유지 기질에 대한 외송 추출물의 항산화 효과

이수정 · 차지영 · 신정혜¹ · 정미자² · 성낙주*

경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원, ¹남해대학 호텔조리제빵과, ²강원대학교 BK21 사업단 · 뉴트라슈티컬바이오

Received May 29, 2008 / Accepted August 25, 2008

Antioxidant Effect of Wa-song (*Orostachys japonicus* A. Berger) Extracts on Edible Oil and Fat. Soo-Jung Lee, Ji-Young Cha, Jung-Hye Shin¹, Mi-Ja Chung² and Nak-Ju Sung*. Dept. of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea, ¹Dept. of Hotel Culinary Arts & Bakery, Namhae College, Namhae 668-801, Korea, ²The Nutraceutical Bio Brain Korea 21 Project Group, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea - The antioxidants activities in water and 95% ethanol extracts of wa-song (*Orostachys japonicus* A. Berger) dried by sun, hot air and lyophilization were measured *in vitro* reaction system. In reaction system containing linoleic acid, the antioxidant activities against lipid oxidation enhanced in proportion to storage time. The antioxidant activity of ethanol extracts was higher than that of water extracts. In the drying methods, wa-song extracts showed higher antioxidant activity in the other of hot air-dried, lyophilized and sun-dried. The lipid oxidation system containing the promoting factors, such as Fe⁺² and Cu⁺² ions, also showed that the ethanol extract of hot air-dried wa-song possessed the highest antioxidant activity. Soybean oil and lard being added with various levels (0.1, 0.5 and 1.0 g/100 g) of the ethanol extract of hot air-dried wa-song were stored at 60°C (for 28 days) or 180°C (for 48 hr). Its extract appeared to lower the acid value of soybean oil, whereas it failed to lower the acid value for lard at early storage time, but it was lower than control and BHT after 28 days. Anicidine value and peroxide value were lower soybean and lard added wa-song extract than control and BHT for storage for 28 days at 60°C. In 28 days, its value was significantly decreased in proportion to sample concentration. TBA value was increased during storage time at 60°C, but it was significantly decreased by sample concentration after storage 36 hours at 180°C storage. Therefore results suggest ethanol extract of hot air-dried wa-song could be potential candidates for natural antioxidants for materials containing lipid.

Key words : Wa-song (*Orostachys japonicus* A. Berger), lipid oxidation, peroxide value, TBA

서 론

지방질 식품의 가공 및 저장 중 산화로 생성된 산화생성물은 식품이나 생체 내에서 지질을 쉽게 산화시켜 hydroperoxide로 되며[10], 특히 생체 내에서는 DNA 손상으로 인한 돌연변이나 세포 기능 장애를 일으키기도 한다. 이러한 현상을 방지하기 위하여 항산화제의 사용은 불가피한데, 항산화제는 금속이온의 착염화, 효소 활성, free radical의 제거 등으로 식품 및 생체 내에서 항산화 작용을 나타낸다[7]. 지금까지 식품에서 지질산화 억제에 관여하는 대표적인 천연 항산화제로 폴리페놀 화합물이 알려져 있는데[23], 페놀 화합물은 phenolic hydroxyl group을 가지고 있어 효소 단백질이나 금속이온 등의 거대분자들과 결합함으로써 항산화 작용을 하게 된다[14]. 그러나 항산화 물질은 그 성분에 따라 작용 범위가 다르기 때문에 생체 내 산화 반응이나 라디칼 제거 반응에 있어서 산소종이나 라디칼의 종류에 따른 효과적인 항산화 물질의 검색이 필요하리라 생각된다.

와송(Wa-song, *Orostachys japonicus* A. Berger)은 우리나라에서 와송 또는 바위솔이라고 불리는 돌나무과(Crassulaceae)의 다년생 초본식물로 여름~가을 중에 채취하며 뿌리를 제거한 지상부의 전초를 햇볕에 말려 약용으로 이용하는데[21] 우리나라에서는 오래전부터 민간요법으로 암 치료에 사용되어져 왔다[10]. 와송의 기능성 및 유효물질과 관련하여, Park 등[22]은 *Salmonella typhimurium* TA 98 및 TA 100 균주를 사용한 실험에서 와송 메탄올추출물이 발암물질의 전환 및 발암물질과 DNA와의 결합을 저해함으로써 돌연변이 활성을 97%까지 억제하였으며, 이는 비극성 용매에 다량으로 추출된 플라보노이드, triterpene 및 식물성 sterol 등에 의한 작용이라고 보고한 바 있다. Choi [6]는 와송의 용매별 추출물에 대한 항산화 활성 측정에서 클로로포름 희분이 라디칼의 소거 및 지질 산화 억제능이 뛰어났으며, Yoon 등[24]은 와송의 유효 생리활성 물질이 비극성 화합물이라고 보고하였다. 또한 와송 메탄올추출물은 10% 에탄올을 6주간 투여한 흰쥐의 alcohol dehydrogenase (ADH), aldehyde dehydrogenase (ALDH) 및 microsomal ethanol oxidation system (MEOS) 활성을 증가시켰으며, 간장 조직의 지질과산화를 유의적 수준으로 저해하였는데, gallic acid

*Corresponding author

Tel : +82-55-751-5975, Fax : +82-55-751-5971

E-mail : snakju@gsnu.ac.kr

가 유효물질이라고 보고되어 있다[11].

이와 같이 와송은 항암 및 항돌연변이 활성을 지닌 식물체로 알려져 있으나[22], 지질산화 억제능에 관한 연구는 아직 미비한 편이다. 최근 항산화의 주된 관점은 현대인의 노화억제와 관련된 기능성 물질의 요구에 있는데, 본 연구는 지질 산화에 있어서 와송의 항산화능을 알아보기 위하여 와송을 천일건조, 열풍건조 및 동결건조 방법으로 각각 전처리한 후 물 및 에탄올로 추출하여 지질과산화 억제에 미치는 영향을 측정하였다. 또한, 활성이 우수한 열풍건조 에탄올추출물을 식용유지에 첨가하여 자동산화 및 가열산화 조건에서 저장 동안 유지 산화에 미치는 영향을 분석하였다.

재료 및 방법

실험 재료

와송(*Orostachys japonicus* A. Berger)은 경남 산청 지역의 산에 자생하고 있는 것을 2006년 7월부터 3개월간 채취하여 와송의 지상부를 열풍건조, 천일건조 및 동결건조하였다. 열풍건조는 열풍건조기(L×W×H=540×540×760 mm CF-21WF, Jeiotech, Korea)를 사용하여 5 m/hr의 유속으로 공기순환하여 내부온도 70~80°C로 유지하여 7~9시간, 천일건조는 22~25°C의 실온에서 8~10일간 건조시켰고, 동결건조는 동결건조기(PVTFD 100R, Ilshinlab, Korea)를 사용하여 -70°C에서 진공도 10 mm Torr의 조건으로 동결건조하였다. 건조된 와송 100 g에 10배의 증류수 및 95% 에탄올을 각각 가하여 95°C 수욕 상에서 3시간 동안 환류냉각하면서 2회 반복 추출한 후 70°C 수욕상에서 감압농축하여 완전 건조물을 얻었으며, -40°C 동결고에 보관해 두고 실험에 사용하였다.

유지에 대한 항산화력 측정용 시료의 제조

시판 대두유(CJ Corp., Korea) 및 돈지(동광농산(주), Korea) 각 100 g에 와송 열풍건조 에탄올추출물을 각각 0.1, 0.5, 1.0 g의 농도로 첨가한 후, 저장 시료는 60±2°C의 항온기에 4주간 보관하면서 1주일 간격으로, 가열저장 시료는 180±2°C의 oil bath에서 보관하면서 12, 24, 36 및 48시간에 일정량의 시료를 취하여 각 분석에 사용하였다. 이때 와송 추출물을 첨가하지 않은 유지를 대조군(control)으로 하였으며, 시료 대신에 0.02 g의 BHT를 유지에 첨가한 것을 positive control로 하여 동일한 방법으로 분석하여 비교하였다.

와송 추출물의 항산화능 측정

와송 추출물의 항산화능은 linoleic acid emulsion 상에서 thiocyanate법 및 oil emulsion상에서 TBARS 측정법으로 평가하였다. Thiocyanate법은 Osawa [20]와 Kim 등[9]의 방법에 따라 시료 1 ml에 linoleic acid emulsion 및 0.2 M phosphate buffer (pH 7.0) 2 ml를 혼합하여 37°C에서 1일 및 7

일 동안 저장한 후 0.1 ml를 취하여 75% 에탄올 4.7 ml, 30% ammonium thiocyanate 0.1 ml를 차례로 첨가한 후 10분간 실온에 정치시킨 후 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신에 linoleic acid emulsion을 첨가하였으며, 항산화 활성은 시료 첨가 전·후의 흡광도 비로 나타내었다.

TBARS 측정법에 따른 항산화력 측정은 Buege와 Aust [2]의 방법에 따라 maleic acid buffer (pH 6.5), Tween 20, 0.1 N HCl로 제조한 oil emulsion 0.5 ml, 금속이온(FeCl₂ 및 CuSO₄) 0.1 ml 및 시료 추출물 0.1 ml를 첨가하여 최종 반응물을 1 ml로 하여 37°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 여기에 7.2% BHT 50 µl와 trichloroacetic acid/thiobarbituric acid (TCA/TBA) 용액을 2 ml 가하고 15분간 가열 후 냉각한 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 상층액을 531 nm에서 흡광도를 측정하였다. TBARS값은 1 당 반응 혼합물에 대해서 mg malondialdehyde (MDA)로 표시하였다.

식용유지에 대한 항산화력 평가

와송 열풍건조 에탄올추출물을 대상으로 대두유 및 돈지에 대한 항산화력 평가를 위하여 산가(acid value), 아니시딘가(anisidine value), 과산화물가(peroxide value) 및 TBA가(thiobarbituric acid value)를 측정하였다. 산가는 유지 2 g에 100 ml ether-ethanol용액(2:1=v/v)과 5% phenolphthalein 2-3방울을 가한 후 0.1 N KOH 용액으로 적정하였다. 아니시딘가는 5 ml의 시료와 iso-octane의 혼합액(1:49=w/v)에 0.25% p-anisidine시약 1 ml를 첨가한 후 25°C 암소에서 10분간 반응시켜 350 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 시료액 5 ml와 빙초산 1 ml를 가하여 동일하게 수행한 것을 비반응 시험용액으로 하고, 시험용액 대신 trimethylpentane을 사용하여 실험한 것을 바탕용액으로 하여 이들의 흡광도 값으로부터 산출하였다. 과산화물가는 시료 1 g에 chloroform-acetic acid용액(2:3=v/v) 20 ml와 1 ml 포화 KI 용액을 넣은 후 5분간 암실에 정치시킨 다음 증류수 6 ml를 첨가하고 1% 전분용액을 지시약으로 하여 0.01 N sodium thiosulfate로 적정하였다. TBA가는 유지에 benzene 10 ml를 혼합하여 용해시킨 후 TBA용액 10 ml를 가하고 4분간 방치한 다음 아래층을 회수하여 95°C water bath 상에서 30분간 가열한 후 빙수 중에서 급냉시켜 530 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계 처리

각 실험은 5회 이상 반복실험을 통하여 결과를 얻어 SPSS 12.0을 사용하여 통계처리하였으며, 각각의 시료에 대해 평균±표준편차로 나타내었다. 각 시료군에 대한 유의차 검정은 분산분석을 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

Linoleic acid 기질에서 지질과산화 억제능

와송 추출물을 linoleic acid 기질에 0.5 mg/ml 및 1.0 mg/ml 농도로 첨가한 후 37°C의 항온기에서 각각 1일 및 7일간 저장한 후 지질과산화 억제능을 측정된 결과는 Table 1과 같으며, positive control로 BHT를 사용하였다.

천일건조, 열풍건조 및 동결건조한 와송의 물과 95% 에탄올 추출물의 지질과산화 억제능은 0.5 mg/ml 농도에서 보다 1.0 mg/ml에서 더 높아 시료의 첨가농도가 높을수록 더 상승하였다. 저장 1일에 와송 물추출물의 지질과산화 억제능은 20% 미만이었으며, 에탄올 추출물은 17.9~31.7%의 범위로 물추출물에 비해 유의적으로 높은 억제능을 보였으나, 대조구로 사용한 BHT보다는 낮았다. 저장 7일에 물추출물의 지질과산화 억제능은 16.9~31.6%의 범위였으며, 열풍건조 시료가 천일건조 및 동결건조 시료에 비해 유의적으로 활성이 더 높았다. 에탄올추출물은 37.9~65.8%의 범위로 열풍건조 > 동결건조 > 천일건조 시료의 순으로 유의차를 보였으며, 물추출물보다 높았다. 이와같이 와송 추출물의 지질과산화 억제능은 저장기간이 길어짐에 따라 상승하는 경향이었는데, 저장 1일에 비해 7일에서 물추출물은 1.7~2.2배, 에탄올추출물은 2.0~2.3배 정도의 증가를 보여 에탄올추출물에서 증가폭이 다소 높았다.

와송 추출물간에 지질과산화 억제능의 차이는 linoleic acid 기질에서 반응성이 시료의 기질에 대한 용해도의 차이에 따라 달라진다고 한 보고[8]와 유사한 것으로 생각된다.

Table 1. Total antioxidant activity of wa-song(*Orostachys japonicus*) extracts on the oxidation of linoleic acid system after 1 day and 7 days incubation at 37°C

Sample ¹⁾	Scavenging activity (%)			
	After 1 day		After 7 days	
	0.5 mg/ml	1.0 mg/ml	0.5 mg/ml	1.0 mg/ml
SW	8.8±0.15 ^a	11.7±0.10 ^a	16.9±0.18 ^a	23.8±0.24 ^a
HW	12.4±0.03 ^c	18.6±0.09 ^b	22.4±0.20 ^b	31.6±0.15 ^b
LW	9.8±0.09 ^b	11.2±0.15 ^a	17.2±0.15 ^a	24.1±0.29 ^a
SE	17.9±0.17 ^d	21.1±0.14 ^c	37.9±0.23 ^c	43.3±0.18 ^c
HE	25.6±0.07 ^f	31.7±0.16 ^e	56.6±0.27 ^e	65.8±0.30 ^e
LE	18.1±0.11 ^e	25.2±0.13 ^d	42.4±0.14 ^d	50.7±0.26 ^d
BHT	35.9±0.14 ^g	47.9±0.15 ^f	63.7±0.36 ^f	76.3±0.27 ^f

¹⁾SW: water extract of sun-dried wa-song

HW: water extract of hot air-dried wa-song

LW: water extract of lyophilized wa-song

SE: ethanol extract of sun-dried wa-song

HE: ethanol extract of hot air-dried wa-song

LE: ethanol extract of lyophilized wa-song

^{a-f}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

Choi [6]는 와송의 물 및 메탄올추출물이 지질과산화 억제능에 미치는 영향을 비교한 결과 메탄올추출물의 효과가 우수하였으며, 이를 용매 분획한 결과 저장 초기에는 클로로포름, 에틸아세테이트 및 물 분획물의 효과가 비슷하였으나 저장 7일 이후 클로로포름 분획물의 지질과산화 억제능이 57.6%로 가장 높았는데, 이는 클로로포름 분획물에서 높은 페놀화합물 및 플라보노이드 함량에 기인된 것으로 보고하였다. 프로폴리스 에탄올추출물의 지질과산화 억제능은 시료 중에 함유된 플라보노이드에 기인된 것으로 보고되어 있으며[1], Lee 등[16]은 160종의 한약재를 대상으로 linoleic acid 기질에서 지질과산화 억제능을 측정된 결과 저장 5일에 38종의 시료에서 90% 이상의 효과가 있었는데, 이는 식물체에 함유된 폴리페놀과 같은 phytochemical에 의한 작용이며, 이들 식물체를 식품이나 인체에 이용할 경우 지질 산화 개시 및 연쇄반응을 효과적으로 지연 또는 차단할 수 있을 것으로 보고한 바 있다.

금속이온 함유 기질에서 지질과산화 억제능

지질산화를 촉진하는 금속 이온인 Fe^{+2} , Cu^{+2} 에 대한 와송 추출물의 지질과산화 억제능을 BHT의 활성과 비교한 결과는 Table 2와 같다. $FeCl_2$ 첨가에 대한 와송 추출물의 영향은 모든 시료 농도에서 시료 무첨가구(4.91 ± 0.05 mg MDA/l)에 비해 낮은 TBARS 값을 나타내어 와송 추출물이 지질과산화 억제에 효과가 있는 것으로 판단되었다. 그러나 대조구로 사용한 BHT에는 미치지 못하였다. 와송 추출물을 0.5 및 1.0 mg/ml의 농도로 첨가하였을 때 물추출물은 $3.67 \pm 0.11 \sim 1.93 \pm 0.27$ mg MDA/l의 범위였으며, 열풍건조 시료의 TBARS 값이 가장 낮았다. 에탄올추출물은 $2.55 \pm 0.14 \sim 1.45 \pm 0.11$ mg MDA/l 범위로 시료의 첨가 농도가 많을수록 TBARS 값이 감소되었으

Table 2. Effect of wa-song (*Orostachys japonicus*) extracts on lipid oxidation of oil emulsion containing $FeCl_2$ and $CuSO_4$, respectively TBARS (mg MDA/l)

Sample ¹⁾	In Added $FeCl_2$ ²⁾		In Added $CuSO_4$ ³⁾	
	0.5 mg/ml	1.0 mg/ml	0.5 mg/ml	1.0 mg/ml
SW	3.67 ± 0.11^f	3.03 ± 0.21^f	4.54 ± 0.29^d	3.91 ± 0.08^f
HW	2.51 ± 0.19^d	1.93 ± 0.27^d	3.91 ± 0.12^c	3.03 ± 0.06^d
LW	2.92 ± 0.23^e	2.27 ± 0.15^e	4.62 ± 0.20^d	3.94 ± 0.12^f
SE	2.55 ± 0.14^d	1.86 ± 0.18^d	3.82 ± 0.13^c	3.27 ± 0.17^e
HE	1.75 ± 0.21^b	1.45 ± 0.11^b	2.56 ± 0.18^a	2.44 ± 0.09^b
LE	1.89 ± 0.17^c	1.66 ± 0.09^c	3.00 ± 0.06^b	2.51 ± 0.08^c
BHT	1.03 ± 0.17^a	0.76 ± 0.19^a	2.62 ± 0.13^a	2.36 ± 0.06^a

¹⁾Abbreviation: same as in Table 1

²⁾control(not added wa-song extracts): 4.91 ± 0.05 mg MDA/l

³⁾control(not added wa-song extracts): 6.02 ± 0.09 mg MDA/l

^{a-f}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

며, 물추출물과 마찬가지로 열풍건조 시료에서 가장 낮았다. CuSO_4 가 첨가된 반응조건에서 시료 무첨가구의 TBARS 함량은 6.02 ± 0.09 mg MDA/l이었으며, 와송 물추출물에서는 $4.62 \pm 0.20 \sim 3.03 \pm 0.06$ mg MDA/l, 에탄올추출물은 $3.82 \pm 0.13 \sim 2.44 \pm 0.09$ mg MDA/l의 범위로 와송 추출물 첨가시 시료 무첨가구에 비해 낮은 TBARS 값을 나타내었으며, 에탄올추출물이 물추출물에 비하여 지질과산화 억제능이 더 높았다.

와송 열풍건조 에탄올추출물은 0.5 mg/ml의 농도에서는 BHT와 유사한 수준까지 지질과산화 억제능이 나타났으며, 1.0 mg/ml 농도에서는 시료 무첨가구의 TBARS 함량에 대해 Fe^{2+} 이온 존재 시 약 70%, Cu^{2+} 이온 존재 시 약 60% 정도로 TBARS 생성 억제제를 보여 와송의 Fe^{2+} 이온 포집력이 더 높은 것으로 사료된다. Lee와 Han [18]은 느릅나무 추출물의 TBARS 값을 측정 한 결과 Fe^{2+} 이온의 결합능은 에탄올 추출물에서 가장 우수하였으나 Cu^{2+} 이온의 결합능은 메탄올추출물에서 높았다고 하였는데, 이는 본 실험의 결과와 유사하였다. Fe^{2+} 이온은 그 자체가 지질 산화를 강하게 촉진시키는 인자인데[18], 본 실험의 결과 와송 추출물의 첨가 시 지질과산화 억제능이 우수한 것은 와송 추출물이 금속이온에 대한 결합력이 높기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 시료의 지질산화 억제능 정도는 시료의 제조 조건 및 추출방법에 따라 달라질 수 있다는 것으로 알 수 있었다[12].

산가

와송 열풍건조 에탄올추출물을 100 g당 0.1, 0.5, 및 1.0 g의 농도로 대두유 및 돈지에 각각 첨가하여 60°C에서 28일간 저장하는 동안 유지의 산가는 저장기간이 길어질수록 증가하였다(Table 3). 와송 추출물이 첨가되지 않은 대조구와 BHT가 첨가된 대두유와 돈지도 저장기간이 길어질수록 산가가 증가되었으나, 돈지는 대두유에 비해 다소간 낮았다. 와송 추출물이 첨가된 대두유의 산가는 저장 7일에 비해 14일에 유의적으로 증가하였으며, 이후 저장 21일까지는 유의차를 보이지 않았으나, 저장 28일에는 저장 21일에 비해 약 2배 정도 증가하였다. 그러나 와송 추출물의 첨가량이 1.0 g/100 g일 경우에는 0.1 및 0.5 g/100 g 첨가구보다는 유의적으로 낮았다. 돈지에서는 저장 21일까지 유의적으로 증가하였는데, 저장 21일 이후에는 유의차가 없었다.

와송 추출물이 첨가된 대두유와 돈지를 180°C에서 48시간 동안 가열 저장했을 때 대조구의 경우 대두유에 비해 돈지에서 산가가 더 높았다(Table 4). 와송 추출물이 첨가되었을 때 가열저장 48시간 동안 돈지에서 산가가 더 높았는데, 특히 저장 24시간까지 돈지는 대두유에 비해 약 2배 이상 높은 산가를 나타내었다. 대두유의 경우 저장 36시간, 돈지의 경우 저장 24시간에 시료의 첨가량이 증가됨에 따라 산가가 유의적으로 낮았으나, 그 외의 실험구에서는 시료 첨가량에 따른 유의차가 없었다.

Table 3. Changes of acid value in soybean oil and lard added ethanol extracts of wa-song (*Orostachys japonicus*) dried by hot air during their storage at 60°C (mg/g)

Added Sample vol. (g/100 g)	Storage periods (day)			
	7	14	21	28
In Soybean oil				
Control	0.30±0.06 ^a	0.59±0.04 ^b	0.77±0.07 ^b	1.29±0.07 ^c
0.1	0.18±0.08 ^a	0.32±0.08 ^b	0.40±0.02 ^b	0.82±0.08 ^{cb}
0.5	0.16±0.02 ^a	0.31±0.05 ^b	0.35±0.07 ^b	0.76±0.05 ^{cb}
1.0	0.14±0.01 ^a	0.27±0.00 ^b	0.35±0.06 ^b	0.63±0.07 ^{ca}
BHT (0.02)	0.27±0.01 ^a	0.64±0.03 ^b	0.78±0.00 ^c	1.33±0.02 ^d
In Lard				
Control	0.12±0.02 ^a	0.49±0.08 ^b	0.84±0.08 ^c	1.11±0.12 ^d
0.1	0.16±0.03 ^a	0.65±0.12 ^b	0.84±0.08 ^c	0.85±0.10 ^c
0.5	0.14±0.02 ^a	0.61±0.07 ^b	0.80±0.13 ^c	0.82±0.09 ^c
1.0	0.12±0.02 ^a	0.59±0.02 ^b	0.72±0.10 ^c	0.78±0.05 ^c
BHT (0.02)	0.14±0.02 ^a	0.47±0.04 ^b	0.82±0.03 ^c	1.09±0.09 ^d

^{a-d}Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

^{A-C}Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference ($p < 0.05$).

Table 4. Changes of acid value in soybean oil and lard added ethanol extracts of wa-song (*Orostachys japonicus*) dried by hot air during their storage at 180°C (mg/g)

Added Sample vol. (g/100 g)	Storage periods (hr)			
	12	24	36	48
In Soybean oil				
Control	0.18±0.08 ^a	0.44±0.08 ^b	0.84±0.08 ^{ca}	1.69±0.08 ^d
0.1	0.36±0.08 ^a	0.49±0.08 ^a	1.24±0.08 ^{bb}	1.78±0.08 ^c
0.5	0.18±0.08 ^a	0.49±0.08 ^b	0.98±0.08 ^{ca}	1.78±0.08 ^d
1.0	0.22±0.08 ^a	0.49±0.08 ^b	0.84±0.08 ^{ca}	1.74±0.02 ^d
BHT (0.02)	0.16±0.01 ^a	0.44±0.03 ^b	0.80±0.02 ^c	1.58±0.03 ^d
In Lard				
Control	0.71±0.08 ^a	1.11±0.08 ^{ba}	1.29±0.08 ^c	1.78±0.08 ^d
0.1	0.78±0.02 ^a	1.24±0.08 ^{bc}	1.64±0.08 ^c	2.26±0.05 ^d
0.5	0.76±0.08 ^a	1.16±0.08 ^{bb}	1.60±0.00 ^c	2.22±0.08 ^d
1.0	0.71±0.08 ^a	1.02±0.08 ^{ba}	1.51±0.08 ^c	2.18±0.08 ^d
BHT (0.02)	0.56±0.01 ^a	0.76±0.02 ^b	1.13±0.01 ^c	1.58±0.03 ^d

^{a-d}Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

^{A-C}Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference ($p < 0.05$).

유지를 고온으로 가열할 경우 중성지방이 지방산으로 가수분해되어 유리지방산의 생성이 증가되는데, 유리지방산은 2차적인 산화를 촉진시킴으로써 식품의 품질을 저하시키게 된다[3]. 특히 대두유에 비해서 우지, 돈지 및 팜유 등은 고온

가열시 유리지방산의 생성이 높은 것으로 보고되어져 있는데 [5], 본 실험도 이와 유사한 결과였다. 또한 대두유 및 돈지를 고온가열하였을 경우 와송 추출물이 유지의 산가를 저하시키지 못하였으나, 60°C에 저장한 경우에는 대조구 및 BHT 첨가구보다 낮은 산가를 보여 와송 추출물은 유지의 저온저장시 천연 항산화제로서의 이용가능성이 클 것으로 예상된다.

아니시딘가

와송 열풍건조 에탄올추출물을 농도별로 대두유 및 돈지에 첨가하여 저장 온도 및 기간에 따른 아니시딘가를 측정 한 결과는 Table 5, 6과 같다. 유지의 아니시딘가는 과산화물가와

달리 유지의 급격한 산화과정에 있어서 진행정도를 추정하는데 이용되며[18], 값이 낮을수록 항산화능이 우수한 것으로 인지된다. 특히 고온으로 산화된 유지의 경우 과산화물가보다 아니시딘가의 측정이 더 적절한 것으로 평가되고 있다[13].

60°C에서 저장한 시료에서 아니시딘가는 유지의 저장기간이 길수록 높아졌으나, 저장 21일 이전에는 유의차가 없었다. 와송 추출물 첨가구는 대조구에 비해 낮았으며, 저장 21일까지 돈지의 아니시딘가는 대두유보다 약 2배 정도 높은 수치를 나타내어 돈지에서 산화물의 생성이 더 많은 것으로 생각된다.

180°C에서 가열 저장한 경우(Table 6) 유지의 아니시딘가는

Table 5. Changes of anisidine value in soybean oil and lard added ethanol extracts of wa-song (*Orostachys japonicus*) dried by hot air during their storage at 60°C

Added Sample vol. (g/100 g)	Storage periods (day)			
	7	14	21	28
In Soybean oil				
Control	5.18±0.11 ^a	6.42±0.98 ^a	8.72±0.93 ^b	18.99±0.62 ^c
0.1	4.23±0.20 ^a	4.28±0.43 ^a	6.05±0.50 ^b	13.63±0.93 ^c
0.5	3.78±0.60 ^a	4.17±0.02 ^a	6.43±0.50 ^b	13.11±0.71 ^c
1.0	3.22±0.26 ^a	3.90±0.36 ^a	6.41±0.58 ^b	14.26±0.86 ^c
BHT (0.02)	5.15±0.03 ^a	6.11±0.02 ^b	7.85±0.16 ^c	16.11±0.75 ^d
In Lard				
Control	8.27±0.08 ^a	9.73±0.11 ^b	14.41±0.22 ^{cC}	16.53±0.70 ^d
0.1	8.30±0.06 ^a	8.63±0.62 ^a	12.71±0.15 ^{bB}	16.18±1.07 ^c
0.5	8.01±0.18 ^a	8.32±0.50 ^a	12.49±0.05 ^{bAB}	16.07±2.01 ^c
1.0	7.82±0.32 ^a	8.27±0.49 ^a	12.35±0.11 ^{bA}	15.32±2.73 ^c
BHT (0.02)	8.38±0.16 ^a	9.75±0.07 ^b	15.63±0.17 ^c	17.75±0.14 ^d

^{a-d}Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

^{A-C}Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference ($p < 0.05$).

Table 6. Changes of anisidine value in soybean oil and lard added ethanol extracts of wa-song (*Orostachys japonicus*) dried by hot air during their storage at 180°C

Added Sample vol. (g/100 g)	Storage periods (hr)			
	12	24	36	48
In Soybean oil				
Control	41.15±0.08 ^a	62.72±0.61 ^{bC}	72.86±3.88 ^{bB}	81.21±1.53 ^{dB}
0.1	23.97±1.60 ^a	42.31±2.63 ^{bA}	49.62±3.65 ^{cA}	76.54±0.00 ^{dA}
0.5	24.00±0.32 ^a	56.14±3.29 ^{bB}	65.42±1.57 ^{bB}	79.30±0.40 ^{dAB}
1.0	26.85±2.04 ^a	57.75±2.84 ^{bB}	68.71±1.81 ^{bB}	82.37±3.70 ^{dB}
BHT (0.02)	22.23±0.94 ^a	34.32±1.12 ^b	49.62±2.02 ^c	65.04±5.64 ^d
In Lard				
Control	36.45±0.29 ^{aC}	42.44±0.87 ^b	47.74±0.20 ^{dD}	50.27±0.82 ^{dD}
0.1	25.92±0.10 ^{aB}	28.01±5.82 ^a	29.77±0.18 ^{abA}	34.76±0.50 ^{bA}
0.5	24.69±0.12 ^{aA}	31.17±0.29 ^b	32.49±0.24 ^{bB}	37.94±0.50 ^{dB}
1.0	26.12±0.08 ^{aB}	32.14±0.58 ^b	35.77±1.50 ^{cC}	43.12±1.18 ^{dC}
BHT (0.02)	17.14±0.23 ^a	20.30±1.05 ^b	33.01±0.77 ^c	45.41±2.40 ^d

^{a-d}Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

^{A-D}Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference ($p < 0.05$).

60°C에 저장한 것보다 훨씬 높았으며, 이 또한 가열시간이 경과될수록 유의적으로 증가되는 경향이였다. 대조구에 비해 와송 추출물 첨가구에서 아니시킨가는 다소 낮았는데, 이러한 경향은 가열저장 24시간 이내에 두드러지게 나타났으며, 36시간 이후에는 대두유보다 돈지에서만 유의적인 차이를 보였다.

과산화물가

열풍건조 와송의 에탄올추출물을 대두유 및 돈지에 농도별로 첨가하여 60°C에서 28일간, 180°C에서 48시간 저장했을 때 과산화물가를 측정한 결과는 Table 7, 8과 같다. 60°C에 저장한 유지는(Table 7) 180°C로 가열 저장한 것(Table 8)보

다 높은 과산화물가를 보였는데, 이는 유지의 산화로 인한 산화 생성물이 저온에서는 대부분이 과산화물이며, 고온에서는 carbonyl 화합물이나 알데히드류가 주류를 이룬다고 한 보고[19]와 유사한 결과라 생각된다.

60°C에 저장한 유지에서 와송 추출물을 첨가하지 않은 대두유 및 돈지의 과산화물가는 비슷하였으며 와송 추출물을 첨가한 경우에도 대두유와 돈지의 과산화물 함량차는 적었다. 그러나 저장 28일에는 시료의 첨가량이 많아질수록 대조구에 비해 과산화물가가 유의적으로 감소되었으며, 특히 대두유의 과산화물가가 다소 낮아 와송 추출물이 대두유의 저장안정성에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

Table 7. Changes of peroxide value in soybean oil and lard added ethanol extracts of wa-song(*Orostachys japonicus*) dried by hot air during their storage at 60°C (meq/kg)

Added Sample vol. (g/100 g)	Storage periods (day)			
	7	14	21	28
In Soybean oil				
Control	17.08±1.22 ^a	28.97±0.53 ^b	30.92±0.69 ^c	36.21±0.72 ^{dC}
0.1	9.42±0.77 ^a	20.30±0.68 ^b	21.52±0.68 ^c	24.81±0.70 ^{dB}
0.5	9.39±0.73 ^a	19.31±0.93 ^b	21.96±0.00 ^c	23.31±0.23 ^{dA}
1.0	10.13±0.73 ^a	18.72±0.70 ^b	20.88±1.11 ^c	23.04±0.75 ^{dA}
BHT (0.02)	16.20±0.64 ^a	29.56±0.80 ^b	33.69±1.17 ^c	41.72±0.64 ^d
In Lard				
Control	24.40±0.00 ^a	28.87±0.70 ^b	33.35±0.70 ^{cC}	36.53±1.80 ^{dC}
0.1	16.01±1.01 ^a	17.69±0.09 ^b	23.99±0.70 ^{cB}	29.70±0.73 ^{dB}
0.5	15.93±0.13 ^a	17.16±1.62 ^a	20.74±1.22 ^{bA}	28.57±0.64 ^{cB}
1.0	15.01±0.73 ^a	16.82±0.45 ^b	19.92±0.69 ^{cA}	26.37±0.82 ^{dA}
BHT (0.02)	22.00±1.16 ^a	26.15±0.85 ^b	32.55±2.28 ^c	38.60±1.18 ^d

^{a-d}Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

^{A-C}Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference ($p < 0.05$).

Table 8. Changes of peroxide value in soybean oil and lard added ethanol extracts of wa-song(*Orostachys japonicus*) dried by hot air during their storage at 180°C (meq/kg)

Added Sample vol. (g/100 g)	Storage periods (hr)			
	12	24	36	48
In Soybean oil				
Control	2.19±0.39 ^{aA}	2.48±0.00 ^a	5.42±0.20 ^b	7.84±0.12 ^{dD}
0.1	2.16±0.10 ^{aA}	2.78±0.47 ^b	4.92±0.06 ^c	6.77±0.21 ^{dC}
0.5	2.28±0.12 ^{aA}	2.43±0.04 ^a	4.30±0.03 ^b	6.27±0.17 ^{cB}
1.0	2.52±0.05 ^{aB}	2.89±0.72 ^a	4.13±0.72 ^b	5.88±0.11 ^{cA}
BHT (0.02)	1.15±0.05 ^a	1.84±0.08 ^b	3.74±0.45 ^c	5.98±0.13 ^d
In Lard				
Control	2.11±0.02 ^a	3.68±0.10 ^{bC}	4.56±0.22 ^{cA}	7.33±0.02 ^{dA}
0.1	2.36±0.02 ^a	3.96±0.08 ^{bD}	6.73±0.12 ^{dD}	10.29±0.16 ^{dD}
0.5	2.57±0.03 ^a	3.52±0.26 ^{bB}	5.60±0.11 ^{cC}	9.31±0.21 ^{dC}
1.0	2.50±0.33 ^a	3.12±0.10 ^{bA}	5.19±0.06 ^{cB}	8.82±0.15 ^{dB}
BHT (0.02)	1.32±0.10 ^a	2.25±0.13 ^b	4.08±0.13 ^c	6.23±0.11 ^d

^{a-d}Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

^{A-D}Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference ($p < 0.05$).

180°C에서 가열 저장한 경우에 과산화물가는 모든 실험구에서 11.0 meq/kg 이하였으며, 대두유에서는 가열저장 36시간 이후부터는 대조구보다 과산화물가가 낮았으며, 48시간 경에는 시료 첨가량이 증가되어짐에 따라 과산화물가는 유의적으로 감소하였다. 돈지에서는 24시간 이후부터 와송 추출물의 첨가로 과산화물가가 오히려 상승되어 대조구보다 높았으나, 시료의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 감소되었다.

현재 주로 사용되고 있는 phenolic 항산화제로 propyl gallate, BHA, BHT 등은 OH기가 유지의 유리 라디칼의 수용체로서 유지의 저장시 초기단계에서 생성된 유리라디칼을 안정된 공명혼성체를 형성함으로써 항산화 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다[4]. 이와 같이 와송 열풍건조 에탄올 추

출물의 유지기질에서 과산화물 생성 저해는 상기의 실험결과에서 지질과산화 억제능과도 관련성이 있으며, 특히 열풍건조 에탄올 추출물에 함유된 phenol 화합물의 함량이 1210.3 mg/100 g으로 높았다고 한 결과[17]로 보아 phenol 화합물에 기인된 결과로 추정된다.

TBA가

열풍건조한 와송의 에탄올추출물을 농도별로 대두유 및 돈지에 첨가하여 저장하는 동안 TBA가의 변화를 측정한 결과는 Table 9, 10과 같다. 60°C에 저장했을 때 저장기간이 경과될수록 TBA가는 증가되었으나, 대두유에서는 대조구 및 BHT 첨가구에 비해 와송 추출물 첨가시 낮은 TBA가를 보였다(Table

Table 9. Changes of TBA value in soybean oil and lard added ethanol extracts of wa-song (*Orostachys japonicus*) dried by hot air during their storage at 60°C

Added Sample vol. (g/100 g)	Storage periods (day)			
	7	14	21	28
In Soybean oil				
Control	149.00±5.39 ^a	236.27±16.35 ^b	273.43±23.66 ^c	310.53±14.66 ^d
0.1	71.70±8.25 ^a	153.33±10.62 ^b	197.53±20.08 ^c	198.10±15.82 ^c
0.5	51.50±20.87 ^a	133.13±13.39 ^b	156.70±6.95 ^b	187.80±7.52 ^c
1.0	48.90±14.06 ^a	120.93±17.77 ^b	128.30±1.68 ^b	182.80±9.50 ^c
BHT (0.02)	139.43±0.86 ^a	219.51±5.97 ^b	254.77±2.29 ^c	315.28±2.78 ^d
In Lard				
Control	112.40±2.44 ^a	393.50±18.72 ^b	430.70±14.70 ^c	468.10±7.45 ^d
0.1	170.80±4.66 ^a	221.50±18.67 ^b	232.10±3.55 ^{bc}	247.30±13.94 ^c
0.5	170.40±9.95 ^a	185.30±20.04 ^{ab}	211.00±19.82 ^{bc}	239.80±15.02 ^c
1.0	154.30±16.04 ^a	174.90±20.43 ^a	177.00±19.64 ^a	214.70±11.80 ^b
BHT (0.02)	99.85±0.96 ^a	214.97±9.05 ^b	269.81±15.98 ^c	285.03±11.82 ^c

^{a-d}Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

Table 10. Changes of TBA value in soybean oil and lard added ethanol extracts of wa-song (*Orostachys japonicus*) dried by hot air during their storage at 180°C

Added Sample vol. (g/100 g)	Storage periods (hr)			
	12	24	36	48
In Soybean oil				
Control	136.33±7.77 ^{aB}	199.87±31.26 ^b	218.10±5.01 ^{bc}	235.37±6.06 ^c
0.1	122.47±8.68 ^{aA}	143.00±5.80 ^{ab}	169.90±12.76 ^{bc}	199.00±27.07 ^c
0.5	140.50±4.65 ^{aB}	142.20±16.09 ^a	160.60±7.53 ^b	172.00±1.05 ^b
1.0	136.13±4.92 ^B	148.75±12.46	157.90±31.10	161.50±24.32
BHT (0.02)	79.70±2.72 ^a	94.10±3.04 ^b	102.20±1.76 ^c	117.27±4.09 ^d
In Lard				
Control	127.20±1.31 ^a	155.60±0.75 ^b	161.10±1.20 ^d	164.20±1.42 ^{dD}
0.1	121.70±1.14 ^a	131.60±0.96 ^b	148.30±5.74 ^{dB}	155.70±1.82 ^{dC}
0.5	119.00±2.13 ^a	129.50±2.25 ^b	136.77±3.97 ^{cA}	144.30±1.59 ^{dB}
1.0	119.27±1.85 ^a	127.53±1.55 ^b	134.10±1.35 ^{cA}	137.83±1.75 ^{dA}
BHT (0.02)	83.98±0.67 ^a	95.44±1.10 ^b	124.43±3.71 ^c	148.25±2.42 ^d

^{a-d}Means with different superscripts in the same row significantly difference ($p < 0.05$).

^{A-D}Means with different superscripts in the same column and same sample significantly difference ($p < 0.05$).

9). 돈지의 경우 저장 7일에 대조구가 와송 추출물 첨가구보다 TBA가 높았으나, 14일 이후에는 와송 추출물 첨가시 TBA가 감소되었으며, 21일 이후에는 BHT 첨가구보다 낮은 TBA를 보여 유지에 와송 추출물의 첨가는 유지의 저장기간 연장에 유효할 것으로 기대된다. 180°C에서 가열 저장한 경우 (Table 10)에 TBA는 60°C에서 저장한 유지보다 낮은 것으로 보아 고온으로 유지를 가열할 경우에도 와송 추출물은 TBA의 감소에 영향을 줄 것으로 판단되었다.

프로폴리스를 식용유지에 첨가하여 60°C에서 저장하는 동안 과산화물 및 TBA를 측정된 결과에서 프로폴리스의 항산화능은 시료 중에 함유된 플라보노이드계통의 물질에 기인된 것으로 보고된 바 있으며[15], 열풍건조한 와송 에탄올추출물의 플라보노이드 함량은 989.1 mg/100 g으로 동결건조 및 천일건조방법에 비해 높은 것으로 보고[17]된 바 있다. 이들 보고와 본 실험의 결과는 잘 일치하는 경향으로 와송의 항산화 활성도 플라보노이드에 기인하는 바가 큰 것으로 추정된다.

요 약

건조방법(천일, 열풍 및 동결건조)을 달리한 와송의 물과 95% 에탄올추출물이 지질과산화 억제에 미치는 영향과 대두유와 돈지에 첨가되었을 때 자동산화와 가열산화 조건에서 항산화능을 평가하였다. Linoleic acid 기질에서 지질과산화 억제능은 모든 시료에서 저장기간이 길어질수록 상승하였으며, 물추출물보다 에탄올추출물에서 더 효과적이었다. 건조방법에 따라서는 열풍건조 > 동결건조 > 천일건조 순으로 유의적인 차이를 보였다. FeCl₂ 및 CuSO₄ 첨가시 열풍건조 시료의 에탄올추출물에서 지질과산화 억제능이 가장 높았다. 열풍건조 와송의 에탄올추출물을 대두유 및 돈지에 0.1, 0.5 및 1.0 g/100 g으로 첨가하여 60°C(28일)와 180°C(48시간)에서 저장하였다. 60°C에서 저장할 경우 산가는 저장기간 동안 대두유가 대조구보다 낮았으며, 돈지의 경우 저장초기에는 높았으나, 저장 28일 후에는 대조구 및 BHT 첨가구보다 낮은 값이었다. 아니시딘가 및 과산화물가도 대조구 및 BHT 첨가구보다는 낮은 값을 보였다. 180°C에서 가열 저장한 경우에도 이와 유사한 경향이었다. TBA는 60°C저장시 저장기간이 경과함에 따라 대두유에서 상승되었으나, 시료량이 많을수록 증가폭은 적었다. 180°C에 저장한 경우에는 36시간 후에 돈지에서 시료량이 많을수록 유의적인 감소를 보였다. 따라서 열풍건조 와송의 에탄올추출물은 지질을 함유한 식품에 항산화제로 적용될 경우 저장기간 및 가열시간에 따른 유지의 산화억제에 유효할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업(106012-

03-SB010)의 연구과제로 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

References

- Ahn, M. R., S. Kumazawa, Y. Usui, J. Nakamura, M. Matsuka, F. Zhu and T. Nakayama. 2007. Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of China. *Food Chemistry* **101**, 1400-1409.
- Buege, J. A. and A. D. Aust. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* **52**, 302-310.
- Cho, H. S. and B. H. Park. 2000. Effect of onion and garlic juice on the lipid oxidation and quality characteristics during the storage of conger eel (*Astroconger myriaster*). *Korean J. Soc. Food Sci.*, **16**, 135-142.
- Cho, M. J., T. B. Kwon and S. K. Oh. 1989. Antioxidant effect of some phenolics on soybean oil. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **32**, 37-43.
- Choe, E. O. and J. Y. Lee. 1998. Thermooxidative stability of soybean oil, beef tallow and palm oil during frying of steamed noodles. *Korean J. Food Sci Technol.*, **30**, 288-292.
- Choi, S. Y. 2006. Effect of *Orostachys japonicus* extracts on antioxidative activity and N-N-nitrosodimethylamine formation. *PhD Dissertation Gyeongsang National Univ.*
- Decker, E. A., A. D. Crum and J. T. Calvert. 1992. Differences in the antioxidant mechanism of carnosine in the presence of copper and iron. *J. Agric. Chem.* **40**, 756-759.
- Dong, S., S. H. Jung, J. S. Moon, S. K. Rhee and J. Y. Son. 2004. Antioxidant activities of clove by extraction solvent. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 609-613.
- 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. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**, 333-338.
- Kim, J. K. 1984. Illustrated natural drugs encyclopedia. Namsandang, Seoul. pp. 447.
- Hur, H. M. and J. C. Park. 2006. Effects of the aerial parts of *Orostachys japonicus* and its bioactive component on hepatic alcohol-metabolizing enzyme system. *J. Med. Food* **9**, 336-341.
- Kim, S. M., Y. S. Cho and S. K. Sung. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 626-632.
- Kim, U. S., E. M. Choi and S. J. Koo. 2002. Effects of the addition of vegetables on oxidized frying oil. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **18**, 557-561.
- Kumar, R. and M. Singh. 1984. Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. *J. Agric. Food Chem.* **32**, 447-453.
- Lee H. J., Y. I. Bae, C. H. Jeong and K. H. Shim. 2005. Biological activities of various solvent extracts from propolis. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 1-7.
- Lee, S. E., N. S. Seong, J. K. Bang and C. G. Park. 2003. Antioxidative activities of Korean medicinal plants. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* **11**, 127-134.
- Lee S. J., J. K. Seo, J. H. Shin, H. J. Lee and N. J. Sung.

2008. Antioxidant activity of wa-song (*Orostachys japonicus* A. Berger) according to drying methods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **37**, 605-611.
18. Lee, Y. J. and J. P. Han. 2000. Antioxidative activities and nitrite scavenging abilities of extracts from *Ulmus davidiana*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **29**, 893-899.
19. Oh, M. J., H. Y. Son, J. C. Kang and K. S. Lee. 1990. Antioxidative effect of pueraria root extract on edible oils and fats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **19**, 448-456.
20. Osawa, T. 1981. A novel type of antioxidant isolated from leaf was of Eucalyptus leaves. *Agric. Biol. Chem.* **45**, 735-739.
21. Park, H. J., H. S. Young, J. O. Kim, S. H. Rhee and J. S. Choi. 1991. A study on the chemical constituents of *Orostachys japonicus* A. Berger. *Korean J. Pharmacogn.* **22**, 78-84.
22. Park, H. J., S. H. Moon, K. Y. Park, J. S. Choi, H. Y. Chung, H. S. Young and S. S. Suh. 1991. Antimutagenic effect of *Orostachys japonicus*. *Yakkak Hoeji (Journal of the Pharmaceutical Society of Korea)* **35**, 253-257.
23. Pratt, D. E. 1992. Antioxidants and cancer prevention. In phenolic compounds in food and their effects on health (II). pp. 54-71. In Huang, M. T., S. T. Ho and C. Y. Lee (eds.), Washington D.C.
24. Yoon, Y., K. S. Kim, S. G. Hong, B. J. Kang, M. Y. Lee and D. W. Cho. 2000. Protective effects of *Orostachys japonicus* A. Berger (Crassulaceae) on H₂O₂-induced apoptosis in GT1-1 mouse hypothalamic neuronal cell line. *J. Ethnopharmacology* **69**, 73-78.