 가장 많이 유통되고 소비되는 2종(*Capsicum annuum*, 홍고추; *Capsicum annuum* var. *angulosum*, 홍피망)의 폴리페놀 함량 및 항산화 활성에 관하여 비교해 보았다. 천연물 항산화력의 지표물질인 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 꽃고추가 국내에서 식용으로 널리 알려진 고추 2종보다 더욱 높게 측정되었다. 또한 꽃고추가 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능 및 환원력 평가에서도 다른 2종보다 더 높은 항산화 활성을 나타냈다. 이는 현재 관상용으로만 재배되는 꽃고추가 천연 항산화 소재로 개발될 가능성이 충분함을 보여주고 있다.

## 감사의 글

본 연구는 2015년 공주대학교 학술연구의 연구비 지원에 의하여 수행되었고, 또한 미래창조과학부에서 시행하는 방사선기술개발사업(NRF-2012M2A2A6011335)의 지원으로 수행되었습니다.

## REFERENCES

1. Lee JN, Kim SW, Yoo YK, Lee GT, Lee KK. 2006. Anti-wrinkle effect of *Morinda citrifolia* (noni) extracts. *J Soc Cosmet Scientists Korea* 32: 227-231.
2. Ku KM, Kang YH. 2010. Antioxidant and quinone reductase inductive activities of various organs of pepper. *J Appl Biol Chem* 53: 31-36.
3. Brannen AL. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J Am Oil Chem Soc* 52: 59-63.
4. Nacz M, Shahidi F. 2003. Phenolic compounds in plant foods: chemistry and health benefits. *Nutraceuticals and Food* 8: 200-218.
5. Isemura M, Saeki K, Kimura T, Hayakawa S, Minami T, Sazuka M. 2000. Tea catechins and related polyphenols as anti-cancer agents. *Biofactors* 13: 81-85.
6. Yoon JM, Ji JJ, Lim SC, Lee KH, Kim HT, Jung HS, Lee JS. 2010. Changes in selected components and antioxidant and antiproliferative activity of peppers depending on cultivation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 731-736.
7. Lee Y, Howard LR, Villalon B. 1995. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. *J Food Sci* 60: 473-476.
8. Song W, Derito CM, Liu MK, He X, Dong M, Liu RH. 2010. Cellular antioxidant activity of common vegetables. *J Agric Food Chem* 58: 6621-6629.
9. Kim JY, Kim EH, Kim SU, Kwon TK, Choi KS. 2010. Capsaicin sensitizes malignant glioma cells to TRAIL-mediated apoptosis via DR5 upregulation and survivin down-regulation. *Carcinogenesis* 31: 367-375.
10. Surh YJ, Han SS, Keum YS, Seo HJ, Lee SS. 2000. Inhibitory effects of curcumin and capsaicin on phorbol ester-induced activation of eukaryotic transcription factors, NF- $\kappa$ B and AP-1. *Biofactors* 12: 107-112.
11. Yoon HJ, Lee S, Hwang IK. 2012. Effects of green pepper (*Capsicum annuum* var.) on antioxidant activity and induction of apoptosis in human breast cancer cell lines. *Korean J Food Sci Technol* 44: 750-758.
12. Chen L, Hwang JE, Gu KM, Kim JH, Choi BR, Song KS, Park YM, Kang YH. 2012. 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* 21: 715-721.
13. Huo M, Gao R, Jiang L, Cui X, Duan L, Deng X, Guan S, Wei J, Soromou LW, Feng H, Chi G. 2013. Suppression of LPS-induced inflammatory responses by gossypol in RAW 264.7 cells and mouse models. *Int Immunopharmacol* 15: 442-449.
14. Appel HM, Govenor HL, D'Ascenzo M, Siska E, Schultz JC. 2001. Limitations of Folin assays of foliar phenolics in ecological studies. *J Chem Ecol* 27: 761-778.
15. Davis WB. 1947. Determination of flavanones in citrus fruits. *Anal Chem* 19: 476-478.
16. Kim DO, Lee KW, Lee HJ, Lee CY. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *J Agric Food Chem* 50: 3713-3717.
17. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
18. Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reaction - antioxidant activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44: 307-315.
19. Perron NR, Brumaghim JL. 2009. A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. *Cell Biochem Biophys* 53: 75-100.
20. Dragsted LO. 2003. Antioxidant actions of polyphenols in humans. *Int J Vitam Nutr Res* 73: 112-119.
21. Kwon JE. 2011. Determination of biological activity on methanol extracts of *Capsicum annuum* L. from different varieties. *MS Thesis*. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
22. Vijaya K, Ananthan S, Nalini R. 1995. Antibacterial effect of theaflavin, polyphenon 60 (*Camellia sinensis*) and *Euphorbia hirta* on *Shigella* spp. - a cell culture study. *J Ethnopharmacol* 49: 115-118.
23. Kühnau J. 1976. The flavonoids: a class of semi-essential food components: their role in human nutrition. *World Rev Nutr Diet* 24: 117-191.
24. Navarro JM, Flores P, Garrido C, Martinez V. 2006. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chem* 96: 66-73.
25. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
26. Kim JS, Ahn JY, Ha TY, Rhee HC, Kim SA. 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.

27. Kim YS, Lee SJ, Hwang JW, Kim EH, Park PJ, Jeon BT. 2011. Antioxidant activity and protective effects of extracts from *Helianthus tuberosus* L. leaves on *t*-BHP induced oxidative stress in Chang cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1525-1531.
28. Kim JY, Keum DH, Park JH, Kang WW, Han CS, Lee YK. 1996. Evaluation of quality of red pepper with variations in drying methods. *Korean J Post-Harvest Sci Technol Agri Products* 3: 137-143.
29. Cantín CM, Moreno MA, Gogorcena Y. 2009. Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *J Agric Food Chem* 57: 4586-4592.
30. Dlamini NR, Taylor JRN, Rooney LW. 2007. The effect of sorghum type and processing on the antioxidant properties of African sorghum-based foods. *Food Chem* 105: 1412-1419.