

## Antioxidative and Antibrowning Effects of *Taraxacum platycarpum* and *Chrysanthemum indicum* Extracts as Natural Antibrowning Agents

Min-Sun Chang<sup>1</sup>, Miji Park<sup>1</sup>, Moon-Cheol Jeong<sup>2</sup>, Dongman Kim<sup>2</sup> and Gun-Hee Kim<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

<sup>2</sup>Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

### 천연 갈변저해제로서의 민들레 및 감국 추출물의 항산화 및 갈변억제 효과

장민선<sup>1</sup> · 박미지<sup>1</sup> · 정문철<sup>2</sup> · 김동만<sup>2</sup> · 김건희<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>덕성여자대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>한국식품연구원

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effects of *Taraxacum platycarpum* and *Chrysanthemum indicum* extracts on the browning of apple slices. The inhibition of the PPO activities, total phenolic contents, and DPPH free-radical-scavenging activities was measured from water and from the 80% EtOH extracts of *Taraxacum platycarpum* and *Chrysanthemum indicum* as natural antibrowning agents. Apples were cut into 15-mm-thick slices, and each slice was dipped for 1 min in different treatment solutions (1% *Taraxacum platycarpum* and *Chrysanthemum indicum* extracts, 1% citric acid) and was stored at room temperature. The inhibition of the PPO activity in the *Chrysanthemum indicum* extract was better than that in the *Taraxacum platycarpum* extract. The highest DPPH free-radical-scavenging activity (76.10%) was found in the 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*. After 24 h, the  $\Delta E$  value of the apple slices that were treated in the 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum* was at the lowest level (2.22). The total phenolic content was 94.07 mg/g, and the total flavonoid content was 102.60 mg/g, in the 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*. The antibrowning effect of *Chrysanthemum indicum* was higher than that of *Taraxacum platycarpum* in the apple slices.

Key words : *Taraxacum platycarpum*, *Chrysanthemum indicum*, antibrowning, antioxidative

### 서 론

최근 건강을 중시하는 소비자들의 신선편이 농산물에 대한 수요 및 소비가 증대되고 있다(1-4). 이러한 신선편이 농산물은 제조 공정 중 절단, 박피 등으로 인한 조직의 손상으로 색, 조직감의 변화, 미생물 번식 등이 중요한 문제로 대두되고 있으며(5-7) 특히 갈변은 매우 중요한 품질 지표로 품질의 상품성을 좌우하는 요인이다. 갈변은 함유되어 있는 phenol 화합물에 의하여 나타나는 것으로 알려져 있는데 이들 phenol 화합물들이 가공이나 저장 중 polyphenol oxidase (PPO)에 의한 효소적 갈변현상 또는 비효소적 갈변 현상을 일으키게 된다(8,9). 이러한 갈변을 억제시키기 위하여 비타민 C 및 천연 황화합물 등의 환원제, pH를 낮추어

갈변반응을 자연시키는 산미제, 퀼레이팅 약품 등의 물질이 PPO 활성을 억제하기 위하여 사용되었으나 최근 천연 갈변저해제에 대한 소비자의 요구가 증가하고 있는 추세이다(10-12). 이에 따라 생약재 및 차류를 이용한 천연 갈변저해제 연구(13)가 많이 수행되고 있으나 실제로 농산물에 적용한 경우는 미비한 실정이다.

민들레(*Taraxacum platycarpum*)와 감국(*Chrysanthemum indicum*)은 국화과(Compositae)에 속하는 다년생 초본으로 그 종 민들레는 이른 봄부터 늦가을에 이르기까지 우리나라 전역에 걸쳐 널리 분포하고 있으며 뿌리, 잎, 꽃 등 식물체 모두를 식용할 수 있는 식물이다(14). 또한 그 잎과 뿌리는 다양한 종류의 식품으로 제조되어 샐러드, 차로 판매될 뿐 아니라 음료수와 유제품, 치즈 등의 향미제로도 이용된다(15). 항산화 활성에 대한 연구도 많이 보고되었으며 Kang(16)은 linoleic acid를 이용하여 민들레의 항산화력을

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : ghkim@duksung.ac.kr  
Phone : 82-02-901-8496, Fax : 82-02-901-8474

측정한 결과 물 추출물의 항산화력이 BHA보다 유의적으로 높은 값을 나타낸다고 하였다. 감국은 우리나라에서는 중부 이남의 산간지역에 널리 분포하는 야생국화로 예로부터 국화주로 제조하여 궁중에서는 국화주로 마셔왔고, 민가에서는 고혈압 환자들이 약술로 애용하여 왔다(17). 감국의 주요 성분으로는 플라보노이드 화합물인 luteolin, apigenin 및 acacetin, sesquiterpene lacton 화합물인 cumambrin A 및 B, arteglasin A, angeloyljadin 등이 알려져 있으며(18) 식품 학적인 측면에서 감국 첨가에 의한 감국 설기의 호화 및 노화도 그리고 품질 특성과 기호도에 관한 연구(19), 전통주 제조의 고품질화를 위한 국화꽃잎의 최적 추출조건에 관한 연구(20) 등이 보고되었다. 또한 감국의 항산화 활성에 관한 연구(21)가 수행된 바 있으나 식품 갈변억제와 관련된 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 민들레와 감국을 열수 및 에탄올로 추출하고, 추출물에 대한 PPO 저해활성과 항산화 특성을 조사한 후 이를 사과 슬라이스에 적용하여 갈변억제에 미치는 효과를 조사함으로써 천연 갈변억제로서의 응용 가능성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 사과는 ‘Fuji’ 품종으로 경북 영천에서 2011년에 수확된 것을 구입하여 외관이 건전한 것을 선별하여 실험에 사용하였다. 갈변저해를 목적으로 사용한 민들레는 경북 청송군에서, 감국은 경북 의성군에서 재배된 것으로 건조물 상태의 재료를 시중에서 구입하여 사용하였다.

### 추출물 제조

민들레와 감국의 추출은 열수 추출방법과 에탄올 추출방법을 적용하였으며 열수 추출은 건조하여 분쇄한 민들레와 감국 30 g에 증류수 150 mL를 넣고, 60°C의 진탕수조에서 6시간 3회 반복 추출하였으며 에탄올 추출은 민들레와 감국 분쇄시료 30 g에 80% 에탄올 용액 150 mL를 넣고 60°C의 환류냉각장치에서 6시간 3회 반복 추출하였다. 각 추출물을 농축한 후 분말형태를 시료로 사용하였다.

### 사과에 대한 갈변저해제 처리

사과를 세라믹 칼을 이용하여 15 mm 두께로 슬라이스한 후 분말 형태의 민들레와 감국 추출물 각 1% 용액에 1분간 침지하고, 3분간 자연건조한 후 흡수지로 수분을 가볍게 제거하여 상온에서 24시간 동안 보관하며 외관의 변화를 관찰하였다.

### 효소활성 저해력 조사

50 mM phosphate buffer (pH 6.5) 1.7 mL와 PPO (4276 units/mg) 0.2 mL을 혼합한 후 0.5, 1 and 1.5% 농도의 저해제를 0.1 mL을 첨가하여 25°C로 조절된 항온수조에서 15분간 방치하고 기질로서 4 mM catechin 용액 1 mL를 각각 첨가하고, microplate reader (M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 420 nm에서 5분간의 변화를 측정하였다. 효소의 활성능은 흡광도의 변화를 관찰한 후 curve의 직선부위로부터 계산하였으며 효소 저해활성은 흡광도 감소량 %로 나타내었다(22).

$$\text{Inhibition of PPO activity (\%)} = [1-(A/B)] \times 100 \\ (\text{A: sample의 흡광도, B: blank solution의 흡광도})$$

### $IC_{50}$ value 측정

시료별 PPO 저해활성의 상대적 비교를 위하여 효소활성의 50%를 저해하는 시료의 농도를 환산하여  $IC_{50}$  값을 하였다.

### DPPH radical 소거능 측정

4 mM의 DPPH 에탄올 용액을 제조하여 흡광도를  $1.000 \pm 0.1$ 로 조절하여 사용하였다. 1% 농도의 시료 0.2 mL를 시험판에 가하고 DPPH 용액 2.8 mL를 혼합하여 10분간 반응시킨 후, 517 nm에서 Microplate reader (M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 측정하여 아래의 식으로부터 DPPH 라디칼 소거활성을 계산하였다(23).

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [1-(A/B)] \times 100 \\ (\text{A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 시료 무첨가구의 흡광도})$$

### 총페놀 함량 측정

Folin-Ciocalteu법을 이용하여 측정하였다(24). 시료 0.1 mL에 2 N Folin-Ciocalteu 용액 0.5 mL를 첨가하여 3분간 반응시킨 후 20%  $Na_2CO_3$  1 mL를 첨가하여 1시간 동안 침전반응을 거친 후 반응 용액을 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 Microplate reader (M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 이 때 총페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 구하였다.

### 사과 슬라이스의 표면색 측정

표면색은 표준백판( $L=97.40$ ,  $a=-0.49$ ,  $b=1.96$ )으로 보정된 Chromameter (CR-400, Minolta Co, Japan)를 사용하여 시료 절단면의 중심부위를 3번복으로 Hunter L, a and b 값을 측정하였고, 각 처리구간의 색도의 차이는 색차(color difference,  $\Delta E$ )를 이용하여 분석하였으며 계산식은 다음과 같다.

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

### 통계처리

통계처리는 SPSS Win program (Version 14.0)을 이용하여 ANOVA 처리를 하였으며 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### PPO 활성 저해력

민들레와 감국 추출물에 대한 PPO 활성 저해력을 catechin 기질을 이용하여 비교한 결과는 Table 1과 같다. 시료의 농도가 증가할수록 저해활성이 증가하여 민들레 열수 추출물의 경우 0.5%에서 8.74%, 1%에서 17.41%, 1.5%에서 25.26%의 저해활성을 나타내었고, 이에 대한 IC<sub>50</sub>의 값은 7.75%였다. 민들레의 에탄올 추출물의 경우 0.5%에서 5.76%, 1%에서 12.26%, 1.5%에서 21.71%의 저해활성을 나타내며 IC<sub>50</sub>의 값은 7.95%로 나타나 에탄올 추출물보다 열수 추출물에서 더 높은 저해활성을 보였다. 감국의 경우 열수 추출물 0.5%에서 32.61%, 1%에서 73.52%, 1.5%에서 83.03%의 저해활성을 보이며 농도가 증가할수록 저해활성이 증가하였고, 이 때 IC<sub>50</sub> 값은 3.32%였다. 감국의 에탄올 추출물의 경우 0.5%에서 35.27%, 1%에서 77.94%, 1.5%에서 89.85%의 저해활성을 나타내며 IC<sub>50</sub> 값은 1.97%로 민들레 추출물과는 달리 에탄올 추출물에서 더 높은 저해활성을 나타내었다. 이는 감국을 열수 및 에탄올 추출하여 추출물에 대한 tyrosinase의 저해활성을 측정한 경우 같은 농도에서 열수 추출물의 저해활성이 높다고 보고한 Sung 등(21)의 결과와 유사하였다. PPO 활성 저해력은 감국 에탄올 추출물 > 감국 열수 추출물 > 민들레 열수 추출물 > 민들레 에탄올 추출물의 순으로 높게 나타났다.

### DPPH radical 소거능

민들레 및 감국 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 조사한

결과는 Fig. 1과 같으며 민들레 열수 추출물에서 6.08%, 민들레 에탄올 추출물에서 13.38%, 감국 열수 추출물에서 20.88%, 그리고 감국 에탄올 추출물에서 76.10%로 나타났으며 유의적인 차이를 보였다. 감국 에탄올 추출물 > 감국 열수 추출물 > 민들레 에탄올 추출물 > 민들레 열수 추출물의 순으로 높은 DPPH radical 소거 활성을 보였으며 이는 Sung 등(21)이 보고한 감국의 에탄올 추출물의 전자공여능 활성이 76%인 것과 유사하였다. 이러한 전자공여능 측정에 사용된 DPPH는 안전한 자유 라디칼로서 그것의 비공유전자로 인해 517 nm 부근에서 최대 흡수치를 나타내며 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하게 된다. 추출물에서 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화활성을 기대할 수 있다(25).

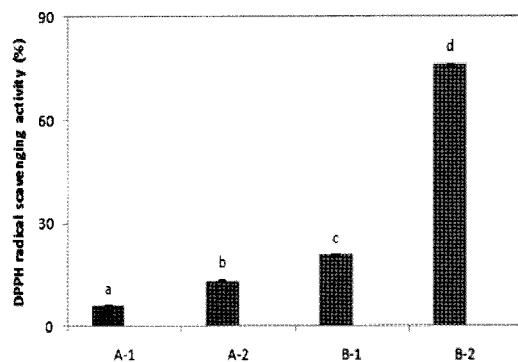


Fig. 1. DPPH radical scavenging activities of *Taraxacum platycarpum* and *Chrysanthemum indicum* extracts.

A-1: water extract of *Taraxacum platycarpum*, A-2: 80% EtOH extract of *Taraxacum platycarpum*  
B-1: water extract of *Chrysanthemum indicum*, B-2: 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*

### 총페놀 함량

총페놀 함량의 경우 민들레 열수 추출물에서 68.21 mg/g, 민들레 에탄올 추출물에서 75.60 mg/g, 감국 열수 추출물에서 86.92 mg/g, 감국 에탄올 추출물에서 94.07 mg/g의 함량을 나타내어 DPPH radical 소거 활성능과 마찬가지로 감국 에탄올 추출물 > 감국 열수 추출물 > 민들레 에탄올 추출물

Table 1. Inhibition ratio of PPO activity according to different concentrations of *Taraxacum platycarpum* and *Chrysanthemum indicum* extracts in catechin

Natural substances	Conc. (%)	Water		EtOH	
		Inhibition (%)	IC <sub>50</sub> (%)	Inhibition (%)	IC <sub>50</sub> (%)
<i>Taraxacum platycarpum</i> (Dandelion)	0.5	8.74±2.06 <sup>a1)</sup>		5.76±1.65 <sup>a</sup>	
	1.0	17.41±2.83 <sup>b</sup>	7.75	12.26±2.79 <sup>a</sup>	7.95
	1.5	25.26±1.08 <sup>c</sup>		21.72±1.69 <sup>b</sup>	
<i>Chrysanthemum indicum</i>	0.5	32.61±1.27 <sup>a</sup>		35.27±0.59 <sup>a</sup>	
	1.0	73.52±2.28 <sup>b</sup>	3.32	77.94±4.64 <sup>b</sup>	1.97
	1.5	83.03±1.27 <sup>b</sup>		89.85±1.48 <sup>b</sup>	

<sup>1)</sup>Each values are means±SD. Means with the different letters within a column are significantly different ( $p<0.05$ )

> 민들레 열수 추출물의 순으로 감국 에탄올 추출물의 총페놀 함량이 가장 높았고, 감국 추출물간 유의적인 차이는 없었다(Fig. 2). 페놀성 화합물은 식물계 등의 천연물에 널리 분포되어 있는 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기를 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(26). 또한 이러한 페놀성 화합물인 페놀산 및 플라보노이드 등의 총량인 총 페놀화합물은 항산화 활성에 매우 중요한 인자로 작용한다(27). Seong 등(28)과 Kim 등(29)은 식물체의 총폴리페놀 함량과 전자공여 작용 사이에 밀접한 상관관계가 있어 폴리페놀 함량이 높을수록 전자공여능이 높은 경향 있다고 하였다.

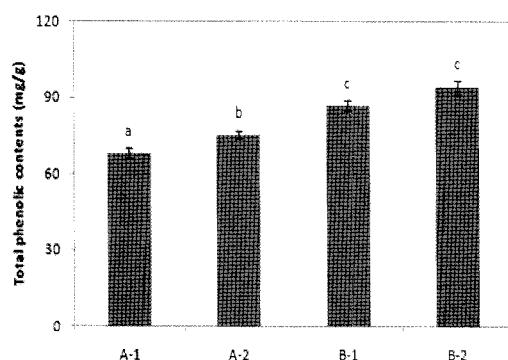


Fig. 2. Total phenolic contents of *Taraxacum platycarpum* and *Chrysanthemum indicum* extracts.

A-1: water extract of *Taraxacum platycarpum*, A-2: 80% EtOH extract of *Taraxacum platycarpum*  
B-1: water extract of *Chrysanthemum indicum*, B-2: 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*

#### 사과 슬라이스의 표면색

사과 슬라이스에 민들레와 감국 추출물을 침지하여 상온에서 24시간 동안의 색 변화를 관찰한 결과 처리하지 않은 사과 슬라이스의 L값이 52.50을 나타낸 반면, 민들레 열수 추출물에서 66.87, 민들레 에탄올 추출물에서 55.68, 감국 열수 추출물에서 78.26, 감국 에탄올 추출물에서 72.82를 나타내어 처리하지 않는 사과 슬라이스보다 높은 L값을 보였으며 민들레 추출물보다 감국 추출물에서 높은 L값을 나타내었다(Table 2). 사과 슬라이스의 외관상 가장 큰 문제를 나타내는 갈변 정도는  $\Delta E$ 값으로 나타낼 수 있으며 값이 크게 나타날수록 색 변화가 많이 일어난 것으로 판단할 수 있다.  $\Delta E$ 값의 경우 처리하지 않은 사과 슬라이스에서 17.08의 색 변화를 나타낸 반면, 민들레 열수 추출물에서 6.68, 민들레 에탄올 추출물에서 6.97, 감국 열수 추출물에서 3.41, 감국 에탄올 추출물에서 2.22를 보여 민들레 추출물보다 감국 추출물에서 색 변화가 적게 일어난 것을 알 수 있었으며 또한 감국 추출물 중에서 열수 추출물보다 에탄올 추출물에서 더욱 갈변이 지연되었음을 알 수 있었다. Weller 등(30)은 L값의 변화는 PPO 활성의 증가와 관련이 있으며 PPO는 조직이 노화되거나 저장 시 스트레스를 받으면 매우 용해성이 커지고, 활성화된다고 하였다.

사과 슬라이스의 외관을 관찰한 결과 처리하지 않은 경우보다 감국 추출물을 처리한 사과 슬라이스에서 갈변이 다소 지연되는 것을 알 수 있었고(Fig. 3), 민들레 추출물의 경우 감국 추출물보다 사과 슬라이스에 추출물이 다소 염색되는 경향이 있었다. 감국 추출물의 경우 특히 에탄올 추출물에서 PPO 저해활성과 항산화력이 뛰어나 민들레 열수 및 에탄올 추출물보다 천연 갈변저해제로서의 사용이 효과적일 것으로 사료된다.

Table 2. Changes in Hunter L, b and  $\Delta E$  of apple slices by *Taraxacum platycarpum* and *Chrysanthemum indicum* extracts solutions after 24 hours at room temperature

Natural substances	Extract	L	b	$\Delta E$
Untreated		52.50 $\pm$ 6.89	13.72 $\pm$ 1.68	17.08
<i>Taraxacum platycarpum</i> (Dandelion)	Water	66.87 $\pm$ 0.49	14.56 $\pm$ 3.02	6.68
	EtOH	55.68 $\pm$ 3.52	13.83 $\pm$ 1.70	6.97
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	Water	78.26 $\pm$ 1.12	15.53 $\pm$ 0.80	3.41
	EtOH	72.82 $\pm$ 0.98	12.99 $\pm$ 1.22	2.22

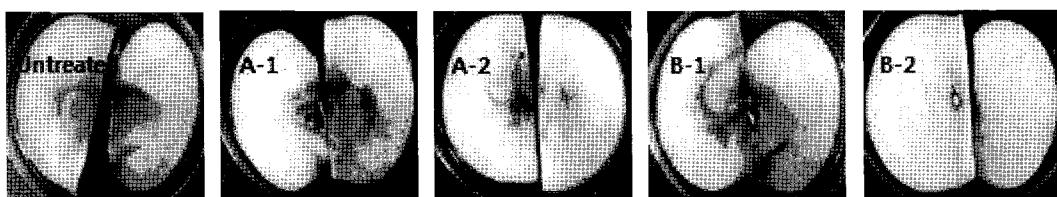


Fig. 3. Changes the appearances of apple slices by *Taraxacum platycarpum* and *Chrysanthemum indicum* extracts solutions after 24 hours at room temperature.

A-1: water extract of *Taraxacum platycarpum*, A-2: 80% EtOH extract of *Taraxacum platycarpum*  
B-1: water extract of *Chrysanthemum indicum*, B-2: 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*

## 요 약

천연 갈변저해제 소재를 발굴하기 위하여 민들레와 감국을 열수 및 80% 에탄올로 추출하고, 그 추출물에 대하여 PPO 저해활성과 DPPH radical 소거능, 총페놀 함량 등을 통하여 항산화 효과를 조사하였다. 또한 추출물을 사과슬라이스에 침지하여 외관의 변화를 관찰하였다. 감국 추출물이 민들레 추출물보다 높은 PPO 저해활성을 보였으며 DPPH radical 소거능 그리고 총페놀 함량 등에 대해서 높은 함량을 나타내었다. 각 추출물에 대하여 사과슬라이스에 침지하여 처리한 결과 감국 추출물에서 높은 L값과 낮은  $\Delta E$ 값을 보여 색 변화가 적게 일어났음을 알 수 있었다. 또한 감국의 경우 열수 추출물보다 에탄올 추출물에서 항산화효과 및 PPO 저해활성이 높은 것으로 조사되어 본 연구를 통하여 천연 갈변저해제로 감국 에탄올 추출물이 사용이 효과적일 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 논문은 농림수산식품부 농림기술개발사업의 연구비 지원(310017-03-1-HD110)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Hwang TY, Moon KD (2006) Quality characteristics of fresh-cut potatoes with natural antibrowning treatment during storage. Korean J Food Sci Technol, 38, 183-187
- Ohlsson T (1996) Minimal processing preservation methods of the future, an overview. Trends Food Sci Technol, 5, 341-344
- Ahvenainen R (1996) New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Korean J Food Sci Technol, 7, 179-186
- Hwang TY, Son SM, Lee CY, Moon KD (2001) Quality changes of fresh-cut packaged fuji apples during storage. Korean J Food Sci Technol, 33, 469-473
- Gamage TV, Yuen CMC, Wills RBH (1997) Minimal processing of custard apple (*Annona atemoya*) pulp. J Food Process Pres, 21, 289-301
- Brech, JK (1995) Physiology of lightly processed fruits and vegetables. Hort Sci. 30, 18-21
- Choi JH, Ha TM, Kim YH, Ju YC (1996) Effects of storage temperature and packing method for keeping freshness of fresh mushrooms. J Agri Sci, 38, 915-921
- Kim HS, Kim MH (2009) Browning and pungent taste reduction techniques in onion extract. Food Engineering Progress, 13, 360-364
- Alejandra CC, Javier MF, Nieves C, Agustin O, Mar V (2005) Assessment of initial stages of maillard reaction in dehydrated onion and garlic samples. J Agric Food Chem, 53, 9078-9082
- Sapers GM, Miller RL (1992) Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphates. J Food Sci, 57, 1132-1135
- Kim BS, Klieber (1997) Quality maintenance of minimally processed chinese cabbage with low temperature and citric acid dip. J Sci Food Agric, 75, 31-36
- Lee GC, Ahn SC (1997) Inhibition effect of several cereal extracts on enzymatic browning. Korean J Soc Food Sci, 13, 390-395
- Kim JK, Cha WS, Park JH, Oh SL, Cho YJ, Chun SS, Choi C (1997) Inhibition effect against tyrosinase of condensed tannins from Korean green tea. Korean J Food Sci Technol, 28, 173-177
- Kim TJ (1994) Our Flower, 100 species 9th ed. Hyunamsa, Seoul, Korea, p 2-5
- Kim JH, Lee HI, Park JH, Lim YY, Kim BJ, Lim IS, Kim MN, Kim HS, Kim JK, Han SH, Cho SM, Kim JH, Park KM (2010) The effect of the extracts of (AF-343) in atopic dermatitis. Korean J Asthma Allergy Clin Immunol, 30, 36-42
- Kang MJ (2001) Antioxidant activity and free radical scavenging effect of dandelion extract. PhD thesis, Yeungnam University, Kyungsan, Korea
- Han SM (2005) Studies on the functional components and cooking aptitude for medicinal tea of *Chrysanthemum indicum* L. PhD thesis, Sejong University, Seoul, Korea
- Ryu SY, Choi SU, Lee SH, Ahn JW, Zee OP (1994) Antitumor activity of some phenolic components in plants. Arch Pharm Res, 17, 42-44
- Shin YJ (1999) Chemical composition of gamkug and quality characteristics of gamkugsulgiedduk. PhD thesis, Catholic University of Daegu, Gyeongsan, Korea
- Park NY (1995) Volatile flavors of wild and cultivated *Chrysanthemum* and optimization of ethanol extraction. MS thesis, Kyungbuk National University, Daegu, Korea
- Sung JY, Joe WA, Kim YH, Cheon SJ, Jang MJ, Choi HJ, Lee JS, Choi EY, Lee HS, Kim DI, Kim JO (2007) Study on the antioxidant activity of extracts from the *Chrysanthemum indicum* L. J Appl Oriental Med, 7, 1-5

22. Dennis D, Miller JW (1998) Enzymatic browning. In: Kinetics of tyrosinase. J Agric Food Chem, 30, 44-49
23. Santoru K, Kazuhiko T, Nori M, Jinetsu U (2002) Antioxidative activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars. Scient Horticul, 96, 177-185
24. Florence CRF, Pascale MG, Jacques JN (1992) Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2 Kinetic studies. J Agric Food Chem, 40, 2108-2113
25. Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC, Lee BY (1995) Antioxidative activity and physiological activity of some korean medical plants. Korean J Food Sci Technol, 27, 80-85
26. Choi Y, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee J (2003) The antioxidant activities of the some commercial teas. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 723-727
27. Jeong CH, Kang ST, Joo OS, Lee SC, Shin YH, Shim KH, Cho SH, Choi SG, Heo HJ (2009) Phenolic content, antioxidant effect and acetylcholinesterase inhibitory activity of Korean commercial green, pure, oolong and black teas. Korean J Food Preserv, 16, 230-237
28. Seong HM, Seo MS, Kim SR, Park YK, Lee YT (2002) Characteristics of barley polyphenol extract (BPE) separated from pearl barley by-products. Korean J Food Sci Technol, 34, 775-779
29. Kim HK, Choi YJ, Kim KH (2002) Functional activities of microwave-assisted extracts from *Flammulina velutipes*. Korean J Food Sci Technol, 34, 1013-1017
30. Weller A, Sims CA, Matthews RF, Bates RP, Brecht JK (1997) Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. J Food Sci, 62, 256

---

(접수 2011년 1월 13일 수정 2011년 6월 22일 채택 2011년 7월 1일)