

참외 비식용부위(꼭지, 줄기·잎, 씨) 에탄올추출물의 항산화 활성

김혜숙, 강영화*

경북대학교 농업생명과학대학 원예학과

Antioxidant Activity of Ethanol Extracts of Non-Edible Parts (stalk, stem · leaf, seed) from Oriental Melon

Hye Suk Kim and Young Hwa Kang*

Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Science, Kyungpook National University, 1370,
Sankyuk-dong, Buk-gu, Daegu 702-701 Korea

Abstract - In order to elucidate the antioxidant potential of non-edible parts of oriental melon, antioxidant activities and total phenolic compound contents of six samples including peel, placenta, stem-leaf, flesh and seed were determined. Antioxidant activities were evaluated using *in vitro* DPPH, ABTS, FRAP, and SOD assay. Among non-edible parts of oriental melon, stalk showed the highest antioxidant activity and its antioxidant potential increased significantly in a dose-dependent manner. The contents of total phenolic compound were also higher than other parts. The relationship between antioxidant activities and the contents of total phenolic compound were analyzed and showed higher correlation coefficients between ABTS radical scavenging activity and contents of total phenolic compound. The above results suggest that the stalk of oriental melon may have potential as a good source for functional material.

Key words - Oriental melon, Antioxidant activity, Total phenol, Functional substance

서 언

최근 우리나라를 비롯한 세계 각국의 생활수준의 향상으로 인간의 수명이 증가하고 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 노화억제, 질병치료와 관련된 생리활성을 지닌 기능성 식품 및 천연물에 대한 관심이 증가되고 있다(Ames et al., 1993; Goleberg, 1994). 인간의 질병 및 노화는 인체의 생명유지에 필요한 에너지를 만들기 위한 대사과정에서 흡입한 산소 중 일부분이 활성산소라는 유독한 물질로 전환됨으로써 발생한다. 이러한 활성산소종(Reactive oxygen species)은 superoxide, hydroxyl radical, hydrogen peroxide, singlet oxygen 등으로 이들은 분자 구조적으로 매우 불안정하기 때문에 DNA, 단백질, 효소와 같은 고분자의 세포 성분들을 쉽게 공격하여 DNA 변성, 효소 불활성화, 지질산화, 세포노화 등을 초래함으로써 암을 비롯한 심장질환, 뇌혈관질환, 동맥경화, 고혈압 등 만성질환을

일으키는 원인으로 지목되고 있다(Helen, 1996; Papa and Skulachev, 1997).

최근에 성인병 질환과 노화의 원인이 활성 산소종에 기인된 것이라는 연구가 보고됨에 따라 이를 조절하거나 제거할 수 있는 항산화제에 대한 연구가 활발히 진행되어 많은 항산화제의 개발연구가 보고되고 있다(Corl, 1974; Coleman et al., 2003). 현재 BHA(butylated hydroxyanisole) 및 BHT(butylated hydroxytoluene)와 같은 합성 항산화제는 효과가 우수하고 경제성 때문에 많이 이용되고 있지만 생체 효소, 지방의 변이 및 독성으로 인해 인체에 암을 유발할 수 있다는 안전성문제로 phenolics, flavonoids, carotenoids 등과 같은 천연 항산화제의 개발이 요구되고 있다(Branen, 1975 Williams et al., 1990). 따라서 최근 식물류에 들어 있는 생리활성 성분에 대한 관심이 높아져 이들 생리활성 성분을 함유한 천연물 소재를 찾으려는 노력이 활발히 이루어지고 있다.

*교신저자(E-mail) : youngh@knu.ac.kr

참외는 박과(Cucurbitaceae)류에 속하는 1년생 식물로서 중앙아시아의 고온 건조한 지역이 원산지인, 멜론(*Cucumis melo* L.)에서 유래한 것으로 알려져 있으며 현재는 주로 우리나라를 비롯하여 중국, 일본 등지에서 재배되고 있다. 우리나라에서는 신라시대 이전부터 참외가 재배된 것으로 추정되며, 각 지방에서 여러 가지 다양한 품종의 재래종 참외가 재배되었다. 참외는 서양계 멜론의 육질과는 달리 아삭아삭하면서 당도가 높고 칼슘, 인 등의 무기질과 비타민 A, C의 함량이 많아 우리 기호에 알맞아 수박과 함께 여름철 과채류로 정착해왔다(R.D.A. 1993). 참외의 약리작용으로 동의보감에서는 참외는 진해, 거담작용을 하는 성분이 있고 완하작용도 하므로 변비에도 도움을 주며 풍담, 황달, 이뇨 등에도 효과가 있다고 전해지고 있다. 특히 땀을 많이 흘리는 여름철 갈증을 해소시켜주고, 체질이 산성으로 변하기 쉬운 여름철에 참외는 특히 좋은 식품이며 참외에 함유되어 있는 포도당과 과당은 피로 회복에도 도움을 준다고 알려져 있다(Ronsivalli and Vieira, 1992). 또한 덜 익은 참외꼭지 말린 것에는 에라테린(elaterin)이라는 결정성 고미(苦味) 물질이 들어있고, 최토효과가 있어서 한방에서는 참외꼭지 말린 것을 과채라고 하여 약용으로 쓰이고 있으나 이에 대한 과학적 연구는 아직까지 미비한 실정이다.

지금까지 참외의 생리활성에 관한 연구로는 참외 추출물의 항균효과, tyrosinase 저해효과, 라디칼소거활성, quinone reductase 유도활성 및 간암세포 증식억제 효과 등에 대한 연구가 보고 되어 있으나 주로 참외 식용부위의 생리활성에 대한 연구가 보고되고 있고, 참외의 비식용부위(씨, 꼭지, 줄기·잎)에 대한 연구는 아직까지 보고 되고 있지 않다(Shin et al., 2008a, 2008b; Kim et al., 2009a, 2009b). 또한 꼭지, 줄기·잎의 경우는 참외 과실수확 후 부산물로 폐기되고 버려지고 있는 실정이어서 이러한 부산물을 이용하는 방안이 연구되어야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 참외의 비식용 부위에 대한 항산화 활성 및 항산화 성분을 탐색하여 기능성 소재로 활용키 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 이용된 참외의 비식용부위(씨, 꼭지, 줄기·잎)는 경상북도과채류시험장에서 선별된 참외를 제공받아

껍질, 과육, 태좌부위를 제거하고 꼭지와 씨만 순수하게 분리하여 사용하였고, 줄기·잎을 합친 부위는 참외의 수확이 끝나는 8월에 공급받아 사용하였다.

추출물의 제조

본 연구에 사용된 참외는 경상북도과채류시험장으로부터 선별된 것을 공급받아 껍질, 과육, 태좌, 씨, 꼭지, 줄기·잎 부위별로 40 °C에서 72시간 열풍건조를 실시하여 수분을 제거한 다음 분쇄기로 각각 분쇄하여 환류 냉각장치가 설치된 추출기에서 100% 에탄올로 3회 반복 추출하였고 추출액은 여과지(Whatman No.3 England)를 사용하여 여과한 다음 회전식 감압 농축기(EYELA, N-1000, Japan)로 감압 농축하여 동결건조 시킨 후 -20 °C에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거활성

DPPH radical 소거활성은 Blois(1985)의 방법을 일부 변형하여 실시하였다. 참외 부위별 추출물과 0.4 mM 에탄올 용액을 96 well 플레이트에서 30분간 반응시킨 다음 515 nm에서 spectrophotometer를 사용하여 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 샘플을 녹인 DMSO를 대조구로 하여 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

ABTS 라디칼 소거활성

ABTS radical 소거활성은 Re 등(1999)의 방법에 의해 측정하였다. 7 mM 2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)와 2.45 mM의 potassium persulphate를 혼합한 다음 16시간 동안 실온의 암소에 보관하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 사용 직전에 734 nm에서 O.D. 값이 0.7 ± 0.05가 되도록 ABTS 시약의 농도를 phosphate-buffered saline(pH7.4)로 희석하여 사용하였다. 96 well plate에서 ABTS 용액과 시료를 혼합하고 실온에서 6분 동안 반응시킨 후, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거활성은 시료를 녹인 용매인 DMSO를 대조군으로 하여 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

FRAP(Ferric Reducing Antioxidant Power) assay

FRAP assay는 Benzie와 Strain(1996)의 방법을 사용하였다. 반응액은 acetate buffer(pH 3.6, 300 mM) : 10 mM

의 TPTZ(2,4,6-tripyridyl-s-triazine) : 20 mM의 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 10 : 1 : 1의 비율로 실험 직전에 만들어 사용하였다. 반응액과 시료를 혼합하여 4분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 참외 에탄올 추출물 1 mg에 해당하는 환원력을 Trolox의 용량(μM)으로 표시하였다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 측정

SOD 유사활성은 pyrogallol이 물에 존재하는 superoxide radical에 의해 자동산화가 일어나 갈색물질을 형성하는 원리를 이용하여 superoxide와 결합하는 항산화제가 존재 시 산화속도가 낮아지는 것을 통해 간접적으로 측정할 수 있다. SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund(1974)의 방법을 일부 변형하여 사용하였다. 각 시료에 pH 8.5로 보정한 Tris-HCl buffer (50 mM tris + 10 mM EDTA)와 7.2 mM pyrogallol를 가하고 실온에서 10분간 방치한 다음 1 N HCl를 첨가하여 반응을 정지시킨 다음 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

총 폐놀 함량 측정

총 폐놀함량을 측정하기 위해 Folin-Ciocalteu법을 변형하여 사용하였다(Maria et al., 2006). 96 well plate 각 well에 시료와 Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 넣어 교반기에서(100 rpm)를 이용하여 3분 동안 반응 시킨다. Saturated sodium carbonate 용액을 넣고 1시간 동안 반응시키고 microplate reader를 이용하여 760 nm에서 측정하였다. Gallic acid를 이용한 표준곡선에 따른 검량선을 작성하여 총 폐놀함량을 계산하였다.

통계처리

본 실험 결과 자료는 각 항목에 대해 3회 반복 실시하여 얻은 결과를 평균 \pm 표준편차로 나타내었으며, 통계처리는 SAS(version 9.1.3)를 이용하여 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

DPPH radical 소거활성

DPPH는 짙은 자색을 띠는 radical을 갖는 물질 중에서

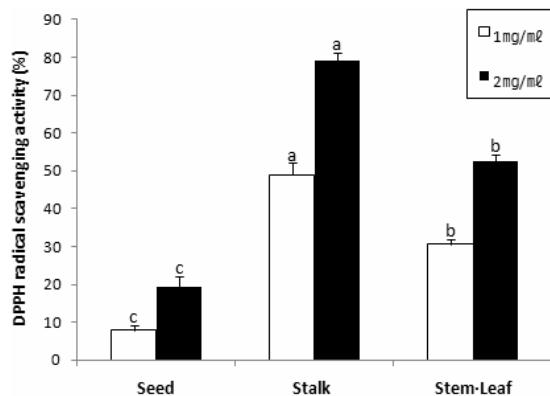


Fig. 1. DPPH radical scavenging activities of non-edible parts from oriental melon. The results are the mean \pm S.D. from three replication. Different letters indicate a significant difference by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

비교적 안정한 화합물로 vitamin C, 폴리페놀, 방향족 아민류 등의 항산화 활성을 갖는 물질에 의해 자색이 탈색되는 점을 이용하여 항산화 활성을 쉽게 측정할 수 있고 비교적 간단하면서도 비용이 저렴한 장점이 있다. 하지만 이 방법은 빛, pH, 온도에 민감하게 영향을 받는다는 것과 비슷한 색의 색소가 함유된 추출물의 경우 항산화 활성을 측정하기 적절하지 않다는 단점이 있다(Yoo et al., 2007). 참외의 비식용부위 추출물의 DPPH radical 소거활성을 농도별로 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 2 mg/ml 농도에서 꼭지부위는 $79.2 \pm 2.0\%$ 로 가장 높은 활성을 보여주었고, 줄기·잎, 씨 활성은 각각 $52.7 \pm 1.6\%$, $19.4 \pm 2.6\%$ 로 나타났다. 1 mg/ml 농도에서는 $48.9 \pm 3.3\%$, $30.6 \pm 1.4\%$, $7.9 \pm 1.3\%$ 로 꼭지, 줄기·잎, 씨 순으로 나타났다. Kim 등 (2009b)은 참외의 껍질, 과육, 태좌 부위의 항산화 활성 연구에서 껍질 부위가 2 mg/ml 농도에서 $74.7 \pm 2.8\%$ 의 활성을 보여주어 가장 활성이 높다고 보고하였다. 본 연구결과 참외 꼭지 부위에서 껍질 부위보다 약간 더 높은 DPPH radical 소거 활성이 나타났다.

ABTS radical 소거활성

ABTS radical 소거법은 potassium persulfate와 화학반응하여 형성된 청록색의 ABTS radical cation이 항산화 물질에 의해 소거되어 탈색되는 원리는 이용한 방법이다. ABTS 용액을 준비하는 시간이 소모되지만 지용성 및 수용성 물질의 소거활성을 모두 측정할 수 있고, pH의 변화에 민감하게 작용하지 않는 장점이 있다. DPPH radical은 free

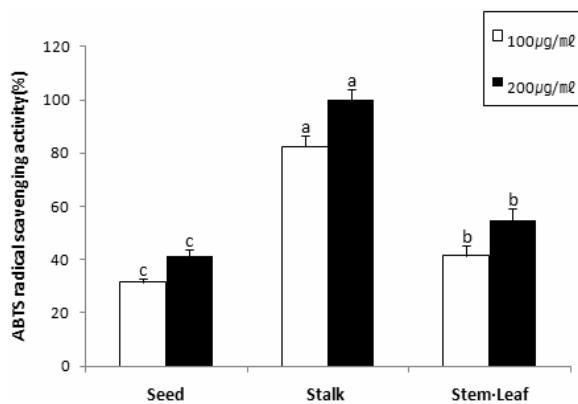


Fig. 2. ABTS radical scavenging activities of non-edible parts from oriental melon. The results are the mean \pm S.D. from three replication. Different letters indicate a significant difference by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

radical, ABTS radical은 cation radical이므로 추출물의 특성에 따라 다를 수 있으므로 두 종류의 radical 소거능을 모두 분석할 필요가 있다(Shin and Lee, 2010). 참외 비식용 부위별 추출물의 ABTS 라디칼 소거능력을 농도별로 측정하여 비교한 결과 Fig. 2와 같이 농도 의존적으로 활성이 나타났으며 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서 씨 41.3 \pm 2.6%, 꼭지 100.0 \pm 4.1%, 줄기·잎 55.0 \pm 4.1%로 나타나 꼭지부위에서 우수한 소거능력을 보여주었고, 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 꼭지부위가 82.4 \pm 4.0%로 가장 활성이 높았고 줄기·잎 41.4 \pm 3.7%, 씨 31.6 \pm 1.4% 순으로 나타났다. Ku 등(2009)은 고춧잎을 항산화 소재로 개발하기 위해 품종별로 항산화 활성을 측정하였는데 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서 60~80%의 활성을 보여주었다. 참외꼭지 부위는 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서 100%의 활성을 보여 고춧잎보다 높은 항산화 활성이 나타났다.

FRAP 환원력 측정

FRAP 실험 방법은 3가철을 2가철로 환원시킬 때 발생하는 청색 파장을 측정하여 환원력을 계산하는 방법으로 라디칼 소거 방식의 항산화 측정방법과는 다른 메커니즘의 측정법이다(Yoo et al., 2007). FRAP방법을 통해 참외 부위별 FRAP 항산화능을 측정한 결과 참외 꼭지부위에서 가장 높은 환원력을 나타내었고 줄기·잎, 씨 순으로 활성을 나타내었다(Fig. 3). Hwang 등(2008)은 포도가공의 부산물인 포도씨의 항산화 건강기능성 소재로 활용하기 위해 품종별로 항산화 활성을 검정하였는데 포도씨의 활성

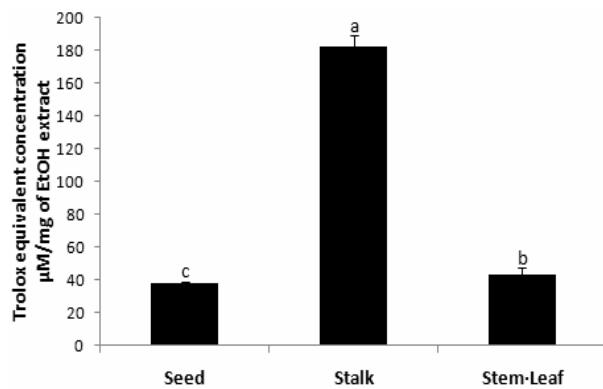


Fig. 3. Ferric reducing antioxidant power from different parts of Oriental melon. The results are the mean \pm S.D. from three replication. Different letters indicate a significant difference by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 1. SOD-like activity from non-edible parts of Oriental melon

	SOD-like activity(%)	
	100 $\mu\text{g}/\text{ml}$	50 $\mu\text{g}/\text{ml}$
Seed	N.D. ^{z)}	N.D.
Stalk	7.1 \pm 0.05	6 \pm 0.03
Stem · Leaf	N.D.	N.D.

^{z)}N.D. : not detection.

(121 \pm 9.2~308 \pm 16.6 μM)에 비해 다소 낮았지만 고춧잎(110~180 μM)과는 비슷한 활성을 나타내었다(Ku et al., 2009).

SOD 유사활성

Superoxide dismutase(SOD)는 세포에 해로운 활성산소종을 과산화수소로 전환시키는 반응을 촉매하는 효소이며, SOD에 의해 생성된 H_2O_2 는 peroxidase나 catalase에 의해 무해한 물 분자와 산소 분자로 전환시켜 유해한 활성산소종으로부터 우리 몸을 보호하는 중요한 항산화 효소 중 하나이다(Woo et al., 2005). 참외의 비식용부위 추출물의 SOD 유사활성은 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서 씨, 줄기·잎에서는 검색 되지 않았고 꼭지부위에서만 7.1%의 활성이 나타났다(Table 1). 같은 농도에서 약용으로 사용되고 있는 가죽나무의 뿌리(1.12%)와 잎(3.21%)에 비해 높은 활성을 보여주었다(Lee et al., 2007).

총 페놀 함량

Phenolic compound 화합물은 분자 내 phenolic hydroxyl를 가지고 있어 효소, 단백질과 같은 거대분자들과 결합하는 성질 등에 의해 항산화활성 뿐만 아니라 심혈관 질환, 암 예방 등 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Sakihama et al., 2002). 참외의 비식용부위의 총 페놀 함량은 꼭지 부위에서 143.4 mg/100 g으로 함량이 가장 높았으며 줄기·잎부분이 64.2 mg/100 g, 씨가 26.1 mg/100 g으로 나타났다(Fig. 4). 참외의 꼭지와 줄기·잎에서 품종별 벼의 부산물인 미강의 수치보다는 함량(5.7~55.22 mg/g)이 낮았으나 품종별 포도씨의 총 페놀 함량(16.71 ± 4.63 mg/100 g~28.60 ± 4.03 mg/100 g)에 비해서는 훨씬 높은 함량을 보여주었고 씨의 경우는 비슷한 수치를 나타내었다(Hwang et al., 2008; Oh et al., 2010).

상관 계수

참외 비식용부위에 따른 항산화 활성과 총 페놀 함량 간의 상관계수를 Table 2에 나타내었다. ABTS와 FRAP,

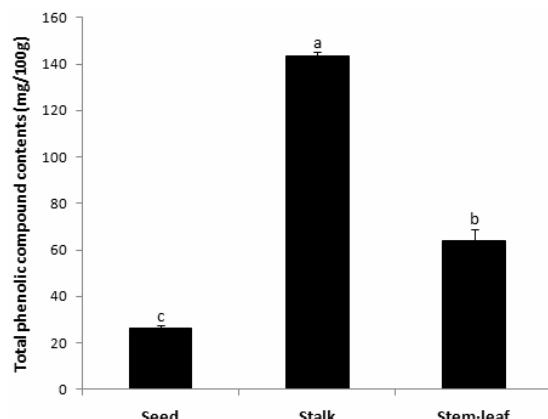


Fig. 4. Total phenolic compound contents of non-edible parts of oriental melon. The results are the mean ± S.D. from three replication. Different letters indicate a significant difference by Duncan's multiple range test at p<0.05.

Table 2. Correlation coefficient between antioxidant activities and antioxidant constituents of non-eating parts of oriental melon

	DPPH	ABTS	FRAP	SOD	Total phenol
DPPH	—	0.872	0.725	0.691	0.931
ABTS	0.872	—	0.965	0.951	0.990
FRAP	0.725	0.965	—	0.999	0.920
SOD	0.691	0.951	0.999	—	0.900

SOD의 상관관계는 각각 $r=0.965$, $r=0.951$ 로 높은 상관관계를 나타내었다. FRAP와 SOD 역시 $r=0.999$ 로 고도의 상관관계를 보여주었다. 항산화 활성 간의 상관관계에서는 DPPH를 제외한 나머지 활성 간에는 높은 상관관계가 나타났다. DPPH, ABTS, FRAP, SOD에 의한 항산화 활성과 총 페놀의 상관관계는 모두가 0.900 이상이었으며, 특히 ABTS와 총페놀 함량 사이의 상관관계가 $r=0.990$ 으로 가장 높았다. 이와 같은 결과는 Kim 등(2009b)이 보고한 참외 부위별 추출물의 라디칼소거 활성과 총 페놀 함량의 상관관계에 대한 논문과 일치하였다. 따라서 참외의 비식용부위의 항산화 활성은 총 페놀 함량에 의존적으로 나타났고, 상관계수가 높은 것으로 보아 참외 비식용부위의 항산화 활성을 나타내는 물질은 페놀성 물질 일 것으로 생각된다.

적 요

참외의 비식용부위인 씨, 꼭지, 줄기·잎 부위의 항산화 기능성을 구명하기 위하여 DPPH, ABTS, FRAP, SOD 등 다양한 항산화 실험법을 이용하여 항산화 활성을 평가하였다. 그 결과 참외 비식용부위의 항산화 활성을 참외 꼭지 부위에서 가장 높은 항산화 활성을 보여주었으며, 농도의 존적으로 활성이 증가하였다. 총 페놀 성분 또한 꼭지 생체 100 g당 143.4 mg으로 가장 높게 나타났다. 항산화 활성과 총 페놀간의 상관관계를 조사한 결과 높은 상관관계가 있음을 확인할 수 있었다. 위의 결과를 종합하면 참외의 비식용부위 중 꼭지에서 항산화 활성과 총 페놀 함량이 가장 높게 나타났다. 따라서 예로부터 약용으로 사용되고 있는 참외 꼭지에서 항산화 활성 및 기능성분 함량이 높게 나타남으로써 향후 다양한 생리활성 및 활성성분 규명 등에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

인용문헌

- Ames, B.N., M.K. Shigenaga and T.M. Hagen. 1993. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 90:7915-7922.
- Anagnostopoulou, M.A., P. Kefalas, V.P. Papageorgiou, A.N. Assimopoulou and D. Boskou. 2006. Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel(*Citrus sinensis*). Food Chem. 94(1):19-25.
- Benzie, I.F. and J.J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma(FRAP) as a measure of "antioxidant Power": The FRAP Assay. Anal. Biochem. 239(1):70-76.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181:1199-1202.
- Branen, A.L. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytolene. J. Am. Oil. Chem. Soc. 52: 59-63.
- Coleman, M. D., S. Fernandes and L. A. Khanderia. 2003. A preliminary evaluation of a novel method to monitor a triple antioxidant combination (vitamin E, C and α -lipoic acid) in diabetic volunteers using in vitro methaemoglobin formation. Environ. Toxicol. Pharmacol. 14(1-2):69-75.
- Corl, M. M. 1974. Antioxidant activity of tocopherol and ascorbylpalmitate and their mode of action. J. Am. Oil. Chem. Soc. 51(7): 321-325.
- Goleberg, I. 1994. Functional Foods. Chapman& Hall Press, New York, NY, USA. p. 350-550.
- Helen, W. 1996. Dietary influences on membrane function: importance in protection against oxidative damage and disease. Nutr. Biochem. 7(1):2-15.
- Hwang, I.W., H.R. Lee, S.K. Kim, H.Z. Zheng, J.U. Choi, S.H. Lee, S.H. Lee and S.K. Chung. 2008. Proanthocyanidin content and antioxidant characteristics of grape seeds. Korean J. Food Preserv. 15(6):859-863.
- Kim, H.S., K.M. Ku, J.K. Suh and Y.H. Kang. 2009a. Quinone reductase inductive activity and growth inhibitory effect against hepatoma cell of oriental melon extract. J. Bio-Env. Con. 18(4):448-453.
- Kim, H.S., M.J. Hong, I.Y. Kang, J.Y. Jung, H.K. Kim, Y.S. Shin, H.J. Jun, J.K. Suh and Y.H. Kang. 2009b. Radical scavenging activities and antioxidant constituents of oriental melon extract. J. Bio-Env. Con. 18(4):442-447.
- Ku, K.M., H.S. Kim, B.S. Kim and Y.H. Kang. 2009. Antioxidant activities and antioxidant constituents of pepper leaves from various cultivars and correlation between antioxidant activites and antioxidant constituents. J. Appl. Biol. Chem. 52(2):70-76.
- Lee, Y.S., J.B. Choi, E.Y. Joo and N.W. Kim. 2007. Antioxidative activities and tyrosinase inhibition of water extracts from *Ailanthus altissima*. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 36(9):1113-1119.
- Marklund, S. and G. Marklund. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. J. Biochem. 47:469-474.
- Oh, S.K., D.J. Kim, A.R. Chun, M.R. Yoon, K.J. Kim, J.S. Lee, H.C. Hong and Y.K. Kim. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant activities of ethanol extracts from milling by-products of rice cultivars. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 39(4):624-630.
- Papa, S. and V. P. Skulachev. 1997. Reactive oxygen species, mitochondria, apoptosis and aging. Mol. Cell Biochem. 174(1-2):305-319.
- Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med. 26:1231-1237.
- R.D.A. 1993. 92 Agriculture and livestock criterion profit. p. 10-13. Press of RDA.
- Ronsivalli, L.J. and E.R. Vieira. 1992. Elementary food science. p. 338-344. AVI Book, New York.
- Sakihama Y, M.F. Cohen, S.C. Grace and H. Yamasaki. 2002. Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: phenolics induced oxidative damage mediated by metals in plants. Toxicology. 177:67-80.
- Shin, S.R. and C.H. Lee. 2010. Antioxidant effects of the methanol extracts obtained from aerial part and rhizomes of ferns native to Korea. Kor. J. Plant Res. 23(1):38-46.
- Shin, Y.S., J.E. Lee, I.K. Yeon, H.W. Do, J.D. Cheung, C.K. Kang, S.Y. Choi, S.J. Youn, J.G. Cho and D.J.

- Kwoen. 2008. Antioxidant effects and tyrosinase inhibition activity of oriental melon(*Cucumis melo L.* var makuwa Makino) extracts. *J. Life Scien.* 18(7):963-967.
- Shin, Y.S., J.E. Lee, I.K. Yeon, H.W. Do, J.D. Cheung, C.K. Kang, S.Y. Choi, S.J. Youn, J.G. Cho and D.J. Kwoen. 2008. Antioxidant and antimicrobial effects of extract with water and ethanol of oriental melon(*Cucumis melo L.* var makuwa Makino). *J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem.* 51(3):194-199.
- Williams G.M., C.X. Wang and M.J. Iatropoulos. 1990. Toxicity studies of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. I. Chronic feeding studies. *Food Chem. Toxicol.* 28:799-806.
- Woo, J.Y., N.S. Paek and Y.M. Kim. 2005. Studies on antioxidative effect and lactic acid bacteria growth of persimmon leaf extracts. *Kor. J. Food & Nutr.* 18(1):28-38.
- Yoo K.M., D. Kim and C.Y. Lee. 2007. Evaluation of different methods of antioxidant measurement. *Food Sci. Biotechnol.* 16:177-182.

(접수일 2010.10.4; 수락일 2010.10.18)