

인삼의 부위별 항산화 활성

이승은* · 이성우* · 방진기* · 유영주* · 성낙술*

*작물과학원

Antioxidant Activities of Leaf, Stem and Root of *Panax ginseng* C. A. Meyer

Seung Eun Lee^{*†}, Sung Woo Lee^{*}, Jin Ki Bang^{*}, Young Ju Yu^{*}, and Nak Sul Seong^{*}

^{*}National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea.

ABSTRACT : To develop a new functional material, leaf, stem and root of *Panax ginseng* were analyzed in their antioxidant activities. Root and leaf of ginseng collected from 3 regions, exhibited inhibition activity as 45.2~54.3% and 90.1~96.5% on peroxidation of low density lipoprotein and linoleic acid, respectively. Scavenging activities of stem, leaf and root of ginseng on superoxide anion radical were 35.6~76.1%, 60.1~69.3% and -5.6~20.1%, respectively. Total phenol contents of leaf, stem and root of ginseng were 147~200 mg%, 110~153 mg% and 61~86 mg% respectively as tannic acid equivalent.

Key words : *Panax ginseng*, antioxidant activity, free radical, low density lipoprotein (LDL), peroxidation

서 언

인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피과 (Araliaceae)에 속하는 음지성 식물로서 동양의학에서 오랜 기간 사용되어 온 약재이다. 인삼의 대표적 약효 성분인 사포닌은 항암 (Jeon *et al.*, 1991), 면역증강 (Kim & Jung, 1987), 혈압강하 (Kang & Kim, 1992), 혈당강하 (Joo & Kim, 1992), 항염증 (Oliveira *et al.*, 2001) 및 항산화 효과 (Kim *et al.*, 1996) 등 매우 다양한 효능을 가지는 것으로 알려져 있다. 사포닌은 홍삼에 30가지, 백삼에 22가지 정도가 밝혀져 있으며 (Ryu, 2003) 특히, panaxatriol은 백삼에는 없고 홍삼에만 존재하는 특이한 성분이다 (Kitagawa, 1983).

또한, 백삼에 존재하는 사포닌인 malonyl-ginsenoside Rb₁, Rb₂, Rc, Rd는 홍삼을 제조하면 malonyl group이 떨어져서 ginsenoside-Rb₁, Rb₂, Rc, Rd가 되며 ginsenoside의 C-20의 위치에서 glucosyl 잔기가 이탈되거나 C-20

위치에서 수산기가 이성화되어 20(S)-ginsenoside Rb₂, 20(R)-ginsenoside Rh₁으로 전환되는 것으로 보고되어 있다 (Park, 1996). 최근에는 인삼 다당류의 항암, 저혈당 효과 (Kim *et al.*, 1998; Sonoda *et al.*, 1998), 단백질의 항바이러스 및 항진균 (Ng & Wang, 2001), oligopeptide의 antilipolytic activity (Kim *et al.*, 1987), 페놀성 성분의 항산화 활성 (Lee *et al.*, 2000; Wee *et al.*, 1989; Shin *et al.*, 1990) 등이 밝혀지고 있어 사포닌 외의 성분도 인삼의 효능에 관련됨을 알 수 있다.

이처럼 인삼뿌리에 관한 성분 및 효능 연구는 많이 이루어져 있고 그 중에서도 항산화 활성은 백삼보다는 홍삼이 더 우수한 것으로 확인 (Choi *et al.*, 1983)되어 있으나 잎, 줄기, 꽃에서는 사포닌 동정 (Choi *et al.*, 1987), 잎에서 항궤양 활성을 가진 다당류 (Kiyohara *et al.*, 1994) 및 flavonoid의 항산화활성 (Park *et al.*, 1990) 정도가 보고되어 있을 뿐 뿌리를 포함한 인삼 식물체의 각 부위별 활성을 비교한 연구는 아직 수행되지 않고 있다. 이에 본

† Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6836 (E-mail) lse1003@rda.go.kr
Received April 10, 2004 / Accepted April 19, 2004

연구에서는 국내 3개 산지에서 채취한 잎, 줄기 및 뿌리의 몇 가지 산화 반응계에서의 항산화 활성을 비교하고 그 이용성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 추출물 조제

본 실험에 사용된 재료는 풍기, 금산, 음성 등 3개 지역에서 2003년 8월 하순에 채취한 4년생 인삼 잎, 인삼 줄기 및 인삼 뿌리 (동체)로서 세척 후 65°C의 건조기에서 1주일간 건조한 후 분쇄하여 250 μm 의 체로 친 후 추출물 조제에 사용하였다. 분석에 사용한 추출물은 각 시료 분말 5 g을 45 ml의 50% 에탄올로 85°C에서 환류추출한 후 여과하는 과정을 2회 반복한 후 100 ml로 정용하여 실험에 사용하였다.

2. 시약 및 기기

실험에 사용된 1,1-dipicrylphenylhydrazyl (DPPH), human low density lipoprotein (LDL), linoleic acid, α -tocopherol, thiobarbituric acid (TBA) 및 tetramethoxypropane (TMP) 등의 시약은 Sigma Co. (USA) 제품을 사용하였으며 DMSO (dimethylsulfoxide)를 포함한 분석용 시약 및 용매는 특급을 사용하였다. Linoleic acid 산화저해 실험에는 shaking incubator (DS-310R, Dasol, Korea)를, 흡광도 측정에는 UV-visible spectrophotometer (Cary 300, Varian, Australia)를 사용하였다.

3. 항산화 활성 검증

산지 및 채취부위별 인삼 추출물의 superoxide anion 및 DPPH 라디칼에 대한 소거활성을 비교하기 위해 각각 Nishikimi *et al.* (1972) 및 Bloi (1958)의 방법을 변형하여 실험하였고 시료를 함유하지 않은 용매에 대한 소거능

(%)으로서 결과를 나타내었다. 또한 인간 혈액 중 존재하는 저밀도 지단백 (low density lipoprotein, LDL)에 대한 산화저해 활성을 비교하기 위해 Miller *et al.* (1996)의 방법을 변형하여 실험하였으며 결과는 대조군과 처리군간의 흡광도의 차를 대조군의 흡광도로 나눈 값을 백분율 (%)로 하여 나타내었다. Linoleic acid 자동산화에 대한 저해 활성을 비교하기 위해 Haraguchi *et al.* (1992)의 방법에 준해 실험하였다.

4. 총페놀 함량

항산화 활성에 영향을 미치는 페놀화합물의 양을 비교하기 위해 Kim *et al.* (1993)의 방법에 준하여 실험하였고 검량선 작성을 위한 표준물질로 tannic acid를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 인간 LDL 및 linoleic acid에 대한 과산화저해효과

인삼의 인간 저밀도지단백 (LDL) 및 linoleic acid의 과산화 반응에 대한 저해활성 실험 결과를 Fig. 1, 2 그리고 Table 1에 나타내었다. 인삼은 LDL 과산화 반응에 대해 모든 부위에서 100 μl 의 추출물을 첨가했을 때보다는 50 μl 첨가하였을 때 보다 효과가 우수하였으며, 추출물 50 μl 첨가 때 뿌리 (45.2~54.3%), 줄기 (-11~10.6%), 잎 (-80.9~-123.4%)의 순으로 그 효과를 나타내 뿌리 외에 잎과 줄기는 효과가 그렇게 높지 않은 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과처럼 LDL 산화 반응에 대해 인삼 뿌리의 항산화 효과가 높은 것은 반응액 중의 copper ion (Cu^{2+})에 의해 유도된 산화에 대해 인삼뿌리 성분이 효과적으로 막아낸 것을 나타내는 결과이며 이는 iron이 매개한 지질과산화에서의 인삼의 항산화 활성 실험 결과 (Zhang *et al.*, 1996)와도 일치하는 것이다.

한편, 추출물 50 μl 첨가한 후 120시간 동안 경시적으로

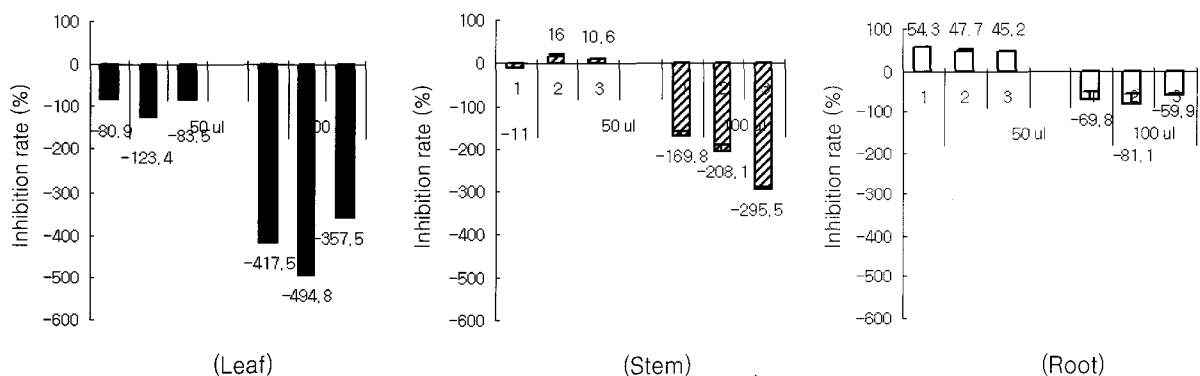


Fig. 1. Inhibitory activities on LDL of extracts (50, 100 μl) prepared from leaf, stem and root of *Panax ginseng* collected at 3 regions (1, Pungki; 2, Geumsan; 3, Eumsung).

인삼의 부위별 항산화 활성

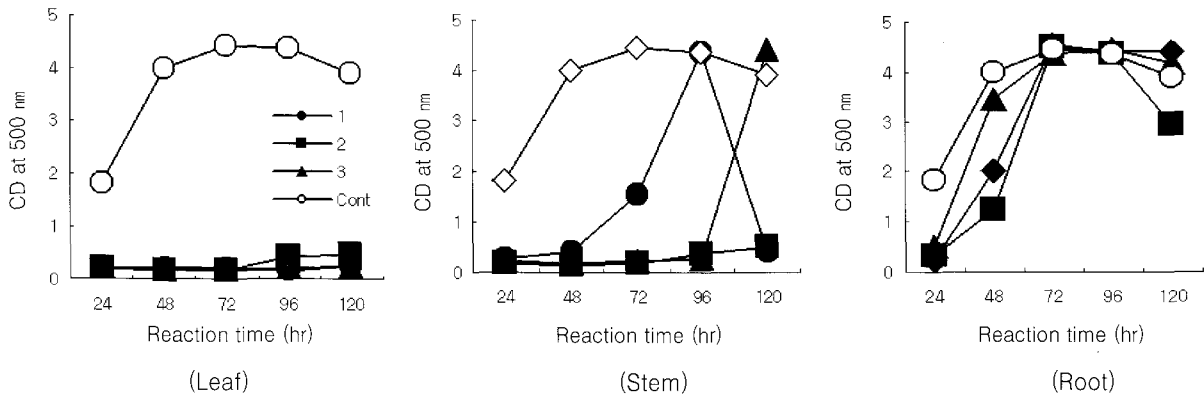


Fig. 2. Inhibitory activities on linoleic acid of extracts 50 μ l prepared from leaf, stem and root of *Panax ginseng* collected at 3 regions (1, Pungki; 2, Geumsan; 3, Eumsung; Cont, control).

Table 1. Inhibition rate on linoleic acid of extracts (50 μ l) prepared from leaf, stem and root of *Panax ginseng* collected at 3 regions (1, Pungki; 2, Geumsan; 3, Eumsung).

Part	Region	A ₅₀₀ [†]	Inhibition rate (%) [†]
Leaf	Pungki	0.1549±0.02	96.5±0.49
	Geumsan	0.4325±0.17	90.1±3.82
	Eumsung	0.2060±0.02	95.8±0.28
Stem	Pungki	4.3765±0.05	-0.1±0.99
	Geumsan	0.3804±0.20	91.3±4.53
	Eumsung	0.2696±0.01	93.8±0.28
Root	Pungki	4.4120±0.02	-1.0±0.35
	Geumsan	4.3488±0.00	0.6±0.07
	Eumsung	4.4376±0.03	-0.9±0.21
Control		4.3715±0.09	

[†]Mean±SD (n=2)

[†]Data calculated from absorbance at 96h of incubation at 40°C.

관찰된 linoleic acid의 자동산화반응을 살펴보면 잎, 줄기, 뿌리의 순으로 항산화작용을 나타내었고 (Fig. 2), 이 중 반응 96시간째의 과산화저해 정도 (Table 1)을 살펴보면 잎이 90.1~96.5%, 줄기가 -0.1~93.8% 그리고 뿌리가 -1.0~0.6%의 항산화 효과를 나타내 잎이 매우 효과가 높은 것을 알 수 있었으며 줄기는 지역 간에 편차가 매우 컸다. 이러한 결과는 금속이온에 의해 유도된 LDL 산화와는 조금 다른 것으로 이는 동일한 재료라도 산화촉진제가 첨가되지 않은 조건에서 일어나는 과산화 반응은 동일한 경향을 나타내지 않음을 제시하는 것이다. 이상의 결과를 종합하면 인삼 뿌리는 금속이온에 대한 chelator 성분이 그리고 잎과 줄기는 산소에 의한 자동산화 저해성분이 작용하였으며 이는 서로 다른 관능기와 분자구조를 가진 성분이 혼재하기 때문으로 판단된다 (Cho *et al.*, 1989).

2. Superoxide anion 및 DPPH radical 소거효과

인삼의 라디칼 소거능을 확인하기 위해 수행한 실험결과를 Fig. 3과 4에 나타내었다. 인삼은 superoxide anion 라

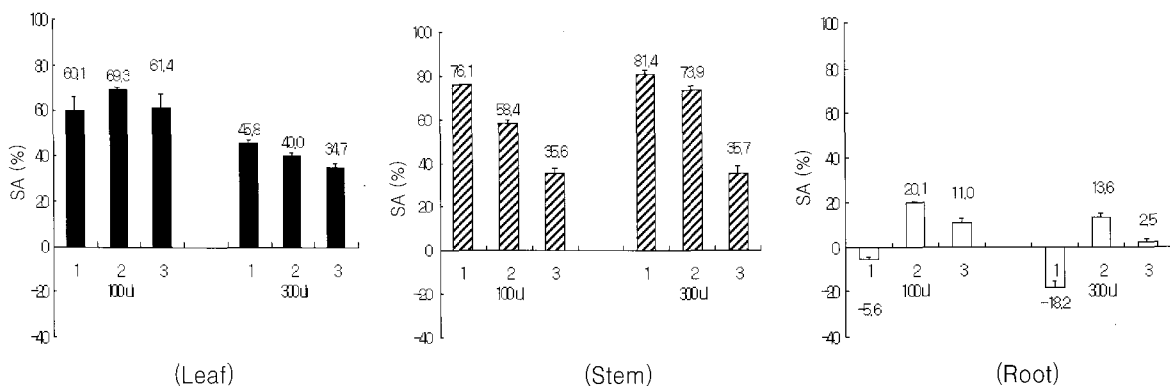


Fig. 3. Scavenging activities on superoxide anion radical of extracts (100, 300 μ l) prepared from leaf, stem and root of *Panax ginseng* collected at 3 regions (1, Pungki; 2, Geumsan; 3, Eumsung).

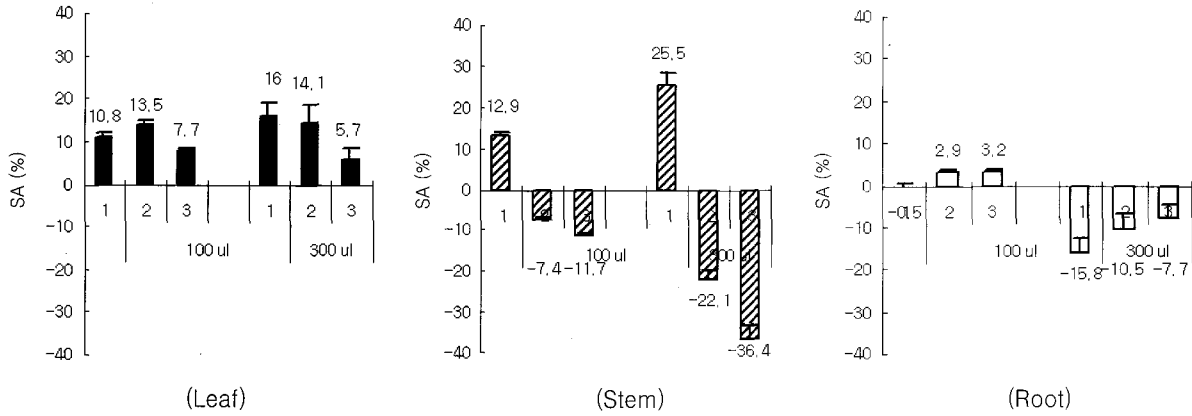


Fig. 4. Scavenging activities on DPPH radical of extracts (100, 300 µl) prepared from leaf, stem and root of *Panax ginseng* collected at 3 regions (1, Pungki; 2, Geumsan; 3, Eumsung).

디칼에 대해 3개 지역 모두 각 추출물 100 µl에 대해 줄기 (35.6~76.1), 잎 (60.1~69.3%), 뿌리 (-5.6~20.1%)의 순으로 높은 소거활성을 나타내었으며 300 µl 첨가 때에는 줄기 (35.7~81.4%), 잎 (34.7~45.8%), 뿌리 (-18.2~13.6%)의 순으로 높은 활성을 보였다. 한편, Fig. 4에 나타난 것처럼 인삼은 DPPH 라디칼에 대해 추출물 100 µl 첨가 때 잎 (7.7~13.5%), 줄기 (-11.7~12.9%), 뿌리 (-0.5~3.2%)의 순으로, 그리고 300 µl 첨가 때 줄기 (-36.4~25.5%), 잎 (5.7~14.1%), 뿌리 (-15.8~-7.7%)의 순으로 높은 소거능을 나타냄으로서 대체적으로 잎과 줄기가 뿌리보다 높은 소거능을 나타낸 것을 알 수 있었다. 이러한 결과에 인삼 잎에 존재하는 라디칼 소거활성이 비교적 우수한 flavonoid 성분 (Park et al., 1990)이 기여할 것으로 판단된다. 이처럼 두 가지 라디칼에서 첨가량에 따라 상이한 소거효과는 각 추출물 중에는 고농도로 존재하면 오히려 산화촉진제로 작용하는 성분이 존재하기 때문으로 추측된다 (Kanner & Mendel, 1977).

3. 총페놀 함량

페놀화합물의 함량을 풍기, 금산, 음성에서 수집한 인삼 잎, 줄기 및 뿌리에 대해 실험하였으며 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 실험결과를 살펴보면 3개 지역 모두 인삼 잎 (147~200 mg%), 줄기 (110~153 mg%), 뿌리 (61~86 mg%)의 순으로 페놀화합물의 양이 높았으며 지역별로는 잎의 경우 금산産이, 줄기의 경우 음성産이, 그리고 뿌리의 경우 음성産이 높아 지역별로 다소 차이를 나타내었다. 한편, 분석된 부위 중 가장 총페놀 함량이 높았던 인삼 잎 (147~200 mg%)은 감잎이나 밤 속껍질의 5.76%와 비교할 때 매우 낮으며 살구씨나 아몬드와 유사한 수치였다 (Lee & Lee, 1994a). 보고에 의하면 페놀화합물은 항산화 효과 (Cha et al., 1999)를 가질 뿐만 아니라 항균 및 항돌연변이원성 (Lee & Lee, 1994b)을 가지므로 항암 및 항산화 활성이 알려진 뿌리 외에도 인삼의 잎, 줄기에서도 이러한 생리활성을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 이상의 실험 결과를 종합할 때, 인삼은 뿌리 뿐 만 아니라

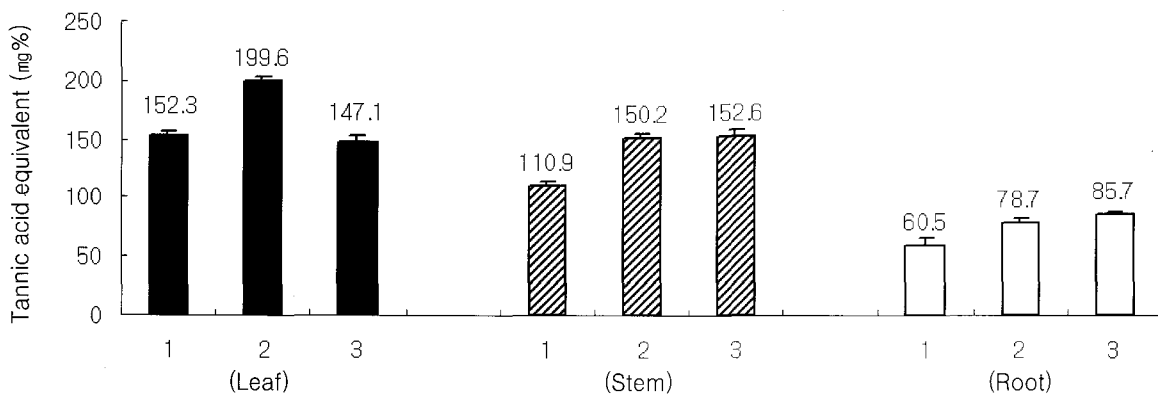


Fig. 5. Total phenol content of leaf, stem and root from *Panax ginseng* collected from 3 regions (1, Pungki; 2, Geumsan; 3, Eumsung).

있과 줄기에서도 라디칼에 대한 소거 및 생체막 구성 지질의 산화 저해 등에 대한 활성을 보유하고 있으므로 산화 방지제 및 기능성 식품소재로의 이용 가능성이 높다고 판단된다.

적 요

인삼 식물체의 식품 첨가물로의 이용성을 타진하기 위해 각 부위별 항산화 활성 및 총 페놀 함량을 분석, 비교하였으며 그 결과는 다음과 같다. 인간 LDL의 산화에 대한 저해활성은 뿌리 (45.2~54.3%)에서 높은 활성을 나타내었으며, linoleic acid에 대한 자동산화에 대해서는 잎이 90.1~96.5%의 매우 높은 저해활성을 나타내었다. Superoxide anion 라디칼에 대해서 줄기 (35.6~76.1%), 잎 (60.1~69.3%), 뿌리 (-5.6~20.1%)의 순으로 높은 활성을 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 대체적으로 낮은 활성을 나타내었으며 총 페놀 화합물은 인삼 잎 (147~200 mg%), 줄기(110~153 mg%), 뿌리(61~86 mg%)의 순으로 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 농촌진흥청 작물시험장 박사후연수 과정사업의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

LITERATURE CITED

- Bloi MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
- Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS (1999) Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 1310-1315.
- Cho MZ, Hahn TS, Kwon TB, Oh SK (1989) Antioxidant effect of some chelating agents on soybean oil. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 32:30-36.
- Choi KJ, Kim MW, Hong SK, Kim DH (1983) Effect of solvents on the yield, brown color intensity, UV absorbance, reducing and antioxidant activities of extracts from white and red ginseng. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 26:8-18.
- Choi KJ, Kim SC, Kim MW, Nam KY (1987) Identification of saponin and sapogenin in root, leaf and stem of ginseng by thin layer chromatography. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 30:340-344.
- Haraguchi H, Hashimoto K, Yagi A (1992) Antioxidative substances in leaves of *Polygonum hydropiper*. *J. Agric. Food Chem.* 40:1349-1351.
- Jeon HK, Kim SC, Jung NP (1991) Effects of ginseng saponin fraction and cyclophosphamide on the tumoricidal activity of mouse macrophage and the antitumor effect. *Korean J. Ginseng Sci.* 15:99-105.
- Joo CN, Kim JH (1992) Study on the hypoglycemic action of ginseng saponin on streptozotocin induced diabetic rats (I). *Korean J. Ginseng Sci.* 16: 190-197.
- Kang SY, Kim ND (1992) The antihypertensive effect of red ginseng saponin and the endothelium-derived vascular relaxation. *Korean J. Ginseng Sci.* 16:175-182.
- Kanner J, Mendel H (1977) Prooxidant and antioxidant effects of ascorbic acid and metal salts in a β carotene-linoleate model system. *J. Food Sci.* 42:60-64.
- Kim JS, Kim KW, Choi KJ, Kwak YK, Im KS, Lee KM, Chung HY (1996) Screening of antioxidative components from red ginseng saponin. *Korean J. Ginseng Sci.* 20:173-178.
- Kim MJ, Jung NP (1987) The effect of ginseng saponin on the mouse immune system. *Korean J. Ginseng Sci.* 11:130-135
- Kim NM, Sung HS, Kim WJ (1993) Effect of solvents and some extraction conditions on antioxidant activity in cinnamon extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25:204-209.
- Kim KH, Lee YS, Jung IS, Park SY, Chung HY, Lee IR, Yun YS (1998) Acidic polysaccharide from *Panax ginseng*, ginsan, induces Th1 cell and macrophage cytokines and generates LAK cells in synergy with rIL-2. *Planta Medica* 64:110-115.
- Kim SI, na JY, Jo DH, Lee CY (1987) Extraction and purification of ginseng oligopeptides with antilipolytic activities. *Korean Agric. Chem Soc.* 30:88-94.
- Kitagawa I (1983) Chemical studies on crude drug processing. I. On constituents of ginseng radix rubra (1). *Yakugaku Zasshi* 103:612-622.
- Kiyohara H, Hirano M, Wen XG, Matsumoto T, Sun XB, Yamada H (1994) Characterisation of an anti-ulcer pectic polysaccharide from leaves of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Carbohydrate Res.* 263:89-101.
- Lee J, Lee SR (1994a) Analysis of phenolic substances contents in Korean plant foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26:310-316.
- Lee J, Lee SR (1994b) Some physiological activity of phenolic substances in plant foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26:317-323.
- Lee JW, Sohn HO, Do JH (2000) Function of the water soluble browning reaction products isolated from Korean red ginseng 2. Linoleic acid, Ox-brain autoxidant and Fe²⁺ ADP/NAD system. *J. Ginseng Res.* 24:35-40.
- Miller CP, Jirkovsky I, Hayhurst DA, Adelman SJ (1996) In vitro antioxidant effects of estrogens with a hindered 3-OH function on the copper-induced oxidation of low density lipoprotein. *Steroids* 61:305-308.
- Ng TB, Wang H (2001) Panaxagin, a new protein from Chinese ginseng possesses antifungal, anti-viral, translation-inhibiting and ribonuclease activities. *Life Science* 68:739-749.
- Nishikimi M, Rao NA, Yagi K (1972) The occurrence of superoxide anion in the reaction of reduced phenazine methosulfate and molecular oxygen. *Biochem. Biophys.*

- Res. Commun. 46:849-854.
- Oliveira ACC, Perez AC, merino G, Prietp JG, Alvarez AI** (2001) Protective effects of *Panax ginseng* on muscle injury and inflammation after eccentric exercise. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 130:369-377.
- Park JD** (1996) Recent studies on the chemical constituents of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean J. Ginseng Sci.* 20:389-396.
- Park. SN, Choi SW, Boo YC** (1990) Effects of flavonoids of ginseng leaves on erythrocyte membranes against singlet oxygen caused damage. *Korean J. Ginseng Sci.* 14:191-199.
- Ryu GH** (2003) Present status of red ginseng products and its manufacturing process. *Food Industry and Nutrition* 8:38-42.
- Shin JG, Park JW, Pyo JK, Kim MS, Chung MH** (1990) Protective effects of a ginseng component, maltol(2-methyl-3-hydroxyl-4-pyrone) against tissue damages induced by oxygen radicals. *Korean J. Ginseng Sci.* 14:187-190.
- Sonoda Y, Ksahara T, Mukaida N, Shimizu N, Tomoda M, Takeda T** (1998) Stimulation of interleukin-8 production by acidic polysaccharides from the root of *Panax ginseng*. *Immunopharmacol.* 38:287-293.
- Wee JJ, Park JD, Kim MW, Lee HJ** (1989) Identification of phenolic antioxidant components isolated from *Panax ginseng*. *J. Korean Agric. Chem. Sco.* 32:50-56.
- Zhang D, yasuda T, Yu Y, Zheng P, Kawabata T, Ma Y, Okada S** (1996) Ginseng extract scavenges hydroxyl radical and protects unsaturated fatty acids from decomposition caused by iron-mediated lipid peroxidation. *Free Radical Biology & Medicine* 20:145-150.