

## 단삼, 도인, 당귀미 및 솔잎의 열수추출물이 지방산화에 미치는 영향

김수민<sup>†</sup> · 조영석 · 김은주 · 배만중 · 한준표\* · 이신호\* · 성삼경\*\*

경산대학교 생명자원공학부

\*대구호성가톨릭대학교 식품공학과

\*\*영남대학교 식품가공학과

### Effect of Hot Water Extracts of *Salvia miltiorrhiza* Bge., *Prunus persica* Stokes, *Angelica gigas* Nakai and *Pinus strobus* on Lipid Oxidation

Soo-Min Kim<sup>†</sup>, Young-Suk Cho, Eun-Ju Kim, Man-Jong Bae, Joon-Pyo Han\*,  
Shin-Ho Lee\* and Sam-Kyung Sung\*\*

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

\*Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung 713-702, Korea

\*\*Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Kyungsan 712-749, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the effects of herb extracts on lipid oxidation and free radical reaction in iron sources reacted with active oxygen species. The catalytic effects of active oxygen on lipid oxidation in oil emulsion tended to show more active in the order of  $\cdot\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  and  $\text{KO}_2$ . Herb extracts tended to show a little catalytic effect and active oxygen scavenging ability of herb extracts didn't show. But herb extracts played role as a strong chelating agents to bind iron if  $\text{Fe}^{2+}$  ion exist in oil emulsion. The contents of  $\text{Fe}^{2+}$  ion and total iron in *Salvia miltiorrhiza* Bge. and *Angelica gigas* Nakai were higher than those of *Prunus persica* Stokes and *Pinus strobus*. The content of ascorbic acid in *Pinus strobus* showed the highest(26.97 ppm) among several herb extracts. Electron donating abilities of *Pinus strobus* and *Salvia miltiorrhiza* Bge. were 79.54% and 77.11%, respectively, which were higher contents than those of *Prunus persica* Stokes and *Angelica gigas* Nakai. The SOD-like activity of *Prunus persica* Stokes showed 0.16 optical density(O.D.), which means the most strong antioxidant activity among other herb extracts. The nitrite scavenging effects tended to be different depending on pH. *Pinus strobus* and *Angelica gigas* Nakai showed 99.8% and 98.6% nitrite scavenging effects at pH 1.2. And the effects were decreased as pH was increased. Especially, they didn't show the nitrite scavenging effect in pH 6.0. In conclusion, the *Pinus strobus* extract among herb extracts were the most effective antioxidant by evaluating several functional tests.

**Key words:** herb, lipid oxidation, TBARS, electron donating, SOD-like, nitrite scavenging

#### 서 론

식품의 가공 및 저장 중에 일어나는 지방질의 산화는 식품에 있어서 영양가의 저하 등 품질저하 요인 뿐만 아니라 산화에 의해 생성되는 각종 산화생성물은 암이나 노화를 일으킨다고 알려져 있다(1). 특히, 유리 라디칼은 생체물질인 DNA, RNA, 단백질, 지질 등과 반응하여 세포나 조직에 손상을 유발하며 생체의 방어능력을 감소시켜 인체에 악영향을 끼친다고 한다(2). 이를 방지하기 위해 수많은 합성 또는 천연 항산화물질이 개발되

어 왔으나, 그 효과와 경제성 및 안전성 때문에 실제로 많이 사용되고 있는 것은 합성 항산화제로서 BHA, BHT, EDTA 등이 있으며, 천연 항산화제로서는 tocopherol 등이 있으나, 이것은 식물성 기름에는 항산화효과가 낮고(3) 가격이 대단히 고가인 것이 결점이다. 그러나, 합성 항산화제는 간비대, 간장 중 microsomal enzyme activity의 증가, 체내 흡수물질의 일부가 독성물 혹은 발암성 물질화한다는 연구 결과(4-7)에 따라 천연으로부터 산화반응 및 라디칼의 반응성을 억제할 수 있는 항산화물질을 찾는 연구가 활발히 이루어지고 있고(8,

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

9), 일부는 상품화되고 있다. 그러나, 유지의 지방산화에서 알 수 있듯이 어느 산화방지제가 모든 종류의 유지류에 같은 산화방지 효과를 나타내지는 못하듯이 특정 물질이 생체의 산화반응 또는 라디칼 반응 전반에 걸쳐 반응성을 억제하지는 못한다고 판단되어지며, 활성산소의 종류나 라디칼 급원 그리고, 반응기작에 따라 반응성을 억제할 수 있는 항산화물질의 연구가 필요하다고 사료된다. 또한, 우리들이 일상적으로 섭취하고 있는 식용식물에는 비타민, 무기질, 폴리페놀류 등 건강 유지에 중요한 광합성 대사산물이 포함되어 있으며(10), 이러한 대사산물이 발암과 노화를 예방한다는 기능성 연구가 보고되어 있다(11). 따라서, 광합성 대사산물을 다량 함유하고 있는 솔잎(*Pinus strobus*)과 고혈압 치료제로 주로 사용되는 단삼(*Salvia miltiorrhiza* Bge.), 도인(*Prunus persica* Stokes), 당귀미(*Angelica gigas* Nakai)의 열수 추출물이 지방산화에 어떤 영향을 미치는가를 알아보기 위해서 철분 및 활성산소와 반응한 한약 추출물이 자유 라디칼 반응에 미치는 영향을 측정함으로써 한약재료의 기능성 소재으로써 뿐만 아니라, 과학적인 성인병 치료제 개발의 근거를 제시하고자 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.

### 한약재 추출

건조된 한약(단삼, 도인, 당귀미)과 솔잎 각각 20g에 증류수 100ml를 가하여 85°C에서 3시간 동안 2회 반복 추출하고, Whatman No.1로 여과한 후 농축하여 최종 50 ml로 정용하여 사용하였다.

### Oil emulsion 제조

Oil emulsion은 사용하기 전에 만들고 maleic acid buffer(8ml) pH 6.5로 보정한 다음 50μl Tween-20을 0.5ml 정도의 아미노유를 넣고 15분간 교반한 후 KOH 2~3조각 넣고 교반하면서 0.1N KCl로 pH 6.5로 제조 사용하였다.

### 시료조제

시료조제는 oil emulsion 0.5ml에 산소종(40mM hydrogen peroxide(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), potassium superoxide(KO<sub>2</sub>), 40 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+50ppm Fe<sup>2+</sup> hydroxyl radical(·OH)) 0.1 ml를 가하고, 50ppm Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>을 각각 0.1ml와 각종 항산화제, 한약재 추출물과 각각 0.1ml씩 첨가하여 전체 1ml가 되도록 증류수로 조정하여 4회 반복 실시하였다.

### Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)분석

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Buege와 Aust(12)의 방법에 따라 측정하였다. 1ml 반응 혼합물이 채워진 시험관을 37°C water bath에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝나자마자 50μl dibutyl hydroxy toluene(BHT) 7.2%를 시료에 가하여 산화반응을 정지시켰다. 반응혼합물을 잘 섞은 다음 2ml TCA/TBA 시약을 가하고 다시 혼합 후 끓는 물에서 15분간 가열시켰다. 가열 후 찬물에서 식힌 후 2,000×g의 속도로 15분간 원심분리시켰다. 상등액을 531nm에서 흡광도를 측정하였고(Hitachi UV-2001) 공시료는 시료 대신에 증류수를 가하여 같은 방법으로 측정하였다. TBARS값은 ml 반응혼합물에 대해서 μg malondialdehyde(MDA)로 표시하였다.

### 비헴철(Nonheme iron) 측정

Ferrozine iron 분석방법(13)을 약간 수정하여 측정하였다. Total iron 분석을 위해서 시료 1ml에 2% ascorbic acid(w/v) 0.1ml를 가하여 혼합한 다음 실온(22°C)에서 5분간 반응시켰다. 반응 후 11.3% TCA(w/v) 1 ml를 가하고 섞은 다음 반응물을 3,000×g에서 15분간 원심분리시켰다. 상등액 2ml를 시험관에 옮기고 0.8ml의 10% ammonium acetate와 0.2ml의 ferroin color reagent(75mg ferrozine과 75mg neocuproine을 HCl 한방울을 가하여 수용액에 녹인것)를 가하여 혼합 후 3,000×g에서 15분간 원심분리시킨 다음 상등액을 5분 후 562nm에서 흡광도(Hitachi UV-2001)를 측정하였다. Ferrous iron(Fe<sup>2+</sup>)분석은 0.1ml ascorbate 대신에 0.1ml TCA를 가한 후 동일하게 수행하였다.

### Ascorbic acid 측정

Sikic 등(14)의 방법에 따라 시료를 10,000×g에서 10분 동안 원심분리시킨 후 상등액 0.5ml를 취해서 5% TCA 2ml로 단백질을 침전시켰다. 다시, 4°C에서 10분

동안 15,000×g에서 원심분리시킨 후 상등액 0.5 ml를 취해서 85% orthophosphoric acid 0.05ml, 8% α, α'-dipyridyl 0.05ml, 3% aqueous ferric chloride 0.05 ml를 가하고 1시간 동안 ferrous dipyridyl chromophore 물질이 생성되도록 실온에 방치한 후 525nm에서 흡광도를 측정하였다.

**전자공여능 측정**

전자공여능은 Blois(15)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 2ml에 20mM DPPH 1.0ml 넣고 혼합한 후 30분 동안 방치한 다음 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 100-[(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100]로 나타내었다.

**SOD 유사활성 측정**

SOD 유사활성물질 측정은 Marklund와 Marklund(16)의 방법에 따라 시료 0.2ml에 tris-HCl buffer(50mM tris+10 mM EDTA, pH 8.5) 3.0ml와 7.2mM 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(17)의 방법으로 1mM NaNO<sub>2</sub>용액 2ml에 시료 1ml를 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 보정한 다음 반응용액의 부피를 10ml로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액 1ml를 취해 2% 초산용액 2ml와 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine=1 : 1) 0.4 ml를 가한 후 혼합하여 실온에서 15분간 방치 후 520nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 대신 증류수를 가하여 측정하였으며, 아질산염 소거작용은 시료첨가구와 무첨가구의 백분율(%)로 나타내었다.

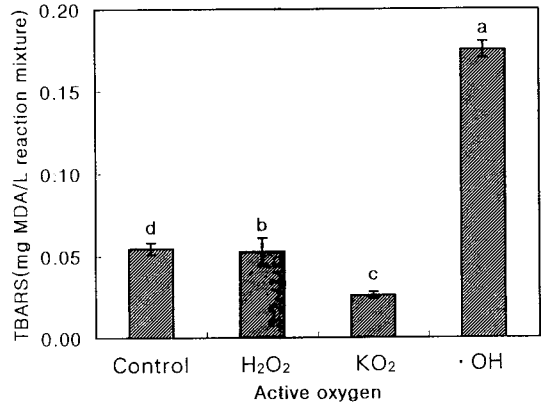
**통계분석**

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

**결과 및 고찰**

**한약재료 추출물들의 지방산화 억제효과**

활성산소종 자체가 지방산화에 어느 정도 영향을 미



**Fig. 1. Effects of active oxygen on lipid oxidation in oil emulsion.**  
Values are means of 4 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at p<0.05.

치는가를 알아보기 위해서 각각의 활성산소종의 TBARS 값을 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 대조구에 비해 hydroxyl radical(·OH)이 0.18 MDA ppm으로 가장 높은 TBARS값을 나타내어 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(0.05 MDA ppm)보다 훨씬 높았다(p<0.05). 이것은 Halliwell과 Gutteridge(18)에 의하면 hydroxyl radical이 다른 산소종보다 지방산화를 일으키는데 결정적인 역할을 한다는 보고와 일치하는 것이다. 여기서 4mM 농도의 KO<sub>2</sub>는 오히려 대조구에 비해 지방산화도가 낮게 나타났는데 이것은 superoxide 자체가 지방산화를 일으키는데 직접적으로 관여하는 것이 아니라 다른 지방산화 촉진인자와 반응했을 때 지방산화를 일으키는데 관여한다는 것을 간접적으로 입증하는 것이다. 부 등(19)에 의하면 지방산화를 억제하는 물질을 구조분석한 결과 솔잎에서 분리한 4-hydroxy-5-methyl-3[2H]-furanone이라는 물질이라고 하였고, 이것은 280μM에서 지질과산화 반응을 90% 이상 억제시킨다고 보고하였다. 그러나, Fig. 2에서는 대조구가 0.05 MDA ppm에 비해 한약재료 추출물들의 지방산화정도가 오히려 높게 나타났으며, 가장 낮은 값을 나타낸 도인(0.09 MDA ppm)이 대조구보다 유의적으로 높았다. 단삼, 당귀미 및 솔잎자체가 대조구에 비해 TBARS값이 높은 수치를 나타내므로서 지방산화를 일으키는데 필요한 촉진인자를 가지고 있는 것인지 아니면 한약재료 추출물들의 색소성분 자체에 지방산화를 촉진시키는 인자가 있는 것인지 분명하지는 않다. 따라서, 이에 대한 세밀한 검토가 필요하다. Fig. 3은 활성산소종과 반응한 한약재료 추출물들의 지방산화정도를 나타낸 것인데 각 한약재료 추출물들의 첨가로 TBARS값이 높게 나타나는 경향이었고, 특히 단삼의 경우

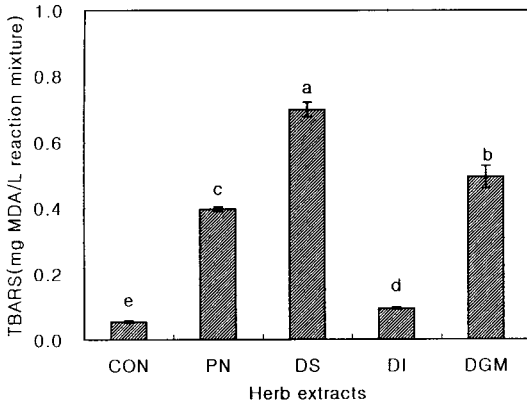


Fig. 2. Effects of several herb extracts without active oxygen on lipid oxidation in oil emulsion. CON stands for control, others are the hot water extracts of PNC(pine needle), DS(Dansam), DI (Doin) and DGM(Danggimi)

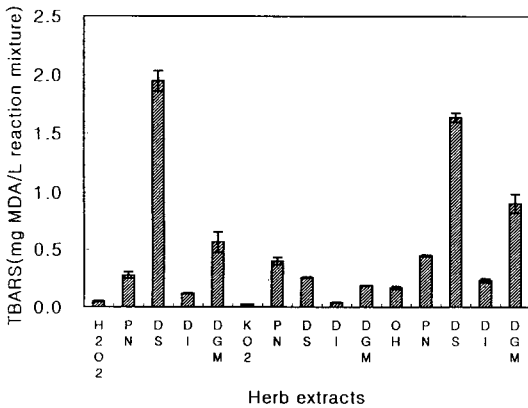


Fig. 3. Effects of several herb extracts reacted with active oxygen on lipid oxidation in oil emulsion. Symbols are the same as Fig. 2.

다른 한약재료 추출물에 비해 가장 높게 나타났다. 이것은 Fig. 1과 2의 결과를 뒷받침하고 있는 결과이다.

Iron sources와 반응한 한약재료 추출물들이 지방 산화에 미치는 영향

Kanner 등(20)은 유리철분이온이 육제품에서 지방 산화를 일으키는 주요 촉매제라 하였으며, Ahn 등(21)도 철분조육에서 지방산화를 촉진시키는 철분은 저장된 철분이 아니라 유리철분이온이라고 보고하였다. 따라서, Table 1은 지방산화촉진인자로 작용하는 Fe<sup>2+</sup>의 지방산화 촉진 정도에 대해 한약재료 추출물들이 Fe<sup>2+</sup>에 어느 정도 지방산화에 영향을 미치는가를 알아보기 위해서 oil emulsion 상태에서 반응시킨 결과이다. Fe<sup>2+</sup>

Table 1. Effects of several herb extracts reacted with Fe<sup>2+</sup> ion on lipid oxidation in oil emulsion

Several herbs	TBARS <sup>1)</sup>
Fe <sup>2+</sup>	3.57 <sup>a3)</sup>
Fe <sup>2+</sup> +PN <sup>2)</sup>	0.55 <sup>d</sup>
Fe <sup>2+</sup> +DS	0.34 <sup>e</sup>
Fe <sup>2+</sup> +DI	1.32 <sup>b</sup>
Fe <sup>2+</sup> +DGM	0.88 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>2-thiobarbituric acid reactive substances; ppm of MDA/L reaction mixture.

<sup>2)</sup>Symbols are the same as Fig. 2.

<sup>3)</sup>Values are means of 4 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at p<0.05.

첨가구가 3.57 MDA ppm을 나타내어 Fe<sup>2+</sup> 자체가 강한 지방산화 촉진작용을 나타내며, 여기에 한약재료 추출물들을 반응시킨 결과 솔잎 0.55 MDA ppm, 도인 1.32 MDA ppm, 당귀미 0.88 MDA ppm으로 낮은 TBARS값을 나타내었으며, 단삼 0.34 MDA ppm으로 가장 낮은 수치를 나타내었다(p<0.05). 따라서, oil emulsion에서 강한 산화촉진 역할을 나타내는 Fe<sup>2+</sup>에 대한 추출물들의 결합능력은 아주 우수한 것으로 나타났으며, 지방산화 촉진제인 철분 함량(Table 2)은 당귀미가 7.29 ppm으로 가장 높았고, 도인 0.62ppm으로 가장 낮았으며(p<0.05), total iron함량은 단삼이 11.27ppm, 도인이 2.15 ppm을 나타내었다(p<0.05). 이러한 결과는 Fig. 2와 비교해 볼 때 지방산화 촉진작용을 하는 Fe<sup>2+</sup> 함량은 당귀미가 가장 많은 반면, 지방산화도는 단삼이 높은 TBARS값을 나타내므로서 한약추출물의 지방산화정도는 철분의 작용과 함께 다른 한약재료 추출물들의 색소 성분의 작용도 관여하는 것으로 사료된다. Fig. 4에서 보는바와 같이 ascorbic acid함량은 솔잎이 26.97ppm으로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 당귀미 22.14ppm, 단삼 19.74ppm, 도인 5.50ppm 순으로 나타났(p<0.05).

전자공여능

활성산소 중에서도 radical이 가장 강한 지방산화력

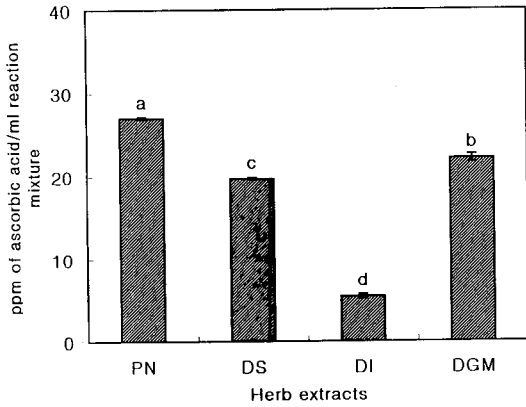
Table 2. Content<sup>1)</sup> of Fe<sup>2+</sup> and total iron in hot water soluble fractions from several herbs

Several herbs	Fe <sup>2+</sup> iron(ppm)	Total iron(ppm)
PN <sup>2)</sup>	1.59 <sup>3)</sup>	2.85 <sup>d</sup>
DS	3.17 <sup>d</sup>	11.27 <sup>a</sup>
DI	0.62 <sup>e</sup>	2.15 <sup>e</sup>
DGM	7.29 <sup>c</sup>	7.75 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>ppm of iron/ml reaction mixture.

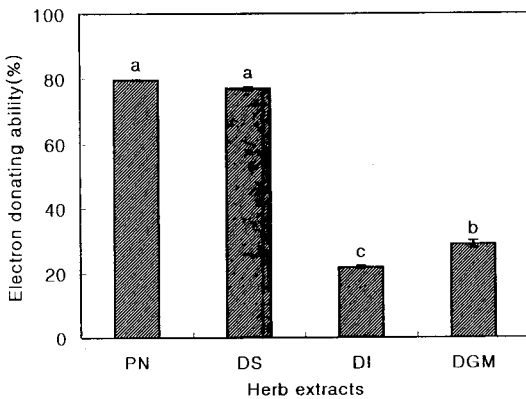
<sup>2)</sup>Symbols are the same as Fig. 2.

<sup>3)</sup>Values are means of 4 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at p<0.05.



**Fig. 4.** The content of ascorbic acid in hot water soluble fractions from several herbs. Symbols are the same as Fig. 2. Values are means of 4 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

을 나타내며(Fig. 1), 인체내에서 질병과 노화를 일으키는 데 관여하고 있다(22). 이러한, 라디칼의 소거작용은 인체의 질병과 노화를 방지하는데 대단히 중요한 역할을 한다. 따라서 라디칼을 포집하여 소거시키는 방법과 라디칼에 전자를 공여하여 안정화시키는 방법으로 항산화력을 평가하고 있다. 이 중에서 후자의 방법인 전자공여능은 솔잎의 열수와 70% aceton 추출물들이 각각 80.9, 82.6%의 전자공여능을 나타낸다는 강 등(11)의 결과와 본 실험에서 사용된 솔잎과 단삼 추출물이 각각 79.54%, 77.11%를 나타내어 이들과 거의 유사한 전자공여능을 나타내었다. 그러나, 도인과 당귀미의 전자



**Fig. 5.** Electron donating ability of hot water soluble fractions from several herbs. Symbols are the same as Fig. 2. Values are means of 4 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

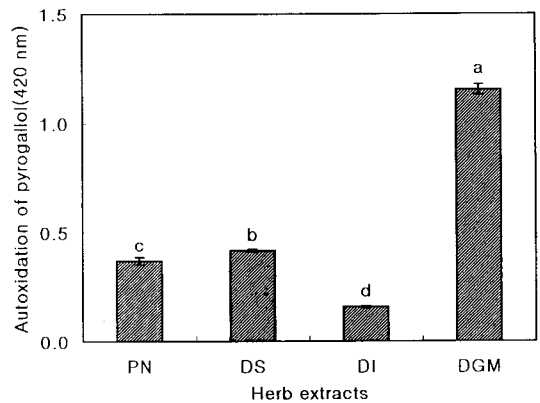
공여능은 각각 21.75%, 28.83%로 솔잎과 단삼 추출물 보다는 낮았지만, 한약재료 추출물들 모두 전자공여능이 있는 것으로 나타났다.

**Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 물질**

산소가 물이 되기까지 4전자환원과정 중 첫번째 산물인 superoxide( $O_2^-$ )의 산화억제 작용을 알아보기 위해 superoxide와 반응하여 갈변물질을 내는 pyrogallol 자동산화반응의 결과이다. 즉, superoxide를 억제할 수 있는 물질이 어느 정도 함유되어 있으면 pyrogallol의 자동산화로 생긴 갈변물질의 생성을 억제할 수 있는 것으로 판단되어 한약재료 추출물 첨가시 pyrogallol의 감소 정도는 superoxide를 분해할 수 있는 효소는 아니지만 이와 유사한 물질이 어느 정도 함유되어 있다고 판단된다. 따라서, 420nm 흡광도 수치가 도인이 0.16, 솔잎이 0.37을 나타내어 단삼 0.42와 당귀미 1.15에 비해 낮은 수치를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 따라서, SOD 유사활성물질은 단삼과 당귀미에 비해 솔잎과 도인이 우수하였다(Fig. 6).

**아질산염 소거작용**

단백성 식품이나 의약품 및 잔류농약 등에 존재하는 2급, 3급 등의 아민류와 반응하여 니트로사민을 생성(23)하는 아질산염은 채소류와 근채류 등에 많이 함유되어 있고, 어떤 것은 2,000ppm까지 검출된다고 보고(24)되어 있다. 아질산염의 소거작용은 강 등(11)과 같이 pH의 감소에 따라 소거능이 우수한 것으로 나타났



**Fig. 6.** Autoxidation of pyrogallol in hot water soluble fractions from several herbs. Symbols are the same as Fig. 2. Values are means of 4 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

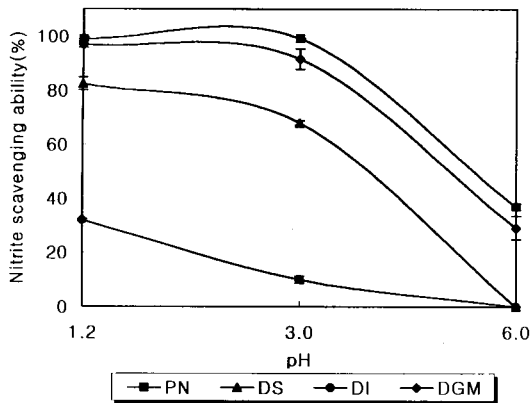


Fig. 7. Nitrite scavenging effects of hot water soluble fractions from several herbs.

Symbols are the same as Fig. 2.

으며(Fig. 7), pH 1.2에서 솔잎과 당귀미가 각각 99.03%, 96.90%의 높은 소거능을 나타내었으며, pH 3.0에서도 높은 소거능을 나타내었다. 따라서 아질산염의 소거작용은 건강 기능성 식품소재로서 활용할 수 있는 중요한 근거자료를 제시하는 것으로 사료된다.

## 요 약

지방산화 촉진인자인 활성산소종(Hydrogen peroxide, Superoxide, Hydroxyl radical)과 철분 급원들의 한약재료 추출물들과의 반응효과를 *in vitro* 상에서 검토했던 결과 oil emulsion 상태에서 활성산소종은  $\cdot\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KO}_2$  순으로 지방산화 촉진작용이 나타났으며, 한약재료 추출물 자체도 산화반응을 어느 정도 촉진시키는 경향이였다. 한약재료 추출물의 활성산소 포집능은  $\text{KO}_2$ 에 비해  $\text{H}_2\text{O}_2$ 와  $\cdot\text{OH}$ 은 나타내지 않는 경향이였다.  $\text{Fe}^{2+}$  ion binding 능력은 추출물 모두 탁월하였다.  $\text{Fe}^{2+}$ 의 함량은 도인, 솔잎에 비해 단삼, 당귀미가 높은 수치를 나타내었으며, total iron 함량 역시 같은 경향이였다. Ascorbic acid 함량은 솔잎이 26.97 ppm으로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 단삼과 당귀미는 19.74, 22.14 ppm으로 유사하며, 도인이 5.50ppm으로 낮은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 전자공여능은 솔잎, 단삼이 각각 79.54%, 77.11%로 도인, 당귀미보다 높게 나타났고, SOD 유사활성 측정에서는 도인이 0.16으로 가장 낮은 흡광도 수치를 나타내어, pyrogallol의 자동산화를 억제하는 SOD 유사활성이 다른 추출물에 비해 높은 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 아질산염 소거작용은 pH에 따라 소거능이 다르게 나타났으며, 솔잎과 당귀미가 pH 1.2에서 각각 99.8%, 98.6%의 강한 소거능을 나타내었고, pH의 증가에 따라 전반

적으로 감소하는 경향이였으며, 특히, pH 6.0에서는 단삼과 도인의 경우 아질산염 소거작용이 나타나지 않았다. 이상의 결과로 항산화작용은 솔잎추출물이 가장 우수한 것으로 사료된다.

## 감사의 글

이 논문은 1997년도 농림수산부 현장어로 기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 연구의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

1. 藤券正生 : 食品機能, 機能性 食品創製の基盤. 學會出版センター, p.344(1988)
2. Haumann, B. F. : Antioxidants; Firms seeking products they can label as 'natural'. *Inform*, **1**, 1002(1990)
3. Corl, M. M. : Antioxidant activity of tocopherols and ascorbyl palmitate and their mode of action. *JAOCS*, **51**, 321(1974)
4. Farag, R. S., Badei, A. Z. M. A. and Baroty, G. S. A. : Influence of thyme and clove essential oils in cotton seed oil oxidation. *JAOCS*, **66**, 800(1989)
5. Branen, A. L. : Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS*, **52**, 59(1975)
6. Farag, R. S., Ali, M. N. and Taka, H. S. : Use of some essential oils as natural preservatives for butter. *JA-OCS*, **68**, 188(1990)
7. Osawa, T. and Namiki, M. : A novel type of antioxidant isolated from leaf wax of Eucalyptus leaves. *Agric. Biol. Chem.*, **45**, 735(1981)
8. Kasuga, A., Aoyagi, Y. and Sugahara, T. : Antioxidants activities of edible plants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **35**, 22(1988)
9. Larson, R. A. : The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, **27**, 969(1988)
10. 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)
11. 강운환, 박용곤, 오상룡, 문광덕 : 솔잎과 쑥 추출물의 기능성 검토. 한국식품과학회지, **27**, 978(1995)
12. Buege, J. A. and Aust, S. D. : Microsomal lipid peroxidation. *Method in Enzymol*, **105**, 302(1978)
13. Carter, P. : Spectrophotometric determination of serum iron at the submicrogram level with a new reagent (ferrozine). *Anal. Biochem.*, **40**, 450(1971)
14. 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. Biophys.*, **179**, 663(1977)
15. Blois, M. S. : Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, **4617**, 1198(1958)
16. 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)
17. Kato, H., Chuyen, N. V., Kim, S. B. and Hayase, F. : Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.*, **51**, 1333(1987)
  18. Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. : Oxygen free radicals and iron in relation to biology and medicine: some problems and concepts. *Arch. Biochem. Biophys.*, **246**, 501(1986)
  19. 부용출, 전체옥, 오지연 : 솔잎으로부터 황산화 성분인 4-hydroxy-5-methyl-3[2H]-furanone의 분리. *한국농화학회지*, **37**, 310(1994)
  20. Kanner, J., Hazen, B. and Doll, L. : Catalytic "free" iron ions in muscle foods. *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 412 (1988)
  21. Ahn, D. U., Wolfe, F. H. and Sim, J. S. : The effect of free and bound iron on lipid peroxidation in turkey meat. *Poultry Science*, **72**, 209(1993)
  22. Harman, D. : The free radical theory of aging. In "Modern biological theories of aging" Warner, H. R., Butler, R. N., Sprott, R. L. and Schneider, E. L.(eds.), Raven Press, NY, p.89(1987)
  23. 노정룡, 김선봉, 박영호, 박영범, 김동수 : 기호음료성분의 아질산염 소거작용. *한국식품과학회지*, **25**, 530(1993)
  24. Wite, J. W. : Relative significance of dietary sources of nitrate and nitrite. *J. Agric. Food Chem.*, **23**, 886 (1975)

(1997년 1월 7일 접수)