

고춧잎 품종별 항산화 활성과 항산화 성분

구강모¹ · 김혜숙^{1,2} · 김병수¹ · 강영화^{1*}

¹경북대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부, ²경북대학교 생물건강·농업생명 융합형 인재양성 사업단

Antioxidant Activities and Antioxidant Constituents of Pepper Leaves from Various Cultivars and Correlation between Antioxidant Activities and Antioxidant Constituents

Kang Mo Ku¹, He Sook Kim^{1,2}, Byung Su Kim¹, and Young Hwa Kang^{1*}

¹Division of Plant Biosciences, College of Agriculture and Life Science, Kyungpook National University

²Agrobiotechnology Education Center NURI, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Received May 11, 2009; Accepted June 22, 2009

In order to find out antioxidant principle in pepper leaves, the contents of total ascorbic acid, total phenolic, and total flavonoid compounds from thirteen cultivars were measured by spectrophotometer. The contents of total phenolic and flavonoid compounds ranged from 231 mg/100 g to 516 mg/100 g and from 251 mg/100 g to 689 mg/100 g respectively. Antioxidant effects of pepper leaves were determined by three different in vitro bioassays including DPPH, ABTS, and FRAP. The relationship between ascorbic acid and antioxidant activity showed a positive correlation and significantly high correlation coefficients were observed between the contents of total phenolic and antioxidant assays including DPPH, ABTS, and FRAP. Especially, the antioxidant effect of pepper leaves was in parallel with the contents of flavonoid. These results suggest that flavonoid contents considerably affect antioxidant activity of pepper leaves. Among the various pepper cultivars, pepper leaves showed different level of antioxidant activity. This study will provide good information about antioxidant activity and their compounds of pepper leaves.

Key words: antioxidant activity, cultivar, functional substances, pepper leaves

서 언

고추는 가지과에 속하는 식물로 원산지는 남미로 추정된다. 고추가 우리나라에 도입된지 불과 400년 남짓 지났지만 우리 식생활에 없어서는 안 되는 중요한 기호식품이 되었다. 고추의 대표적인 기능성 성분으로는 capsaicin이 꼽히며 이 성분의 암 예방 활성에 대한 많은 연구가 있었다[Surh와 Lee, 1995; Surh 등, 1998].

우리나라에서는 예전부터 주위에서 구하기 쉬운 고춧잎을 식품소재로 이용해왔다. 기존에 보고된 고춧잎과 관련된 연구로는 식이섬유의 측정[Kahng와 Yoon, 1987], 흰쥐의 간장조직에서 과산화지질 생성에 미치는 영향[Park 등, 1997], 고추즙의 살모렐라 실험계에서의 항돌연변이 효과[Kweon 등, 1995], 고추 부위별 추출물에 의한 종양세포의 세포사유도[Chung, 2003],

항산화 효과, 항미생물 효과, tyrosinase 억제효과[Kim 등, 2003], DPPH 라디칼 소거 물질인 apigenin과 apigenin 배당체의 분리[Choi, 2006] 등이 있다. 하지만 고춧잎의 품종에 따른 항산화능과 성분의 차이에 대해서는 연구된 바가 없다.

암화과정(Carcinogenesis)은 'Initiation→Promotion→Progression' 과정으로 이루어진다는 다단계모델(Multistage model)설이 가장 널리 받아들여지고 있다[Barrett, 1993]. 생체 내에서 발생하는 활성산소종은 지질의 과산화, 단백질의 산화 등 산화적 세포손상을 일으키며 특히, DNA의 손상은 돌연변이, 비정상적인 유전자 발현, 나아가 비정상적인 세포의 성장 분화를 유도하여 암 발생의 주요원인으로 작용한다. 항산화제는 발암원인 물질인 활성산소종을 제거하여 발암의 개시단계를 효과적으로 차단시킴으로써 암을 예방할 수 있다[Wattenberg, 1985]. 따라서 항산화소재를 발굴하여 암, 노화와 같은 각종 질병 예방에 이용하려는 연구가 활발히 진행 중이다. BHA와 BHT와 같은 강력한 합성 항산화제가 식품 첨가제로 이용되었지만 그것의 부작용[Ito 등, 1985]이 밝혀지면서 천연항산화제에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 식물 부산물 유래의 천연항산화 물질에 대한 연구 또한 활발히 진행 중이다[Moure 등, 2001; Llorach 등,

*Corresponding author

Phone: +82-53-950-7752; Fax: +82-53-950-5722

E-mail: youngh@knu.ac.kr

doi:10.3839/jabc.2009.013

2002; Suarez 등, 2009).

본 실험에서는 메커니즘이 다른 세 가지 항산화 측정법을 통해 다각적으로 품종별 고춧잎의 항산화능을 측정하고, 대표적인 항산화 물질로 알려진 비타민 C 함량과 페놀성 물질 및 플라보노이드 함량을 측정하여 고춧잎의 항산화능과 항산화 물질과의 상관관계를 밝혀내고자 한다.

재료 및 방법

시료 채취와 추출물 조제. 공시 재료는 2007년 영양고추시험장의 전시포에서 관행재배방법에 따라 동일하게 재배된 13개 시판품종을 사용하였다(Table 1). 시료 채취 당일에 비타민 C 함량 측정에 필요한 고춧잎을 제외하고 모두 추출물 제조에 사용하였다. 각 시료는 40°C에서 48시간 건조한 후, 100% 메탄올과 함께 환류냉각장치가 된 추출기에서 3시간씩 3회 추출하여 추출물을 얻었다. 추출물은 회전식 감압 농축기에서 45°C에서 농축하였다. 메탄올 추출물은 dimethyl sulfoxide(DMSO)에 녹여 일정 농도로 만들어 실험에 사용하였다.

시약 및 기구. Naringin, diethylene glycol, sodium carbonate, gallic acid, Folin Ciocalteu's phenol reagent, potassium persulfate, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), [2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] diammonium salt (ABTS), 2,4,6-tripyridyl-s-triazine(TPTZ), FeCl₃·6H₂O, Trolox, dimethyl sulfoxide(DMSO) 등은 Sigma(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 추출용 용매는 특급시약을 사용하였으며 흡광도 측정을 위한 spectrophotometer는 DI Biotech사의 Power Wave XS(Winooski, VT, USA)를 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거능 측정. DPPH assay는 Dietz 등[2005]의 실험법을 따랐다. 고춧잎 추출물과 400 μM DPPH 시약을 30분간 반응시킨 후, 515 nm에서 spectrophotometer를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 항산화능은 샘플을 녹인 용매인 DMSO를 대조군으로 하여 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity}=(1-A_{\text{test}}/A_{\text{control}})\times 100$$

ABTS radical cation decolorization의 측정. ABTS assay 방법은 기존에 보고된 방법을 96 well plate에 맞게 수정하여 실시하였다[Re 등, 1999]. ABTS 용액은 7.4 mM ABTS와 2.45 mM K₂S₂O₈를 섞어 16시간 동안 냉장소에 보관하여 준비하였으며, O.D. 값이 1.00에 도달하게 PBS(pH 7.4)로 희석하였다. 96 well plate에 ABTS 용액 과 시료를 혼합하여 실온에서 6분간 반응시킨 후, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화능은 시료를 녹인 용매인 DMSO를 대조군으로 하여 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity}=(1-A_{\text{test}}/A_{\text{control}})\times 100$$

Ferric Reducing Antioxidant Power(FRAP) 측정. FRAP assay는 기존에 보고된 방법을 96 well plate에 맞게 수정하여 실시하였다[Benzie와 Strain, 1996]. 반응액은 acetate buffer (pH 3.6, 300 mM):10 mM의 TPTZ:20 mM의 FeCl₃·6H₂O를 10:1:1의 비율로 실험 직전에 만들어 사용하였다. 반응액과 시료를 혼합하여 4분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 고춧잎 메탄올 추출물 1 mg에 해당하는 환원력을 Trolox의 용량(μM)으로 표시하였다.

DNP법을 이용한 비타민 C 함량 측정. 총비타민 C 함량은 DNP 방법에 따라 측정하였다[Rahman Khan 등, 2006]. 해사(sea sand)를 넣어 막자사발에 마쇄한 시료 2 g을 5% metaphosphoric acid에 5분간 추출하고 10분간 3,000 rpm으로 원심분리하여 상청액을 얻었다. 상청액 2 mL에 50에서 100 μL의 2,6-dichlorophenol-indophenol을 넣고 2% thiourea, 2,4-dinitrophenylhydrazine를 차례로 넣어 혼합한 후 50에서 30분간 반응시켰다. 반응액에 85% 황산 5 mL를 조금씩 넣고 실온에서 30분간 방치한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준품으로 5% metaphosphoric acid에 녹인 ascorbic acid를 사용하였다. 측정 결과는 생리활성을 가지는 환원형 비타민 C, ascorbic acid(비타민 C)와 총 비타민 C (ascorbic acid 및 dehydroascorbic

Table 1. Preparation of pepper leaves taken from different cultivars in display garden, Youngyang Pepper Experiment Station

Cultivar	Company	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Moisture content (%)	MeOH extract (g)
Daejangbu	Syngenta	34.7	7.4	78.7	1.50
Dokyachungchung	Syngenta	39.6	8.1	79.5	2.20
Boengun	Nongwoo bio	30.0	6.1	79.7	1.87
Buhong	Dongbu Hitek	40.1	8.1	79.8	2.45
Shintongyil	Koregon	35.0	7.5	78.6	2.10
Wipungdangdang	Syngenta	33.8	6.9	79.6	2.13
Cheonha je-il	Semins	38.3	8.4	78.1	1.90
P836	Nongwoo bio	37.3	7.8	79.1	2.41
PRstar	Daenong	39.5	8.8	77.7	1.30
PRjijon	Koregon	28.4	6.3	77.8	1.80
Chengyang	Semins	42.8	8.8	79.4	2.60
Nokguang	Semins	46.3	10.0	78.4	2.90
Younggo4	Youngyang Pepper Experiment Station	30.7	6.4	79.2	1.70
Mean		36.7	7.7	78.9	2.1

acid)의 함량으로 나타내었다.

총 페놀 함량 측정. 총 페놀함량은 Folin-Denis법을 변형하여 측정하였다[Isabelle 등, 2008]. 96 well plate에 시료와 0.2 N Folin-Ciocalteu's phenol 시약을 넣고 실온에서 3분 동안 반응시킨 후, 포화 sodium carbonate를 넣고 60분 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준품으로는 gallic acid를 사용하였다. 고춧잎의 페놀 함량은 고춧잎 건물중 100 g에 해당하는 gallic acid의 용량(mg)으로 표시하였다.

총 플라보노이드 함량 측정. 총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol을 사용하여 측정하였다[Abeyasinghe 등, 2007]. 96 well plate에 시료와 90% diethylene glycol을 넣고 3분 동안 microplate agitater(Titamax 101, Heidolph, Schwabach, Germany)를 이용하여 흔들어주었다. 1 N NaOH용액을 각 well에 넣은 후 1시간 후에 427 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준품으로 naringin을 사용하였다. 고춧잎의 총 플라보노이드 함량은 고춧잎 건물중 100 g에 해당하는 naringin의 용량(mg)으로 표시하였다.

통계처리. 고춧잎의 기능성 성분 및 항산화능의 측정결과는 SAS 9.1.3 프로그램(SAS Inc., Cary, NC, USA)에서 ANOVA를 실시한 후, Duncan's multiple range test를 하여 5% 수준에서 시료 평균간의 유의성을 검정하였다. 고춧잎의 기능성 성분 및 항산화능의 상관계수는 SAS 9.1.3 프로그램을 통해 분석하였다. 모든 실험결과는 3회 이상 실시하여 얻어진 평균값과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

DPPH 라디칼 소거 활성. DPPH는 간편하고 비용이 저렴한 항산화 실험법으로 가장 널리 이용되며 DPPH 라디칼의 소거

활성을 측정하는 방법이다. 하지만 이 방법은 DPPH가 pH, 빛 그리고 온도에 민감하게 영향을 받는 것이 단점으로 알려져 있다[Yoo 등, 2007]. 품종별 고춧잎의 항산화능을 측정하기 위해 13개 시판 품종을 대상으로 DPPH 실험을 실시한 결과는 Fig. 1과 같았다. '신통일' 품종의 고춧잎은 200 µg/mL농도에서 40.7%의 라디칼 소거 활성을 보여 다른 품종에 비해 유의하게 높은 항산화능을 보였고 '청양' 품종의 고춧잎은 1.8%의 라디칼 소거 활성을 보여 가장 낮은 항산화능을 보였다. 항산화능이 높았던 품종순으로 '신통일', '보은진', '독야청청', 'P836', '영고4', '부흥', 'PR지존', 'PR스타', '녹광', '천하제일', '대장부', '청양'이었다(Fig. 1). DPPH 실험법에서는 품종에 따른 항산화능의 차이가 크게 나타났다.

ABTS radical cation decolorization 활성. ABTS 항산화 측정법은, DPPH와 같은 라디칼 소거법에 의한 항산화 측정법이라는 점에서는 같지만 화학반응을 통해 프리라디칼이 유발된 용액에 시료를 넣어 항산화를 측정한다는 점에서 다르며, 프리라디칼을 유발하여 용액을 준비할 때 시간이 소모되지만 항산화 측정 실험에서는 빠른 결과를 볼 수 있는 장점이 있다. 또한 ABTS는 pH의 변화에 민감하게 작용하지 않는 장점이 있다[Yoo 등, 2007]. 품종별 고춧잎의 항산화능을 측정하기 위해 시판 품종 13종을 대상으로 ABTS 실험을 실시한 결과, '신통일' 품종이 가장 높은 항산화능을 보였으며, 이외에 항산화능이 높았던 품종은 '부흥', '영고4', 'PR지존', '위풍당당', '독야청청', '청양', '천하제일', '보은진', 'PR스타', '대장부', '녹광' 순이었다(Fig. 2).

환원력 (FRAP) 측정. FRAP 실험은 3가철이 2가철로 환원될 때 발생하는 청색 과정을 593 nm에서 측정하여 환원력을 계산하는 방법으로 라디칼 소거 방식의 항산화 측정법과는 다른 메커니즘의 항산화 측정법이다[Yoo 등, 2007]. FRAP 실험법을

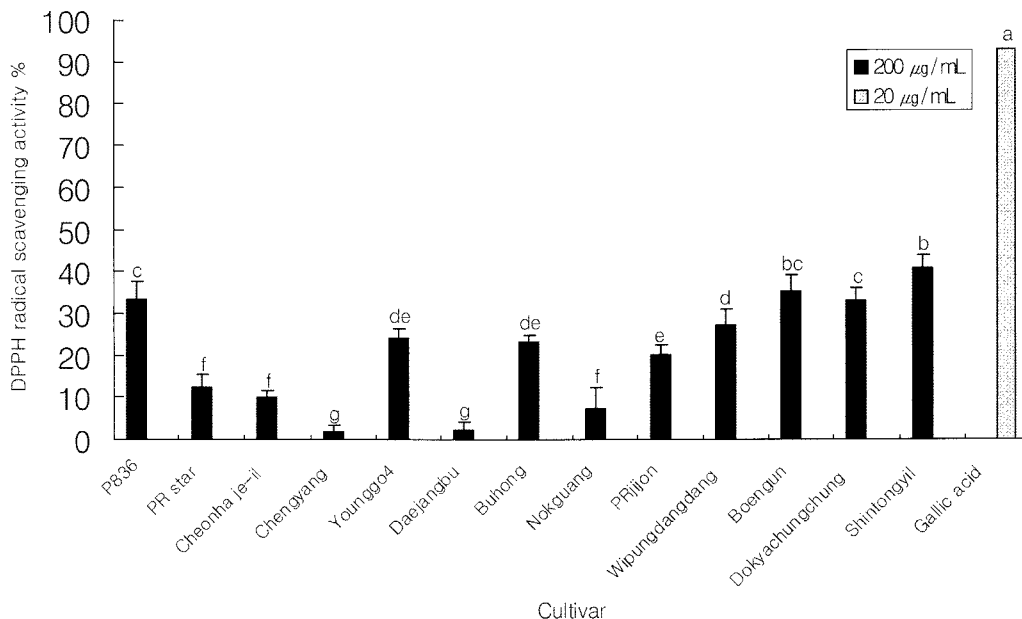


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of pepper leaves taken from 13 different cultivars. The results are the mean±SD (n=3). Different letters indicate a significant difference by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$. Gallic acid was used as a common positive control to all concentration in DMRT.

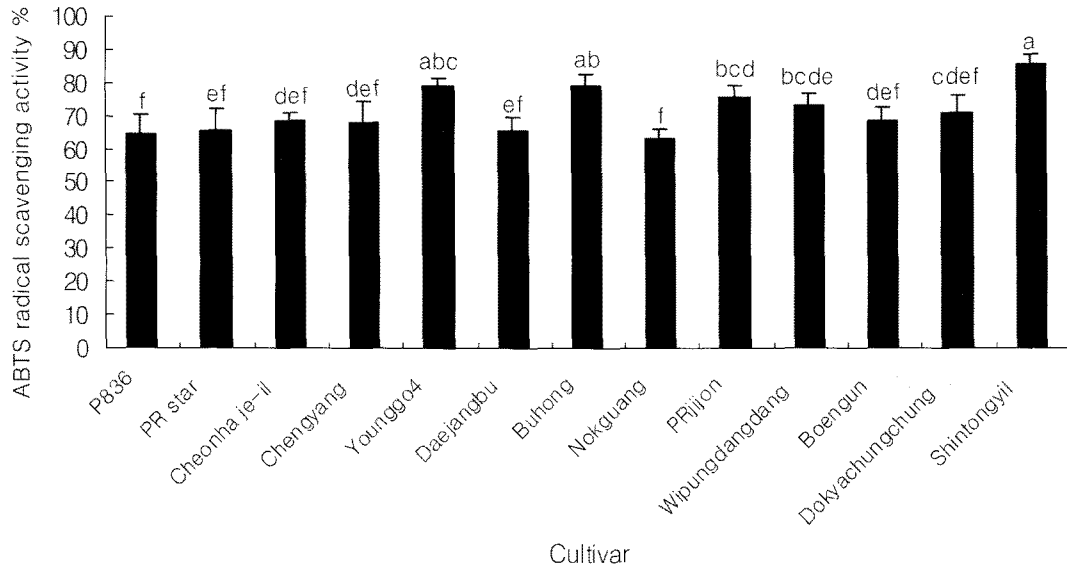


Fig. 2. ABTS radical scavenging activity of pepper leaves taken from 13 different cultivars. The results are the mean \pm SD (n=3). Different letters indicate a significant difference by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

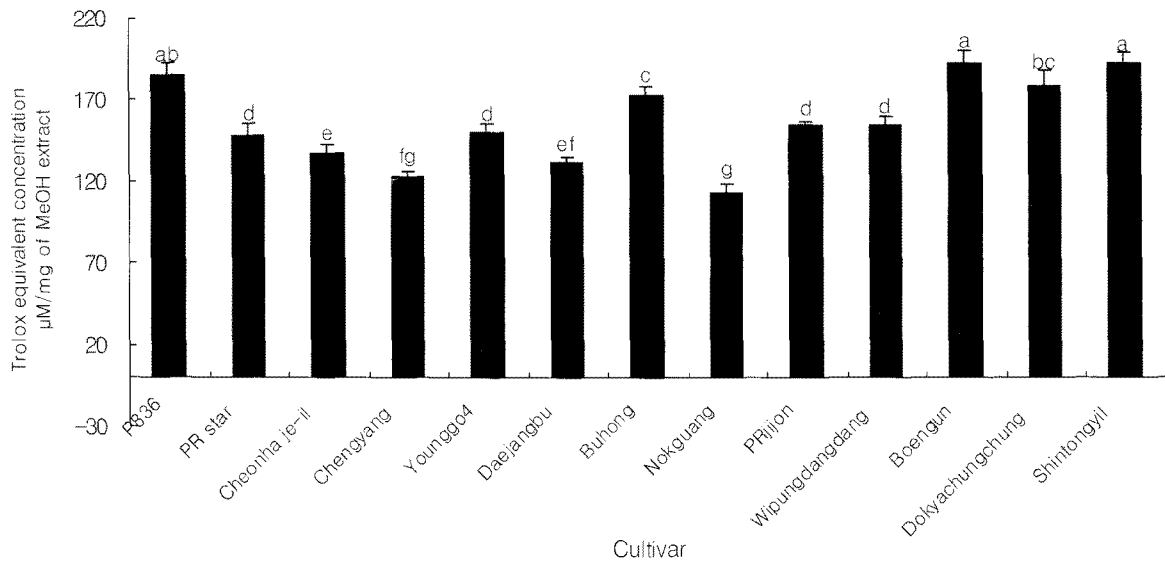


Fig. 3. FRAP activity of pepper leaves from 13 different cultivars. The results are the mean \pm SD (n=3). Different letters indicate a significant difference by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

통해 13개 품종의 항산화능을 측정된 결과는 Fig. 3과 같았다. '신통일'과 '보은건' 품종이 다른 품종에 비해 유의하게 높은 환원력을 보여주었으며 환원력이 높은 순으로 '신통일', '보은건', 'P836', '독야청청', '부흥', '위풍당당', 'PR지존', 'PR스타', '천하제일', '대장부', '청양', '녹광' 순이었다(Fig. 3).

총 비타민 C 및 산화형 비타민 C 함량 측정. 총 비타민 C 함량의 평균은 생체 중 100 g당 203 mg이었다(Table 2). '대장부' 품종이 생체 중 100 g당 253 mg으로 가장 높은 총 비타민 C 함량을 보여주었고 '청양' 품종이 생체 중 100 g당 133 mg으로 가장 낮은 함량을 보였다. 총 비타민 함량이 높았던 순서부터 '대장부', 'PR지존', '보은건', '천하제일', '보은건', '영고 4호', '위풍당당', '독야청청', 'PR스타', '부흥', '신통일', '녹광', 'P836', '청양'이었다(Table 2). 비타민 중에서도 생리활성을 가

지는 환원형 비타민 C의 함량은 총 비타민 C 함량이 가장 높았던 '대장부' 품종이 생체 중 100 g당 197 mg으로 환원형 비타민 C 함량도 가장 높았으며 가장 낮은 함량을 보인 품종은 '청양' 품종으로 생체 중 100 g당 80 mg을 보였다. 환원형 비타민 C의 함량은 13개 품종 평균이 생체 중 100 g당 151 mg이었다. 환원형 비타민 C 함량이 높았던 순서부터 '대장부', '보은건', 'PR지존', '독야청청', '영고 4호', '위풍당당', '신통일', 'P836', '부흥', 'PR스타', '천하제일', '녹광', '청양'이었다(Table 2). 총 비타민 C 함량의 F value는 14.04이며 환원형 비타민 C 함량의 F value는 33.07을 보여 총 비타민 C 함량에 비해 환원형 비타민 C 함량에서 품종간의 차이가 컸다(Table 2).

총 페놀 함량 측정. 페놀성 물질은 항산화 기능을 가질 뿐만 아니라 암 예방 물질로도 알려져 있다[Lee와 Lee, 2006]. 본 실험

Table 2. Constituent of pepper leaves from different cultivars

Cultivar	Total phenol contents	Total flavonoid contents	Total ascorbic acid	Ascorbic acid
	----- mg/100g of fresh weight -----			
Daejangbu	276±5e ^z	314±18de	253±21a	197±21a
Dokyachungchung	476±23bc	585±25b	205±7bcd	163±3c
Boengun	516±9a	645±45ab	223±12bc	182±4b
Buhong	450±21c	689±50a	192±3de	146±1def
Shintongyil	498±15ab	588±62b	192±1de	156±10cde
Wipungdangdang	463±19c	496±17c	209±8bcd	161±7cd
Cheonha je-il	293±11e	340±71d	227±20b	135±12fg
P836	502±27ab	644±70ab	179±14e	146±7def
PRstar	231±7f	251±61e	198±10cde	141±5ef
PRjijon	473±26bc	449±26c	227±20b	168±8bc
Chengyang	288±23e	456±58c	133±13f	80±6h
Nokguang	401±22d	442±17c	190±15de	129±6g
Younggo4	459±24c	338±23d	214±12bcd	162±4c
Mean±SD	410±10	480±14	203±29	151±28
F value	81.75**	28.03**	14.04**	33.07**

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p \leq 0.05$.

**Significant at 1% level.

Table 3. Correlation coefficient between functional constituents and biological activities

	Correlation coefficient					
	TA	AA	TP	TF	ABTS	FRAP
AA	0.793***					
TP	0.099 ^{NS}	0.136 ^{NS}				
TF	0.115 ^{NS}	0.379**	0.231 ^{NS}			
ABTS	0.201 ^{NS}	0.492**	0.492**	0.617***		
FRAP	0.073 ^{NS}	0.400**	0.414**	0.737***	0.781***	
DPPH	0.059 ^{NS}	0.389*	0.451**	0.689***	0.849***	0.902***

TA=total ascorbic acid, AA=ascorbic acid, TP=total phenol contents.

TF=total flavonoid contents.

^{NS}, **, *****, Non-significant or significant at 5%, 1% and 0.1% level respectively.

험에서 총 페놀 함량을 측정된 결과, F value가 81.75로 측정된 기능성 성분들 중 가장 큰 분산을 보여 비타민과 플라보노이드 함량에 비해 품종에 따른 차이가 크다는 것을 보여주었다. 13개 품종으로부터 얻은 고춧잎의 총 페놀 함량 평균은 생체 중 100 g당 410 mg이었다(Table 2). 총 페놀 함량이 가장 높았던 품종은 '보은건' 품종이었고 가장 낮았던 품종은 'PR스타'. 총 페놀 함량이 높았던 품종은 '보은건', 'P836', '신통일', '독야청청', 'PR지존', '위풍당당', '영고4', '부흥', '천하제일', '청양', '대장부', 'PR스타' 순이었다(Table 2).

총 플라보노이드 함량 측정. 최[2006]는 고춧잎에서 DPPH 라디칼 소거능을 가지는 주요 항산화물질로 플라보노이드 화합물인 apigenin과 apigenin 배당체를 분리 동정하여 보고하였다. 본 실험에서는 항산화 활성에 미치는 플라보노이드 화합물의 영향을 평가하고자 총플라보노이드 함량을 측정하여 항산화능과 총 플라보노이드 함량과의 상관관계를 조사하였다. 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과, 13개 품종으로부터 얻은 총 플라보노이드 함량은 생체중 100 g당 480 mg이었으며 F value가 28.03으로 총 페놀 함량에 비해 낮은 분산을 보였다(Table 2). 총 플라보노이드 함량은 '부흥', '보은건', 'P836', '신통일',

'독야청청', '위풍당당', '청양', 'PR지존', '녹광', '천하제일', '영고4', '대장부', 'PR스타' 순으로 높았다(Table 2).

품종별 고춧잎의 기능성 성분과 항산화활성과의 상관관계 분석. 고춧잎의 기능성 성분과 항산화능과의 관계를 알아보기 위해 상관관계를 Table 3과 같이 분석하였다. 총 비타민 C 함량과 항산화 활성 간에는 상관관계가 없었지만 비타민 C 중 활성을 가지는 형태인 환원형 비타민 C(Ascorbic acid)와 ABTS, FRAP와 같은 항산화 활성 실험 결과 간에는 고도로 유의한 정도의 상관관계가 있었다(Table 3). 또한 환원형 비타민 C 함량은 총 비타민 C 함량과도 높은 정도의 상관관계가 있었다(Table 3). 페놀함량과 ABTS, DPPH 및 FRAP와 같은 3가지 다른 방법의 항산화 활성 결과 간에는 고도로 유의한 정도의 상관관계가 있었다(Table 3). 이는 페놀성 물질과 항산화 활성간의 높은 상관관계가 있다고 보고한 기존의 논문과 일치한다[Pulido 등, 2000; Xu 등, 2007]. 특히 총 플라보노이드 함량과 ABTS, DPPH 및 FRAP의 항산화 활성 결과 간에도 고도로 고도로 유의한 정도의 상관관계가 있어 고춧잎의 항산화 활성은 플라보노이드 물질에 기인하는 것으로 생각된다(Table 3). 시험에 사용된 다양한 품종의 고추는 동일한 환경에서 같은 시기에 같은

재배 방법으로 재배된 것으로 환경이나 재배방법에 의한 차이를 배제할 수 있어 고춧잎의 품종별 항산화 활성은 품종특성에 기인된 것으로 사료된다.

본 실험에서 고춧잎은 평균적으로 생체중 100 g당 151 mg의 비타민 C 함량을 가지는 것으로 나타나 다른 채소에 비해 높은 비타민 C를 함유하고 있는 것으로 나왔지만 고춧잎 추출물의 항산화 물질과 항산화능간의 상관계수는 총 플라보노이드가 가장 높았다. 이는 신선한 상태에서 다량으로 존재했던 비타민 C가 추출과정에서 일부 손실되어 매탄올 추출물을 이용한 항산화능 측정시에는 과소평가 되었을 것으로 생각된다. 일반적으로 고춧잎은 물에 살짝 데쳐서 섭취한다는 것을 감안할 때, 본 실험결과는 일상생활에서 물에 데쳐먹는 고춧잎의 항산화 활성은 플라보노이드 함량에 의존적이라는 것을 시사한다.

초 록

고춧잎의 항산화 성분을 알아보기 위해 13종의 고추품종으로부터 총 비타민 C, 총 페놀, 총 플라보노이드 함량을 스펙트로포토미터로 측정하였다. 총 페놀 및 플라보노이드의 함량의 범위는 각각 100 g당 231 mg에서 516 mg과 100 g당 251 mg에서 689 mg이었다. 고춧잎의 항산화 효과는 DPPH, ABTS 및 FRAP 실험으로 측정하였다. 비타민 C의 함량과 항산화 활성간에는 정의 상관관계가 있었고 총 페놀 함량과 DPPH, ABTS 및 FRAP 활성간에는 유의하게 높은 상관계수가 확인되었다. 특히 고춧잎의 항산화 효과는 플라보노이드 함량과 일치하였다. 이 결과들은 플라보노이드 함량이 고춧잎의 항산화 활성에 크게 관여하는 것을 시사한다. 다양한 품종들의 고춧잎은 모두 다른 수준의 항산화능을 보였다. 이 연구는 고춧잎의 항산화능과 항산화 물질에 대한 좋은 정보를 제공할 것이다.

Keywords: 항산화능, 품종, 기능성 성분, 고춧잎

감사의 글

시료 채취에 도움을 주신 영양고추시험장 관계자 여러분께 감사드리며 특별히 권태룡, 장길수, 황지은 연구원님께 감사의 뜻을 전합니다.

참고문헌

- Abeyinghe DC, Li X, Sun C, Zhang W, Zhou C, and Chen K (2007) Bioactive compounds and antioxidant capacities in different edible tissues of citrus fruit of four species. *Food Chemistry* **104**, 1338-1344.
- Barrett JC (1993) Mechanisms of multistep carcinogenesis and carcinogen risk assessment. *Environ Health Perspect* **100**, 9-20.
- Benzie IF and Strain JJ (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* **239**, 70-76.
- Choi JG (2006). DPPH radical scavenging activity and isolation of apigenins from the leaves of *Capsicum annuum*. MS Thesis, Sunchon National Univ., Sunchon, Korea.
- Chung YZ (2003) Induction of cancer apoptosis by the extract of *Capsicum annuum L. var angulosum* Mill sorted according to the parts in hepatoma cells and MCF-7 cells. *Yakhak Hoeji* **47**, 57-68.
- Dietz BM, Kang YH, Liu G, Eggler AL, Yao P, Chadwick LR, Pauli GF, Farnsworth NR, Mesecar AD, van Breemen RB, and Bolton JL (2005) Xanthohumol isolated from *Humulus lupulus* Inhibits menadione-induced DNA damage through induction of quinone reductase. *Chem Res Toxicol* **18**, 1296-1305.
- Isabelle M, Lee BL, Ong CN, Liu X, and Huang D (2008) Peroxyl radical scavenging capacity, polyphenolics, and lipophilic antioxidant profiles of mulberry fruits cultivated in southern China. *J Agric Food Chem* **56**, 9410-9416.
- Ito N, Fukushima S, and Tsuda H (1985) Carcinogenicity and modification of the carcinogenic response by BHA, BHT, and other antioxidants. *Crit Rev Toxicol* **15**, 109-150.
- Kahng TS and Yoon HS (1987) Determination and physical properties of dietary fiber in vegetables. *Korean Soc Food Nutr* **16**, 49-54.
- Kim JH, Jeong CH, and Shim KH (2003) Biological activities of solvent fractions of *Capsicum annuum* leaves. *Korean J Food Preser* **10**, 540-546.
- Kweon YM, Rhee SH, and Park KY (1995) Antimutagenic effects of juices from the peppers in *Salmonella* assay system. *J Korean Soc Food Nutr* **24**, 440-445.
- Lee KW and Lee HJ (2006) The roles of polyphenols in cancer chemoprevention. *Biofactors* **26**, 105-121.
- Llorach R, Espin JC, Tomas-Barberan FA, and Ferreres F (2002) Artichoke (*Cynara scolymus L.*) byproducts as a potential source of health-promoting antioxidant phenolics. *J Agric Food Chem* **50**, 3458-3464.
- Moure A, Cruz JM, Franco D, Domiguez JM, Sineiro J, Domiguez H, José Nunez M, and Paraj JC (2001) Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem* **72**, 145-171.
- Park JC, Chung SK, Hur JM, Lee JH, Choi MR, Song SH, and Choi JM (1997) Effects of the components and extracts of some edible and medicinal plants on the formation of lipid peroxide in rat liver homogenate. *Korean Soc Food Sci Nutr* **26**, 1159-1163.
- Pulido R, Bravo L, and Saura-Calixto F (2000) Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *J Agric Food Chem* **48**, 3396-3402.
- Rahman Khan MM, Rahman MM, Islam MS, and Begum SA (2006) A simple UV-spectrometric method for the determination of vitamin c content in various fruits and vegetables at Sylhet area in Bangladesh. *J Biol Sci* **6**, 388-392.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, and Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* **26**, 1231-1237.
- Suarez M, Romero M-P, Ramo Ts, Macia A, and Motilva M-J (2009) Methods for preparing phenolic extracts from olive cake for potential application as food antioxidants. *J Agric Food Chem* **57**, 1463-1472.
- Surh YJ, Lee E, and Lee JM (1998) Chemoprotective properties of

- some pungent ingredients present in red pepper and ginger. *Mutat Res* **402**, 259-267.
- Surh YJ, and Lee SS (1995) Capsaicin, a double-edged sword: toxicity, metabolism, and chemopreventive potential. *Life Sci* **56**, 1845-1855.
- Wattenberg LW (1985) Chemoprevention of cancer. *Cancer Res* **45**, 1-8.
- Xu BJ, Yuan SH, and Chang SKC (2007) Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. *J Food Sci* **72**, S167-S177.
- Yoo KM, Kim DO, and Lee CY (2007) Evaluation of different methods of antioxidant measurement. *Food Sci Biotechnol* **16**, 177-182.