

식물체(솔잎, 자초)의 에탄올 추출물이 유탁액의 지방산화에 미치는 영향

김수민[†] · 조영석* · 성삼경*

경산대학교 생명자원공학부

*영남대학교 식품가공학과

Effect of Ethanol Extracts in *Pinus densiflora*, *Lithospermum erythrorhizon* on the Lipid Oxidation of Oil Emulsion

Soo-Min Kim[†], Young-Suk Cho* and Sam-Kyung Sung*

Faculty of Life Resources and Engineering, Kyungsan University, Kyungsan 712-240, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Kyungsan 713-749, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of ethanol extracts on lipid oxidation of oil emulsion. The results are as follows; The scavenging ability of plant extracts for hydroxyl radical was found, and plant extracts played an important role as a strong chelating agents to bind iron if Fe^{2+} ion exists in oil emulsion. *Pinus densiflora*(PD), *Lithospermum erythrorhizon*(LE) and PD+LE acted as strong chelating agents to bind iron to reduce lipid oxidation in oil emulsion. The content of Fe^{2+} ion in ethanol extracts from LE and PD+LE were significantly higher($p<0.05$) than that of ethanol extracts from PD. The content of total iron has same tendency. The ascorbic acid content of PD(16.36 ppm) was slightly higher than those of LE(13.08 ppm). Electron donating ability of PD was significantly higher($p<0.05$) than those of LE. However, the superoxide(SOD)-like ability of LE showed a little higher than those of LE and PD+LE, which means the strong antioxidant activity of LE. The nitrite scavenging effects were dependent on pH value, however, they decreased as pH value increased. Especially, they almost didn't show the nitrite scavenging effect in pH 6.0. In conclusion, the PD and LE extracts may be used as natural antioxidant sources to reduce lipid oxidation in oil emulsion.

Key words: lipid oxidation, radical, SOD-like, nitrite

서 론

항산화제는 산화에 의해서 일어나는 식품의 냄새나 풍미의 변화, 유지의 산패, 그리고 식품의 변색을 방지하거나 지연시킬 수 있는 기능을 가진 화합물을 총칭하며 인공합성품을 비롯하여 동식물체 내에서도 이러한 기능을 갖고 있는 물질이 많이 알려져 있다. 항산화제 역할은 크게 금속이온의 착염화 기능, enzyme(superoxide dismutase) 활성과 enzyme 유사활성 물질에 의한 free radical 포집력으로 radical 반응을 종결시키는 것으로 보고(1,2)되고 있다. 활성산소종과 radical은 주로 불포화 지방산이 많이 분포하는 생체막 부위를 공격하여 lipid radical을 형성하고 이어 연쇄 산화반응을 일으켜 막 손상을 초래하며, 산화촉진제인 Fe^{2+} 이나 heme 단백질과 결합할 경우 산화는 더욱 촉진된다(3). Superoxide radical 반응은 세포의 구성요소에 매우 유해한 작용을 하며, 여러 가지 질병을 유발시켜 세포의 변이, 발암, 조직손상과 노화에 관

여한다(4). 활성산소의 유해성에 대한 방어체제로서 생체에는 superoxide dismutase(SOD), catalase, glutathion 등이 있어 유해산소종을 분해시켜 안정된 물까지 전환시켜 산소상해에 대한 방어 기능을 한다고 알려져 있다(5). 그러나, 노약자와 환자를 비롯하여 인체의 방어체계가 약화된 경우 각종 효소활성의 감소로 활성산소의 영향력은 그만큼 커지게 된다. 따라서, 최근에는 식품분야에서 효소는 아니지만 활성산소의 반응성을 감소 또는 무력화할 수 있는 물질의 발굴과 이용에 관한 연구가 커다란 관심이 되고 있으며, 또한 대부분 천연항산화제들은 식물체로서 나무, 줄기, 뿌리, 잎, 꽃 등의 식물체에 대부분 존재하며 이들은 주로 폴리페놀물질로 잘 알려져 있다(6). 우리들이 일상적으로 섭취하고 있는 식용 식물에는 vitamin, minerals, polyphenol류 등 건강유지에 중요한 광합성 대사산물이 포함되어 있으며(7), 이러한 대사산물이 발암과 노화를 예방한다는 기능성 연구가 보고되어 있다(8). 따라서, 광합성 대사산물을 다량 함유하고 있는 솔잎

[†]To whom all correspondence should be addressed

(*Pinus densiflora*)과 한약재로 사용되고 있는 자초(*Lithospermum erythrorhizon*)의 에탄올 추출물이 free radical 반응에 미치는 영향과 지방산화 억제능력을 밝힘으로서 식품의 기능성 소재로서 뿐만 아니라, 고기 중의 지방산화를 방지하기 위한 우수한 천연항산화제로서 이용가능성을 평가하고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

시약

실험에 사용된 시약은 특급시약이고, trichloroacetic acid(TCA), Griess reagent(sulfanilic acid, naphthylamine) 등은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO)에서 구입하였고, 2-thiobarbituric acid(TBA)는 Eastern organic chemicals(Rochester, NY)에서 구입하였다.

추출물 제조

수세 건조한 솔잎과 자초 각각 50g을 분쇄하여 ethanol 1L에 넣고 상온에서 24 hr 정치시킨 후 Whatman paper No. 1에 여과한 후 시료로 사용하였다.

Oil emulsion 제조

Oil emulsion은 사용하기 직전에 만들었고, maleic acid buffer(pH 6.5) 8ml에 tween-20, 50 μ l와 0.5ml의 아미닌 유를 넣고 15분간 교반한 후 KOH 2~3조각 넣고 교반하면서 0.1N KCl로 pH 6.5로 제조 사용하였다.

반응혼합물 조제

시료 조제는 oil emulsion 0.5ml에 40 mM H₂O₂+50 ppm Fe²⁺(·OH) 또는 50 ppm Fe²⁺를 각각 0.1ml와 식물체 추출물을 각각 0.1ml씩 첨가하여 전체 1ml가 되도록 증류수로 조정하였다. 대조구는 식물체 추출물 대신 증류수를 사용하였다.

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 분석

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Buege와 Aust의 방법(9)에 따라 측정하였다. 1ml 반응혼합물이 채워진 시험관을 37°C water bath에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝나자마자 7.2% dibutylhydroxytoluene(BHT) 50 μ l를 시료에 가하여 산화반응을 정지시켰다. 반응혼합물을 잘 섞은 다음 2ml TCA/TBA 시약을 가하고, 다시 혼합 후 끓는물에서 15분간 가열시켰다. 가열 후 찬물에서 냉각시킨 후 2,000 \times g의 속도로 15분간 원심분리시켰다. 상등액을 흡광도(Hitachi UV-2001) 531nm에서 측정하였고, 공시료는 시료 대신에 증류수를

가하여 같은 방법으로 측정하였다. TBARS값은 L 반응혼합물에 대해서 mg malondialdehyde(MDA)로 표시하였다.

비헴철(Nonheme iron) 측정

Ferrozine iron 분석방법(10)을 약간 수정하여 측정하였다. Total iron 분석을 위해서 1ml 시료를 사용하였고, 여기에 2% ascorbic acid (w/v) 0.1ml를 가하여 혼합한 다음 실온(22°C)에서 5분간 반응시켰다. 반응 후 11.3% TCA(w/v) 1ml을 가하고 섞은 다음 반응물을 3,000 \times g에서 15분간 원심분리시켰다. 상등액 2ml를 시험관에 옮기고 0.8ml의 10% ammonium acetate와 0.2ml의 ferrozine color reagent(75mg ferrozine과 75mg neocuproine을 HCl 한방울을 가하여 수용액에 녹인 것)를 가하여 섞는다. 그리고, 시료를 3,000 \times g에서 15분간 원심분리시킨 다음 5분 후 562 nm에서 흡광도를 측정하였다. Ferrous iron(Fe²⁺) 분석도 단지 0.1ml ascorbate 대신에 0.1ml TCA를 가한 후 위의 방법과 같이 수행하였다.

아스코르브산(ascorbic acid) 측정

Sikic 등(11)의 방법에 따라 시료를 10분 동안 10,000 \times g에서 원심분리시킨 후 상등액 0.5ml를 취해서 5% TCA 2ml로 단백질을 침전시켰다. 다시, 4°C에서 10분 동안 15,000 \times g에서 원심분리시키고 상등액 0.5ml를 취해서 85% orthophosphoric acid 0.05ml, 8% α,α' -dipyridyl 0.05ml, 3% aqueous ferric chloride 0.05ml를 가한다. 1시간 동안 ferrous dipyridyl chromophore 물질이 생성되도록 실온에 방치한 후 525nm에서 흡광도를 측정하였다.

전자공여능 측정

전자공여능은 Blois(12)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료 2ml에 2×10^{-4} M DPPH(1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 1.0ml 넣고 vortex한 후 30분 동안 방치한 다음 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 $100 - [(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도) \times 100]$ 로 나타내었다.

SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성물질 측정은 Marklund와 Marklund(13)의 방법에 따라 각 시료 0.2ml에 tris-HCl buffer(50mM tris+10mM EDTA, pH 8.5) 3.0ml와 7.2×10^{-3} M pyrogallol 0.2ml를 가하고 25°C에서 10분간 방치 후 1.0N HCl 1.0ml로 반응을 정지시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

아질산염 소거작용 측정

Kato 등(14)의 방법으로 1mM NaNO₂ 용액 2ml에 각

시료 1ml 를 가하고, 0.1N HCl(pH 1.2), 0.2M 구연산완충액(pH 3.0, pH 6.0)으로 각각 pH 1.2, 3.0, 6.0으로 조정된 다음 반응용액의 부피를 10ml로 하였다. 이 용액을 37°C 에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액 1ml를 취해 2% 초산용액 2ml와 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine=1 : 1) 0.4ml를 가한 후 vortex하여 실온에서 15분간 방치 후 520nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 대신 증류수를 가하여 측정하였으며, 아질산염 소거작용은 시료첨가구와 무첨가구의 백분율(%)로 나타내었다.

통계분석

각각의 시료에 대해 평균±표준오차로 나타내었으며, 각 군에 따른 유의차 검증은 분산분석을 한 후 $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

솔잎, 자초 추출물의 지방산화 억제효과

지방산화 촉진인자인 Fe^{2+} 와 hydroxyl radical에 대한 각 추출물들의 지방산화에 미치는 정도를 TBARS(2-thiobarbituric acid reactive substances)로 나타낸 결과 대조구의 지방산화 정도는 4.26 MDA ppm을 나타내었는데 비해, 솔잎, 자초 그리고 솔잎+자초를 혼합한 복합추출물은 각각 1.10 MDA ppm, 2.12 MDA ppm, 1.78 MDA ppm의 지방산화 정도를 나타내어 대조구에 비해 상당히 우수한 지방산화 억제효과를 나타내었다(Table 1). 식물체 추출물의 항산화 효과는 여러 연구자들에 의해서 보고되고 있는데 박 등(15)은 유자와 칩으로부터 추출한 에탄올 추출물과 물 추출물의 항산화 효과를 검토한 결과 두 추출물 모두에서 우수한 항산화 효과를 나타내었으며, 특히 에탄올 추출물에서는 추출물의 농도가 증가할수록 항산화 효과는 크게 나타났으며, 농도 5mg 이상 첨가시 유

자과육, 유자피질, 칩 모두 우수한 것으로 나타났다고 보고하였다. 이러한 항산화 효과에 대하여 You 등(16)은 유자에 많이 함유된 ascorbic acid보다는 가열 추출과정에서 생성된 갈변물질에 기인하거나 Oh 등(17)이 보고한 칩의 isoflavonoid 물질, 페놀성화합물과 flavone 유도체들에 기인하는 것으로 추측된다. 솔잎의 항산화성 물질을 구명하기 위하여 Bu 등(18)이 구조 분석한 결과 4-hydroxy-5-methyl-3[2H]-furanone이라는 물질로 밝혀졌고, 이것은 280 μ m에서 지질과산화 반응을 90% 이상 억제시킨다고 보고하였다. 또한, 활성산소종 중에서도 지방산화를 일으키고 노화촉진 역할을 한다는 hydroxyl radical(19)에 의한 각 추출물의 포집효과는 대조구의 지방산화 정도가 0.90 MDA ppm을 나타내었고, 솔잎추출물에서는 0.65 MDA ppm, 자초추출물에서는 0.63 MDA ppm 그리고, 솔잎과 자초 복합추출물에서는 0.63 MDA ppm을 나타내어 대조구에 비하여 솔잎추출물이 27.8%, 자초추출물이 30.0% 그리고 솔잎과 자초추출 복합물에서는 30.0%의 hydroxyl radical 포집능력을 나타내었다($p<0.05$). 이것은 추출물 모두 Fe^{2+} 이온과 hydroxyl radical에 대해서 binding능력과 포집능력이 우수하다는 것을 나타내는 것이다. 이러한 추출물들의 산화촉진제 역할을 하는 Fe^{2+} ion 함량은 솔잎이 0.72mg/100g, 자초 2.16mg/100g, 솔잎과 자초복합물 2.18mg/100g으로 솔잎추출물이 가장 낮았다. Total iron 함량은 솔잎이 0.88mg/100g, 자초 2.58mg/100g, 솔잎과 자초복합물이 2.54mg/100g으로 자초추출물의 total iron 함량이 가장 높았으나(Table 2), Lee와 Tchai(20)가 보고한 상추 4.8mg/100g과 비름 5.4mg/100g 보다는 낮은 함량을 나타내었다. 항산화제 역할을 하는 ascorbic acid 함량을 측정(Table 2.)한 결과 솔잎이 32.74mg/100g, 자초가 26.12mg/100g 그리고, 솔잎과 자초복합물이 39.48mg/100g을 나타내었다. 이는 Nha와 Yang(21)의 보고에서 밤 21.8mg/100g, Kim(22)의 고추잎 25.7mg/100g과 Kim 등(23)의 명일엽 전초 20.2mg/100g보다는 전반적으로 높은 수치를 나타내어, 자초보다는 솔잎추출물의 항산화 효과가 우수한 추출물임을 나타내었다($p<0.05$).

Table 1. Effect of plant extracts on lipid oxidation in oil emulsion treated with Fe^{2+} ion and hydroxyl radical($\cdot OH$)

	Ferrous ion and hydroxyl radical	
	Fe^{2+}	$\cdot OH$
Con ¹⁾	2.13±0.097 ^{a2)}	0.45±0.025 ^a
PD	0.55±0.005 ^d	0.33±0.002 ^b
LE	1.06±0.006 ^b	0.32±0.007 ^c
PD+LE	0.89±0.016 ^c	0.31±0.008 ^d

¹⁾Con: Control, PD: *Pinus densiflora*, LE: *Lithospermum erythrorhizon*, PD+LE: *Pinus densiflora*+*Lithospermum erythrorhizon*

²⁾Means in the same column bearing different superscript are significantly different($p<0.05$).

Table 2. The content of Fe^{2+} , total iron and ascorbic acid in ethanol extracts from plants

	Iron sources and ascorbic acid		
	Fe^{2+}	Total	Ascorbic acid
PD ¹⁾	0.72±0.019 ^{a2)}	0.87±0.007 ^b	32.74±1.560 ^b
LE	2.16±0.106 ^b	2.56±0.054 ^a	26.12±0.600 ^c
PD+LE	2.18±0.103 ^b	2.55±0.091 ^a	39.48±2.320 ^a

¹⁾PD: *Pinus densiflora*, LE: *Lithospermum erythrorhizon*, PD+LE: *Pinus densiflora*+*Lithospermum erythrorhizon*.

²⁾Means in the same column bearing different superscript are significantly different($p<0.05$).

전자공여능

라디칼의 소거작용은 라디칼을 포집하여 소거시키는 방법과 라디칼에 전자를 공여하여 안정화시키는 방법이 있다. 이 두방법 중 후자의 방법인 전자공여능은 지질과 산화의 연쇄반응에 관여하는 산화성 활성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 척도가 된다. 따라서, 이러한 기준에 의해 전자공여능을 측정된 결과(Fig. 1) 솔잎추출물이 66.47%로 높은 전자공여능을 나타내었으나(p<0.05), 자초추출물은 2.67%로 매우 낮은 전자공여능을 나타내었다. 그러나, 솔잎과 자초복합물은 48.89%을 나타내어 솔잎추출물에 의한 전자공여능 효과가 증진되었다. 이러한 결과는 Kang 등(8)이 보고한 70% acetone으로 추출한 솔잎이 82.6%, 쑥추출물이 45.8%의 전자공여능 효과를 나타낸 결과보다 다소 낮은 수치를 나타내었으나 전반적으로 솔잎의 전자공여능 효과가 우수하였다.

SOD 유사활성 물질

산소가 물이 되기까지 4전자환원과정 중 첫번째 산물인 superoxide($\cdot O_2^-$)의 산화억제 작용을 알아보기 위하여 Fig. 2에서는 superoxide dismutase(SOD) 효소와 유사한 역할을 하는 SOD 유사활성물질을 측정하였다. 즉, 이 방법은 pyrogallol 시약이 superoxide 와 반응하여 갈변물질을 내는 원리를 이용하여 자동산화반응을 지연시키거나 낮추어서 SOD유사활성물질을 찾아내는 방법으로 많이 사용되고 있다. Pyrogallol 자동산화 반응으로 420 nm에서 흡광도 수치를 구한 결과 솔잎이 0.55, 자초가 0.30

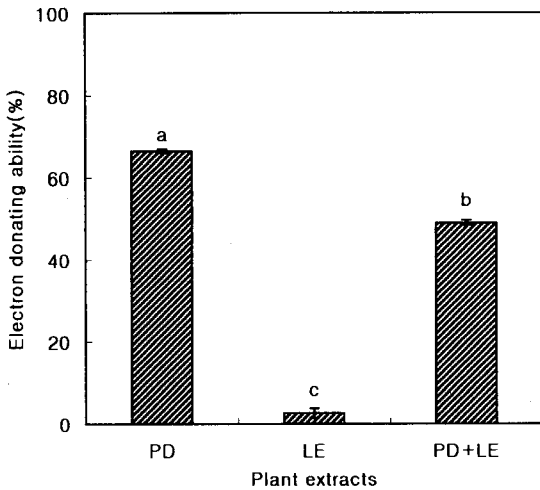


Fig. 1. Electron donating ability of ethanol extracts from plants. PD: *Pinus densiflora*, LE: *Lithospermum erythrorhizon*, PD+LE: *Pinus densiflora*+*Lithospermum erythrorhizon*. Values are means of 4 replicated and those with different alphabet letters are significantly different at p<0.05.

그리고, 솔잎과 자초복합물이 0.42를 나타내어 솔잎보다는 자초가 pyrogallol의 자동산화를 방지하는 효과가 인정되었다(p<0.05). 따라서, SOD 유사활성물질은 솔잎에 비해 자초가 우수한 superoxide 분해능을 가진 것으로 사료된다(Fig. 2).

아질산염 소거작용

아질산염은 단백질성 식품이나 의약품 및 잔류농약에 존재하는 2급, 3급 아민류와 결합하여 발암의 전구물질을 형성하는 것으로 알려져 있다(24). 이러한 아질산염의 소

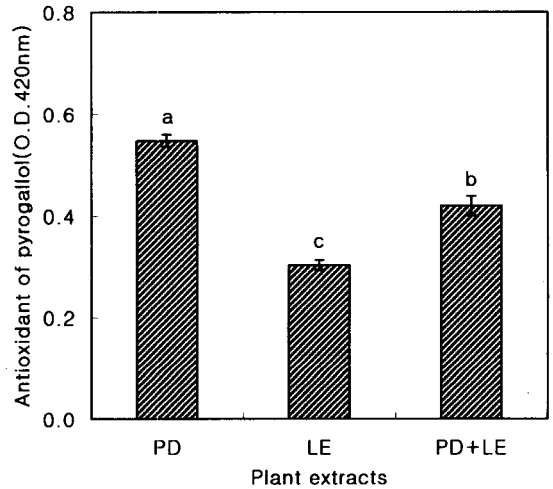


Fig. 2. Autoxidation of pyrogallol in ethanol extracts from plants. Symbols are the same Fig. 1. Values are means of 4 replicated and those with different alphabet letters are significantly different at p<0.05.

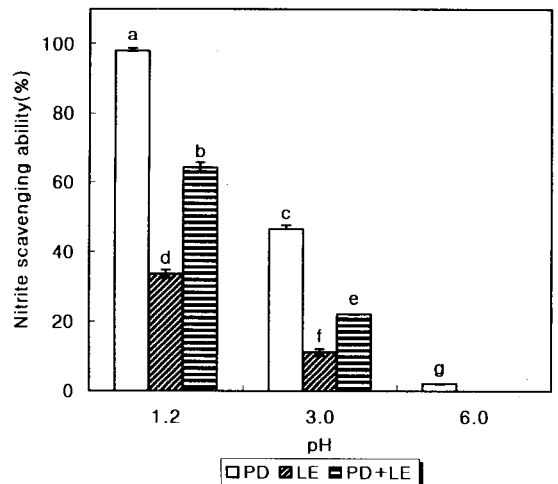


Fig. 3. Nitrite scavenging effects of ethanol extracts from plants. Symbols are the same Fig. 1. Values are means of 4 replicated and those with different alphabet letters are significantly different at p<0.05.

거작용은 Kim 등(25)과 같이 pH의 감소에 따라 소거능이 우수한 것으로 나타났으며(Fig. 3), pH 1.2에서 솔잎, 자초가 각각 97.95%, 33.53%의 아질산염 소거능을 나타내었는데 자초보다 솔잎이 강한 아질산염 소거능을 나타내었다. 그러나, pH가 증가할수록 아질산염 소거능은 감소하는 경향이었으며, pH 6.0에서는 솔잎(2.03%)을 제외하고는 아질산염 소거능을 나타내지 않았다.

요 약

천연항산화제로서 지방산화를 억제하는 천연산화방지제로 솔잎, 자초, 솔잎+자초 복합추출물을 검토한 결과 솔잎추출물이 가장 강한 Fe^{2+} ion binding 능력을 나타내었으며, 자초, 솔잎+자초복합추출물도 우수한 효과를 나타내었다. 활성산소중 지방산화에 결정적인 역할을 하는 hydroxyl radical 포집능력 역시 추출물 모두 우수하였으며, 지방산화 촉진인자인 iron 함량은 자초보다는 솔잎이 Fe^{2+} ion 및 total iron 함량이 낮았다. 또한, 항산화제 함량의 척도가 되는 vitamin C 함량은 솔잎 추출물이 자초보다 높아 항산화력이 우수한 추출물로 나타났으며, 이러한 추출물에 대해 항산화능력을 다각적으로 평가하기 위하여 전자공여능, SOD 유사활성물질 및 아질산염 분해능을 측정하였다. 전자공여능은 자초보다는 솔잎이 우수하였고, 솔잎과 자초를 혼합시킨 처리구는 자초 단독보다는 높은 전자공여능을 나타내었다. 아질산염 분해능도 솔잎이 자초보다 pH 1.2 와 pH 3.0에서 우수한 분해능을 나타내어 기능성 재료로 이용될 수 있음을 시사하고 있다. 그러나, pyrogallol의 자동산화를 낮추어 줄 수 있는 물질이 있다면 SOD유사활성 물질이 어느 정도 함유되어 있다고 평가하는 방법을 토대로 SOD유사활성을 평가한 결과 자초가 솔잎보다 pyrogallol 자동산화를 방지하는 효과가 인정되었다. 이러한 결과는 어떤 면에서 자초도 좋은 항산화 재료로 사용될 수 있음을 시사하는 것이다.

감사의 글

이 논문은 1997~1998년도 농림부 현장애로 기술개발 사업의 지원에 의해 이루어진 연구의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Chan, W. K. M., Decker, E. A., Lee, J. B. and Butterfield, D. A. : EPR spintrapping studies of the hydroxyl radical scavenging activity of carnosine and related dipeptides. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1407-1410(1994)
- Decker, E. A., Crum, A. D. and Calvert, J. T. : Differences in the antioxidant mechanism of carnosine in the presence of copper and iron. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 756-759(1992)
- Kwak, C. S. : Effects of dietary fats on lipid peroxidation, drug metabolizing enzyme activities and eicosanoid productions in 2-acetylaminofluorene-treated rats. *D.C. Thesis*, Seoul Univ., Seoul, Korea(1991)
- Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. : Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochem. J.*, **219**, 1-14(1984)
- Saul, R. L., Gee, P. and Ames, B. N. : Free radicals, DNA damage and aging. In "Modern biological theories of aging" Warner, H. R., Butler, R. N., Sprott, R. L. and Schneider, E. L.(eds.), Raven Press, NY, USA, p.113(1987)
- Pratt, D. E. : Natural antioxidants from plant materials. In "Phenolic compounds in food and their effects on health(II)" Huang, M. T., Ho, S. T. and Lee, C. Y.(eds.), Am. Chem. Soc., Washington, DC, p.54(1992)
- 築原和毅 : 食用植物中の生理的機能成分. 食品と開発, **27**, 29(1992)
- Kang, Y. H., Park, Y. K., Oh, S. Y. and Moon, K. D. : Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 978-984(1995)
- Buege, J. A. and Aust, S. D. : Microsomal lipid peroxidation. *Method in Enzymol.*, **105**, 302(1978)
- Carter, P. : Spectrophotometric determination of serum iron at the submicrogram level with a new reagent (ferrozine). *Anal. Biochem.*, **40**, 450(1971)
- Sikic, B. I., Mimnaugh, E. G., Litterst, C. L. and Gram, T. E. : The effects of ascorbic acid deficiency and repletion on pulmonary, renal and hepatic drug metabolism in the guinea pig. *Arch. Biochem. and Biophys.*, **179**, 663(1977)
- Blois, M. S. : Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, **4617**, 1198(1958)
- Marklund, S. and Marklund, G. : Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.*, **47**, 468(1974)
- Kato, H., Chuyen, N. V., Kim, S. B. and Hayase, F. : Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.*, **51**, 1333(1987)
- 박진우, 이문주, 김동수 : 차류 소재의 기능성에 관한 연구 1. 유자와 껌 추출물의 항산화성 및 아질산염소거작용. 동의공업전문대학 논문집(1993)
- You, B. J., Chang, M. H. and Jeong, I. H. : Antioxygenic effects of browning reaction product obtained from L-ascorbic acid solution. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 622-626(1991)
- Oh, M. J., Lee, K. S., Son, H. Y. and Kim, S. Y. : Antioxidative components of pueraria rott. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 793-798(1990)
- Bu, Y. C., Jeon, C. O. and Or, G. Y. : Separation of 4-hydroxy-5-methyl-3[2H]-furanone of antioxidants from pine needle. *Korean Agri. Chem. Biotech.*, **37**, 310-314(1994)
- Kanner, J., Hazen, B. and Doll, L. : Catalytic "free" iron ions in muscle foods. *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 412(1988)
- Lee, E. K. and Tchaj, B. S. : A study of iron contents of blood-making foodstuffs in relation to dietary therapy in Tong-Eui-Bo-Gam. *J. Korean Soc. Nutr.*, **10**, 54(1977)
- Nha, Y. A. and Yang, C. B. : Changes of constituent components in chestnut during storage. *Korean J. Food*

- Sci. Technol.*, **28**, 1164-1170(1996)
22. Kim, K. O. : Rapid determination of ascorbic acid in red pepper leaves by near-infrared reflectance spectroscopic analysis. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 393-398 (1998)
23. Kim, O. K., Kung, S. S., Park, W. B., Lee, M. W. and Ham, S. S. : The nutritional components of aerial whole plant and juice of *Angelica keiskei* Koidz. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 592-596(1992)
24. Do, J. Y., Kim, S. B., Park, Y. H., Park, Y. B. and Kim, D. S. : The nitrite-scavenging effects by the component of traditional tea materials. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 530-534(1993)
25. Kim, S. M., Cho, Y. S., Kim, E. J., Bae, M. J., Han, J. P., Lee, S. H. and Sung, S. : Effect of hot water extracts of *Salvia multiorrhiza bge.*, *Prunus persica stokes*, *Angelica gigas nakai* and *Pinus strobus* on lipid oxidation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 399-405(1998)

(1999년 7월 7일 접수)