

배 품종 및 부위별 항산화 활성

진영욱¹, 송원섭^{1,2*}

¹순천대학교 원예학과, ²순천대학교 한·중청장고원야생화연구소

Antioxidant Activity of *Pyrus serotina* Fruit in Different Cultivars and Parts

Young Ook Jin¹ and Won Seob Song^{1,2*}

¹Department of Horticulure, Sunchon National University, Suncheon 540-742, Korea

²Korea-China Qing-Tibetan plateau wildflower Institute, Sunchon National University, Suncheon 540-742, Korea

Abstract - The aim of this study is to compare the total polyphenol, total flavonoid, and antioxidative activity among 5 cultivars of Korean pears cultivated in Korea. As a result of the analysis for the phenolic substance of 5 cultivars, such as Wonwhang, Sunwhang, Whangkeumbae, Chuwhang, and Shingo, the content of total polyphenol was higher in Shingo and Chuwhang, and the content of total flavonoid showed higher levels in Wonwhang and Sunwhang. In addition, this study found that DPPH radical-scavenging ability was the highest in Shingo and that the part of fruit skin showed more favorable reaction to radical ability than fruit flesh. It was also found that much better antioxidative activity was shown for the methanol solvent extraction than for the ethanol solvent extraction. The nitrite-scavenging ability showed the best for Wonwhang and Chuwhang of the cultivars and much better reaction for the methanol solvent extraction than for the ethanol solvent extraction just like the case of DPPH radical-scavenging ability. Further, nitrite-scavenging ability appeared much better reaction for the fruit skin than for the fruit flesh, and antioxidative activity dropped for the higher the range on the pH scale. From the results of this study, Korean pears are worthy of developing as a natural functional food and substance for beauty treatment through the research on bioactivity.

Key words - Total phenolic compound, DPPH free radical scavenging ability, Nitrite scavenging activity

서 언

21세기 들어서는 건강과 미용에 대한 관심이 날로 증가하고 있다. 인간은 아름답고 건강하게 오랫동안 살고 싶은 욕망을 가지고 있으며 이를 실천하기 위해서 많은 연구들을 하고 있다. 이 가운데 인체에 부작용이 없는 식물 추출물, 즉 천연물의 생리 활성에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있으며(Boo *et al.*, 2012; Choi *et al.*, 2006; Chung and Yoon, 2002; Heo *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2009; Moon *et al.*, 2011; Park and Oh, 2003; Park *et al.*, 2011; Park *et al.*, 2011; Song *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2003). 이러한 연구들은 식품, 건강음료와 천연 화장품 제조 등에 많이 활용되고 있다. 따라서 식품, 건강음료

와 천연 화장품 등의 제조과정에서 식물성 유지와 지방류를 포함한 가공과 저장중에 산화로 인한 산패, 변색, 냄새 등의 방지와 인체내에 단백질, 지방질 등과의 합성으로 인한 여러 가지 암, 염증, 피부 노화 등을 유발시키는 활성산소의 생성을 방지하고자(Jang and Han, 2002., Hasimoto *et al.*, 1989; Kim *et al.*, 2009; Lee and Han, 2000) 항산화 화제가 널리 이용되어 왔다. 주로 항산화 효과가 강한 BHT나 BHA를 사용해왔지만, 이러한 합성 항산화제는 인체에 독성과 변이성 등의 부작용을 일으키므로 안전성의 문제가 지적되고 있다(Hasimoto *et al.*, 1989). 따라서 부작용이 없는 식물성 천연 항산화제의 개발이 절실히 요구되어지고 있다.

장미속 배나무과에 속하는 배나무는 세계의 과수 재배에서 많은 비중을 차지하고 있으며 한국에서도 사과, 감귤,

*교신저자(E-mail): chinakor@empas.com

포도 다음으로 재배 면적이 많은 과수이다. 우리나라에서 재배되고 있는 배는 2000년도에 26.2천 ha에서 323.6천 톤이 생산되었다. 그중 신고 품종의 생산량은 73.2%를 차지하고 있다(Zhang *et al.*, 2003).

수분함량이 매우 높은 배는 한방에서 예로부터 기침, 가래, 천식, 해열, 숙취, 이뇨, 변비 치료에 사용되어져 왔다(Yu, 1989). 이러한 배에는 칼슘, 나트륨, 마그네슘, 인 등이 많이 함유되어 있으며(Lee *et al.*, 1975) 배의 과육과 과피 등에는 폴리페놀 물질이 다량으로 함유되어 있어서 항암, 항염, 항산화 등의 기능성을 가지고 있다(Hasimoto *et al.*, 1989; Jangaard, 1970; Okuda *et al.*, 1981). 또한 플라베놀은 면역강화(Choi *et al.*, 2003), 총콜레스테롤 및 중성지방 감소(Choi *et al.*, 2004), 암세포의 생육억제와 항산화 활성(Ahn *et al.*, 2004)과 항균활성(Boo *et al.*, 2012; Ha *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2008) 등이 있다고 보고되고 있다.

따라서 본 연구는 한국에서 재배되고 있는 다양한 배 품종 가운데 우수한 생리활성을 지닌 품종을 선발하여 식품, 건강소재 및 미용소재로 개발하고자 배의 페놀성 물질과 항산화능을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

시료 제조

실험에 사용된 배(원황, 선황, 황금배, 추황, 신고)는 농촌진흥청 나주 배 연구소에서 공급받아 이용하였으며, 각 품종별 배의 과피와 과육을 실험 재료로 사용하였다. 각 품종의 과실은 수세한 후 절단하여 진공냉동 건조기에서 건조시켰으며, 건조된 재료를 분쇄기로 분쇄하여 실험에 이용하였다. 분쇄된 시료를 methanol과 ethanol 용매에 8주간 실온에서 침적시킨 다음 냉각기가 부착된 진공농축기에서 추출하였다. 추출액은 여과지로 감압여과를 하였으며 극저온 냉동기에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

총 폴리페놀 측정

배의 품종별 과피와 과육의 총 폴리페놀 함량 측정은 각각 메탄올과 에탄올 추출물 실험재료 1 mg을 증류수 1 mL에 첨가하여 10배로 희석한 희석액 2 mL에 2배로 희석한 Folin 시약 2 mL를 첨가시킨 후에 3분간 실온에서 방치한 후 UV/visible spectrophotometer를 이용하여 765 nm에

서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선에서 함량을 측정하였다. 표준 곡선은 tannic acid의 최종 농도가 5, 25, 50 $\mu\text{g/mL}$ 이 되도록 하여 위와 같은 방법으로 765 nm에서 흡광도를 측정하여 작성하였다.

총 플라보노이드 측정

배의 품종별 과피와 과육의 총 플라보노이드 함량은 각각의 시료 100 μl 를 채취하여 10% aluminum nitrate와 1 μl potassium acetate를 함유하는 70% methanol 4.3 ml에 혼합시키어서 40분간 실온에서 방치한 뒤 415 nm에서 흡광도를 측정하였으며 total flavonoid 함량은 quercetin을 이용하여 작성한 표준 곡선으로 함량을 구하였다.

DPPH radical 소거능 측정

배의 품종별 과피와 과육의 DPPH radical 소거 측정은 각각의 추출물에 대한 DPPH(α, α -diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여능 효과로 각각 실험재료의 환원력을 측정하였다. 추출물 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH용액 0.8 mL를 가한 후에 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 6.5) 2 mL를 혼합시킨 후 99% ethanol 2 mL를 가하여 총액의 부피가 5 mL가 되도록 하였다. 이러한 혼합액을 약 10초간 혼합하여 30분간 실온에서 경과한 후 분광 광도계를 사용하여 575 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능 측정은 추출물의 첨가 전·후에 차이를 백분율로 나타내었다.

$$E(\%) = (1 - A/B) \times 100$$

A: 추출액 첨가구의 흡광도, B: 추출액 무첨가구의 흡광도

아질산염 소거능 측정

배의 품종별 과피와 과육의 아질산염 소거 측정은 1 mM NaNO_2 용액 1 mL에 시료용액을 1 mL 첨가시킨 후에 0.1 N HCl 0.2 M의 구연산 완충 용액(pH 3.0, pH 6.0)을 이용하여 반응 용액의 pH를 각각 1.5, 4.5 및 6.0으로 조정 한 후 총량을 10 mL로 하여 이것을 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후에 1 mL에 2%의 초산용액을 5 mL 첨가하였으며, Griss시약(30% 초산으로 1% sulfanilic acid)와 1% naphthylamin를 각각 1 : 1 비율로 조제하여 0.4 mL를 실험 직전에 혼합하여 15분간 실온에 정지시킨 후, 520 nm 흡광도에서 반응하는 아질산염의 양을 측정하였다(Kato,

et al., 1989).

대조구는 실험재료 대신 증류수를 1 mL 첨가하여 위와 같은 방법으로 실시하였으며 아질산염 소거측정은 추출액을 첨가시킨 경우와 첨가시키지 않은 경우로 아질산염 백분율로 나타내었다.

$$\text{아질산염 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

통계처리

각 실험군의 통계학적 분석은 window용 SPSS 12.0을 이용하여 ANOVA로 분석하여 5% 유의수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량

한국 배 5 품종(원황, 선황, 황금배, 추황, 신고)의 과피와 과육의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과(Table 1), 총 폴리페놀은 선황과 추황 처리구에서 가장 높았으며, 과육보다는 과피에서 더 높은 함량을 보였다.

이는 포도씨 추출물에 있어서 총 페놀함량과 항산화 효과와 밀접한 관계가 있다고 한 보고와도 비슷한 경향을 보였다(Jang and Han, 2002). 총 플라보노이드 함량은 5 품종에서 비슷한 함량을 나타냈으며, 신고 품종에서 다소 낮은 함량을 보였다. 또한 과피에서 총 플라보노이드 함량이 더 높게 나타났다. 이는 Lee 등(2011)의 야생 배의 종에 따른 페놀성 물질 함량 분석에서 품종에 따라 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량에 차이를 보인다는 결과 및 포도씨 추출물에 있어서 총페놀 함량과 항산화 효과와는 밀접한 관계가 있다는 보고(Jang and Han, 2002)와도 유사한 경향을 나타냈다. 또한 Choi 등(2010)의 연구에서 유기재배와 관행재배된 배의 과실에 있어서 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량에 차이를 보인다는 보고에서처럼 앞으로 본 실험에서도 유기농재배와 관행재배의 품종별, 부위별에 따른 생리기능성의 차이점에 대한 추가, 보완 실험이 필요하다고 판단된다.

DPPH 와 아질산염 소거능

호흡과정을 통하여 유입된 산소는 에너지 생산에 관여하는데 5% 이내의 산소가 불안정하게 환원되어서 산화됨에 따라 radical 상태의 활성산소가 되는데 이러한 불안정한

Table 1. Phenolic and flavonoids compounds from peel and fresh of different Korean pears

Korean pears cultivar	Total Phenolics		Total Flavonoids	
	Peel	Fresh	Peel	Fresh
Wonwhang	528ab ^z	184ab	125a	26a
Sunwhang	531a	181b	127a	23ab
Whangkeumbae	525ab	188a	122a	25a
Chuwang	520b	186a	117b	21b
Shingo	534a	189a	124a	26a

^zMean separation within columns by Duncan's Multiple range Test. $p < 0.05$.

Table 2. DPPH free radical scavenging activities in methanol extraction from peel and fresh of different Korean pears

Korean pears cultivar	Peel				Fresh			
	50	100	200	400($\mu\text{g/mL}$)	50	100	200	400($\mu\text{g/mL}$)
Wonwhang	41a ^z	56a	72a	83ab	23ab	34a	42a	52a
Sunwhang	35b	48b	64b	80b	21b	26b	38b	50b
Whangkeumbae	41a	52a	75a	86a	23ab	29a	40a	52ab
Chuwang	45a	50a	77a	84ab	25a	27ab	36b	55a
Shingo	38b	45b	71ab	89a	27a	33a	44a	55a

^zMean separation within columns by Duncan's Multiple range Test. $p < 0.05$.

활성산소는 체내의 산화적 스트레스 환경을 조성하여 피부의 노화 및 질병을 유발시킨다(Halliwell, 1997; Ji, 1996; Lee *et al.*, 2011).

한국 배 5 품종(원황, 선황, 황금배, 추황, 신고)의 DPPH와 아질산염 radical 소거능을 측정된 결과(Table 2, 3, 4, 5), DPPH radical 소거능은 일반적으로 에탄올 용매 추출보다 메탄올 용매 추출에서 높은 함량을 나타내었으며, 과육보다는 과피에서 더 높은 함량을 보였다.

품종별로는 대부분 비슷한 DPPH radical 소거능을 보였으나 황금배와 추황에서 좀 더 높은 소거능을 나타냈다. 이러한 DPPH radical 소거능은 농도 의존적으로 높아지는

경향을 보였다.

식물 추출물의 항산화 활성은 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량과 밀접한 관계가 있으며(Kim *et al.*, 2004), 이러한 경향은 본 실험에서도 유사하게 나타났다. 그러나 Lee 등(Lee *et al.*, 2011)의 연구에서는 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 절대적으로 항산화 활성에 영향을 미치는 것은 아니라고 보고하였다. 이러한 연구들로 미루어 볼 때 식물 종류와 부위에 따라서 총 페놀함량과 항산화 효과와의 연관성은 다르게 나타날 수 있으므로, 향후 이러한 부분에 대한 연구가 더욱 심도있게 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Table 3. DPPH free radical scavenging activities in ethanol extraction from peel and fresh of different Korean pears

Korean pears cultivar	Peel				Fresh			
	50	100	200	400($\mu\text{g/mL}$)	50	100	200	400($\mu\text{g/mL}$)
Wonwhang	30b ^z	41b	50b	61	21b	29ab	31b	35b
Sunwhang	33b	41b	52b	64b	20b	27b	33ab	39ab
Whangkeumbae	36a	47b	50b	68ab	23ab	30a	33ab	40ab
Chuwang	39a	50a	62a	73a	26a	33a	39a	47a
Shingo	36a	52a	60a	71a	24ab	32a	35a	42a

^zMean separation within columns by Duncan's Multiple range Test. $p < 0.05$.

Table 4. Nitrite scavenging activities of methanol extraction in peel and fresh of different Korean pears

Korean pears cultivar	pH	Peel				Fresh			
		50	100	200	400($\mu\text{g/mL}$)	50	100	200	400($\mu\text{g/mL}$)
Wonwhang	1.5	27a ^z	49a	64a	72a ^z	12a	19a	31a	39a
	4.5	15b	21b	29b	37b	5b	11b	14b	21b
	6.0	-	-	-	4c	-	-	-	-
Sunwhang	1.5	25a	41a	53a	64a	13a	20a	29a	36a
	4.5	13b	18b	23b	30b	8b	14b	19b	22b
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Whangkeumbae	1.5	30a	47a	60a	69a	15a	21a	32a	36a
	4.5	13b	21b	28b	34b	7b	10b	15b	19b
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Chuwang	1.5	31a	44a	62a	70a	11a	18a	26a	33a
	4.5	17b	26b	31b	39b	7b	10b	14b	20b
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Shingo	1.5	29a	35a	49ab	58ab	5b	11b	20ab	25ab
	4.5	8b	12b	24b	31b	3b	6b	12b	19b
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-

^zMean separation within columns by Duncan's Multiple range Test. $p < 0.05$.

Table 5. Nitrite scavenging activities of ethanol extraction in peel and fresh of different Korean pears

Korean pears cultivar	pH	Peel				Fresh			
		50	100	200	400($\mu\text{g}/\text{mL}$)	50	100	200	400($\mu\text{g}/\text{mL}$)
Wonwhang	1.5	23a	40a	55a	61az	8ab	15a	24a	31a
	4.5	11b	19b	24b	36b	3b	7b	11b	23b
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sunwhang	1.5	23a	35a	54a	61a	8ab	13ab	22a	30a
	4.5	9b	14b	22b	27b	7ab	10b	18b	20b
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Whangkeumbae	1.5	28a	40a	52a	63a	11a	20a	28a	33a
	4.5	11b	22b	25b	30b	3b	10b	17b	25ab
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Chuwang	1.5	29a	53a	60a	66a	7ab	13ab	21a	30a
	4.5	14b	22b	30b	36b	5b	12ab	18ab	18b
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Shingo	1.5	21a	33a	42a	50a	5b	9b	14b	21b
	4.5	4b	11b	23b	32b	4b	4b	10b	16b
	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-

^zMean separation within columns by Duncan's Multiple range Test. $p < 0.05$

아질산염 radical 소거능은 5 품종 간에 약간의 차이를 나타냈으며, pH의 첨가농도에 따라서도 차이를 보였다. 모든 품종에서 pH첨가 농도가 1.5에서 가장 높은 항산화 활성을 보였으며, pH 농도가 높아질수록 항산화 활성은 낮게 나타났다. 특히 pH 6.0 처리구에서는 항산화 활성이 거의 나타나지 않았다. 또한 농도 의존적으로 항산화 활성을 나타내었으며, 특히 원황과 추황 품종에서 다소 높은 항산화 반응을 보였는데, 이는 페놀성 물질이 다른 품종에 비하여 많이 함유되었기 때문인 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 한국에서 재배되고 있는 한국 배 5 품종의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드, 항산화 활성을 비교하기 위하여 수행하였다. 원황, 선황, 황금배, 추황, 신고 등 5 품종 배의 페놀성 물질을 분석한 결과, 총 폴리페놀 함량은 신고와 추황에서 가장 많았으며, 총 플라보노이드 함량은 원황, 선황에서 높았다.

DPPH radical 소거능은 신고에서 가장 높았으며 과육 보다는 과피 부분에서 더 양호한 반응을 보였고, 에탄올 용매 추출보다 메탄올 용매 추출시 더욱 좋은 항산화 활성을

나타내었다.

아질산염 소거능은 원황과 추황에서 가장 좋은 반응을 보였으며, DPPH radical 소거능에서와 같이 메탄올 용매 추출이 에탄올 용매 추출보다 더 좋은 반응을 보였다. 또한 과육 보다는 과피에서 더 좋은 반응을 나타냈으며, pH의 범위가 높을수록 항산화 활성은 낮아졌다.

이러한 결과들로 미루어 볼 때, 생리활성이 높은 일부 한국 배 품종은 향후 천연기능성 식품과 미용소재로 개발할 가치가 충분히 있다고 판단된다.

인용문헌

Ahn, B.J., J.T. Lee, J.H. Gwag, J.M. Park, J.Y. Lee, J.H. Shom, J.H. Bae and C. Chung. 2004. Biological activity of polyphenol group fraction from Korean pear peel. *J. Kor. Soc. Appl. Bio. Chem.* 47:92-95.

Boo, H.O., J.S. Shin, S.J. Hwang, C.S. Bae and S.H. Park. 2012. Antimicrobial effects and antioxidative activities of the cosmetic composition having natural plant pigments. *Korean J. Plant Res.* 25(1): 80-88.

Choi, H.J., J.H. Park, H.S. Han, J.H. Son and C. Choi. 2004. Effect of polyphenol compounds from Korean pear on lipid

- metabolism. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 33:299-304.
- Choi, J.H., E.Y. Lee, J.S. Kim, G.B. Choi, S.G. Jung, Y.S. Ham, D.C. Seo and J.S. Heo. 2006. Physiological activities according to cultivars and parts of Ulsan pear. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 49(1), 43-48.
- Choi, H.J., H.S. Han, J.H. Park, J.H. Park, J.H. Bae, H.S. Woo, B.J. An, M.J. Bae, H.G. Kim and C. Choi. 2003. Effect of polyphenol compounds from Korean pear on immunofunctional activity. Kor. J. Food cult. 18:303-310.
- Choi, H.S., X. Li, W.S. Kim and Y. Lee. 2010. Comparison of fruit quality and antioxidant compound of Niitaka' pear trees grown in the organically and conventionally managed systems. Korean J. Environ Agric. 29(4):367-373.
- Choi, J.H., E.Y. Lee, J.S. Kim, G.B. Choi, S.G. Jung, Y.S. Han, D.C. Seo and J.S. Heo. 2006. Physiological activities according to cultivars and parts of Ulsan pear. J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem 49:43-48.
- Chung, H.A. and S.J. Yoon 2002. Antioxidant activity of grape seed ethanol extract according to serial solvent fractionation. J. Korean. Soc. Food Sci. Nutr. 31(6):1092-1096.
- Ha, M.H., W.P. Park, S.C. Lee, H.J. Heo and S.H. Cho. 2007. Antimicrobial characteristic of methanolic extracts from *Prunus mume* against food spoilage microorganisms. Kor. J. Food Sci. Technol. 14(2):183-187.
- Halliwell, B. 1997. Antioxidants and human disease : a general introduction. Nut. Rev. 55:267-277.
- Hasimoto, F., G.I. Nonaka and I. Nishioka. 1989. Tannins and related compound from Oulog tea. Chem. Pharm. Bull. 37:3255-3263.
- Heo, J.C., K.Y. Lee, B.G. Lee, S.Y. Choi, S.H. Lee and S.H. Lee. 2010. Anti-allergic activities of ultra-fine powder from persimmon. Kor. J. Food Preserv. 17:145-150.
- Jangaard, N.O. 1970. Thin-layer chromatography of some plant phenolics. J. Chromat. 50:146-148.
- Jang, J.K. and J.Y. Han. 2002. The antioxidant ability of grape seed extracts. Kor. J. Food Sci. Technol. 34(3):524-528.
- Ji, L.L. 1996. Exercise, oxidative stress and antioxidants. Am. J. Sports Med. 24 (6 Suppl.):520-524.
- Kato, H., I.E. Lee, N.V. Chuyen, S.B. Kim and F. Hayase. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyza-ble melanoidins. Agric. Biol. Chem. 51:1333-1338.
- Kim, E.Y., I.H. Baik, J.H. Kim, S.R. Kim and M.R. Rhyu, 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. Kor. J. Food Sci. Technol. 36:333-338.
- Kim, H.S., K.M. Ku, J.K. Suh and Y.H. Kang. 2009. Quinone reductase inductive activity and growth inhibitory effect against hepatoma cell of oriental melon extract. J. Bio-Environm. Cont. 18:448-453.
- Lee, D.S., S.k. Woo and C.B. Yang. 1975. Studies on the chemical composition of major fruits in Korea. Kor. J. Food Sci. Technol. 4:123-139.
- Lee, C.H., S.L. Shin, N.R. Kim and J.K. Hwang. 2011. Comparison of antioxidant effects of different Korean pear species. Korean J. Plant Res. 24(2):253-259.
- Lee, Y.J. and J.P. Han. 2000. Antioxidative Activities and nitrite scavenging abilities of extract from *ulmus devidiana*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29:893-899.
- Moon, J.W., Chen. Zhi and W.S. Song. 2011. Antitussive effect of *Fritillaria unibracteata* Hsiano et K. C. Hsia. Korean J. Plant Res. 24(6):729-732.
- Okuda T., T. Yoshida and M. Ashida. 1981. Tannins of medicinal plants and drugs. Hetero Cycles 16:1618-1622.
- Park, S.J. and D.H. Oh. 2003. Free radical scavenging effect of seed and skin extracts of Black Olympia grape (*Vitis labruscana* L.). Korean J. Food Sci. Technol. 35(1):121-124.
- Park, W.P., S.C. Lee, S.Y. Kim, S.C. Choi, H.J. Heo and S.H. Cho. 2008. Separation and identification of antimicrobial substance from *Prunus mume* extract. Kor. J. Food Sci. Technol. 15(6):878-883.
- Park, J.H., J.A. Kwon, Y.J. Yang, H.S. Han, M.W. Han, Y.I. Lee, I.S. Kim, J.I. Lee and S.C. Kang. 2011. Antioxidative constituents from fruit of *Sorbaria sorbifolia* var. *stellipila* MAX. Korean J. Plant Res. 24(4):337-242.
- Park, K.J., W.S. Song, Mohammad Nazrul Islam, J.I. Lee and Y.S. Kim. 2011. Effects of mechanochemical pretreatment on the extraction of functional materials from *Houttuynia cordata*. Korean J. Plant Res. 24(3):309-313.
- Song, W.S., K.J. Park and E.S. Choung 2011. Antioxidant activity of *Saururus chinensis* pretreated by mechanochemical technology. Korean J. Plant Res. 24(3):314-318.
- Yu, T.J. 1989. The food guide. Munundang, Seoul, Korea. p. 166.
- Zhang, Y.B., H.J. Choi, H.S. Han, J.H. Park, J.H. Son, J.H. Bae, T.S. Seung, B.J. An, H.G. Kim and C. Choi. 2003. Chemical structure of polyphenol isolated from Korean pear. Kor. J. food Sci. Technol. 35:969-967.
- Zhang, Y.B., M.J. Bae, B.J. Ahn, H.J. Choi, J.H. Bae, S. Kim and C. Choi. 2003. Effect of antioxidant activity and change in quality of chemical composition and polyphenol compound during long-term storage. Kor. J. Food Sci. Technol. 35(1):115-120.

(Received 9 August 2012 ; Revised 16 August 2012 ; Accepted 31 August 2012)