

용매에 따른 Rooibos Tea(*Aspalathus linearis*) 추출물의 항산화 효과

이초롱 · 이정희 · 박상현¹ · 이기택[†]

충남대학교 식품공학과, ¹한국원자력연구원 정읍방사선과학연구소

Antioxidative Activity of Rooibos Tea(*Aspalathus linearis*) Extracts

Cho-Rong Lee, Jeung-Hee Lee, Sang-Hyun Park¹ and Ki-Teak Lee[†]

Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Deajeon, 305-764, Korea

¹Radiation Research Center for Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongeup 580-185, Korea

Abstract

Total phenolic compounds and antioxidative activities of rooibos tea(*Aspalathus linearis*) fractions were studied. Three extracts, using hexane, ethyl acetate, and ethanol, were prepared. Total phenolic compounds were 3069.3 mg/100 g extract in the hexane fraction, 18604.4 mg/100 g extract in the ethyl acetate fraction, and 13458.8 mg/100 g extract in the ethanol fraction. Levels of vanillic acid, caffeic acid, syringic acid, 4-coumaric acid, and ferulic acid were analyzed by RP-HPLC, and totals of 3452.6 and 3156.1 mg/100 g of extract were found in the ethanol and ethyl acetate fraction, respectively. In the DPPH assay, the ethanol fraction (82.2% of control) and the ethyl acetate fraction (78.9%) showed the highest free radical scavenging capacities. The induction period of each tea fraction in the fish oil rancimat assay was measured. When 500 ppm of the ethanol fraction was applied, a 1.19 h induction period was observed. This was 2-fold greater than the induction period of the control.

Key words : rooibos tea, antioxidant, polyphenol contents, free radical capacity, induction periods

서 론

항산화 물질은 자유라디칼 또는 활성산소종에 의한 산화를 억제시켜 산화에 의한 질병을 예방하고 노화를 지연시키는 효과를 갖는다고 알려져 있다(1). 일반적으로 페놀계 합성 항산화제로 사용되어지고 있는 butylated hydroxy anisol(BHA)과 butylated hydroxy toluene(BHT)은 중앙 발현 등의 위험성이 있어서 사용량이 제한되고 있기 때문에(2) 인체에 무해하고 항산화 효과가 우수한 천연 항산화제에 관한 연구가 오래 전부터 진행되어져 왔다. 식물체에는 항산화물질인 폴리페놀류가 존재한다. 그 중, flavonoid류가 다량으로 존재한다고 알려져 있으며 monocyclic phenol류, phenyl propanoid류, phenol성 quinone류 등도 함유 되어있다고 보고되고 있다(3). 유지 자동산화의 연쇄 반응에서 폴리페놀성 화합물들은 수소 공여 작용을 통해 자유 라디칼

(free radical)을 제거하여 산화를 억제한다고 알려져 있으며 (3), 특히 지질의 산패에 의하여 생성되는 자유 라디칼들은 질병, 발암, 노화 등을 유발하여 생체내의 조직을 손상시킨다고 보고되고 있다. 대부분의 항산화제는 이들 산화 기작에 대한 저해활성을 가져 기작을 여러 경로에서 차단 혹은 지연 시킨다고 알려져 있다(4).

기능성 지방산으로 알려진 docosahexaenoic acid (DHA, C22:6), eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5) 및 α -linolenic acid (C18:3)는 대표적인 오메가-3 계열의 지방산이다. 특히 어유 중에 있어서 콜레스테롤의 함량을 저하시키며 혈청 내 중성 지방량을 저하시킨다고 보고된 DHA와 EPA는 순환계 질병 예방효과를 기대 할 수 있다. 다만 어유 가공제품의 저장 시에 이중결합수가 5와 6인 다가불포화 지방산 EPA와 DHA는 산화에 의한 이취가 생성되어 제품의 풍미를 현저히 저하시키므로 산화를 억제시키기 위한 방법이 연구되고 있다(5).

시중에 판매되고 있는 루이보스 차는 콩과식물의 일종으로 학명은 *Aspalathus linearis*이다. 다양한 생리활성 기능을

[†]Corresponding author. E-mail : ktlee@cnu.ac.kr,
Phone : 82-42-821-6729, Fax : 82-42-822-6729

가지고 있는 것으로 알려진 루이보스 차는 각종 미네랄과 superoxide dismutase(SOD) 유사물질을 다량 함유하고 있으며, 피부질환에 대한 치료 효과를 나타낸다고 알려져 있다(4,6). 특히, 루이보스 차의 항산화 성분에 관한 연구에서는 루이보스 차에 flavonol, quercetin, flavone 등의 폴리페놀성 물질들이 존재한다고 밝혀졌다(7). 그 외 국내외 루이보스 차의 항산화 효과에 대한 연구로는 루이보스 차 ethanol 추출물의 항산화 효과(4), 루이보스 차 추출물의 linoleic acid에 대한 항산화 효과(8), 루이보스 차 물 추출물의 자유 라디칼 소거능력에서 항산화 효과(9,10) 등이 있다. 본 연구에서는 루이보스 차 추출액을 천연 항산화제의 소재로 이용하기 위하여 루이보스 차로부터 폴리페놀성 물질을 함유한 hexane, ethyl acetate와 ethanol 추출물을 획득하여 polyphenol 화합물인 vanillic acid, caffeic acid, syringic acid, 4-coumaric acid, ferulic acid를 정량하였고, 자유 라디칼 소거능력을 탐색하였으며, 어유에 첨가하여 루이보스 차 추출물이 어유의 유도기간(induction periods, IP)을 지연시키는 정도에 대하여 알아보았다.

재료 및 방법

재 료

연구에 사용된 루이보스 차는 남아프리카공화국의 Rooibos Limited사에서 수입한 superior grade 100%로써 루이보스 코리아에서 2007년 1월에 구입하여 사용하였다. 어유는 네오메가 주식회사 제품인 정제어유 Nutin DHA27 (DHA 27% 함유, 토크페롤 0.5% 함유)을 사용하였다. 사용된 정제어유의 지방산 조성은 16:0, 18:0, 18:1, 18:2, 20:4, 20:5, 22:5와 22:6이 각각 23.7, 5.8, 15.9, 1.5, 3.3, 6.8, 2.2와 30.6%로 나타났다.

추출물 제조

항산화 물질로 사용한 루이보스 차의 추출방법은 시료 250 g에 ethanol(95%) 1000 mL를 첨가한 다음 상온에서 24 hr 동안 교반, 침출 하여 1차 추출하고, 다시 ethanol 1000 mL과 500 mL을 첨가하여 동일한 방법으로 2회 추출한 후, 추출액 모두를 여과하였다. 이 여액을 회전 감압 농축기로 50°C 수욕 상에서 농축하여 점조성 ethanol 추출물 약 7.6 g을 250g tea에서 얻었다. 점조성 ethanol 추출물에 다시 100 mL ethanol을 가하여 hexane 100 mL과 증류수 50 mL를 추가로 넣고 30분 동안 교반 한 후 hexane층을 분리, 농축하여 250g의 tea에서 1.4g의 hexane 추출물을 얻었다. Hexane을 분리하고 난 ethanol 추출물에 다시 100 mL ethyl acetate를 넣고 추가로 100 mL의 증류수를 가하여 30분 동안 교반 한 후 ethyl acetate 층을 분리, 농축하여 ethyl acetate 추출물 0.95 g/250 g tea을 얻었다. 이후 최종적

으로 남은 부분을 농축하여 3.79 g/250 g tea의 ethanol 추출물을 얻었다(Table 1). 각 추출물들은 -2°C 냉동실에 보관하면서 필요한 농도로 희석하여 사용하였다.

총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich, Inc, St. Louis, USA) 가 추출물의 페놀성 화합물에 의해 환원되어 몰리브덴 청색으로 발색되는 원리를 이용하여 분석하였다(11). 각 용매별 추출물 15 mg을 10 mL ethanol에 녹인 후 100 µL를 취한 후 Folin-Ciocalteu 시약 50 µL를 가하여 혼합하였다. 3분후에 포화 Na₂CO₃ 100 µL와 2.5 mL 증류수를 가하여 혼합한 후 90분간 암소에 방치하였다가 UV-visible spectrophotometer (UV-1700, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 표준물질 gallic acid(Sigma-Aldrich, Inc)를 사용하여 $y = 29.45x - 0.0136$ (y =흡광도, x =gallic acid의 농도, $R^2=0.9961$)에서 작성하여 검량하였고, 3회 반복하여 평균한 값으로 나타내었다. 추출물의 총 페놀 함량은 추출물 100 g 중의 mg gallic acid로 나타내었다.

Reversed-Phase HPLC에 의한 페놀 물질 동정 및 정량

HPLC 분석조건으로 column은 Nova-Pak C18 column(4 µm, 150×3.9 mm i.d; Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였다. 이동상으로 solvent A는 water : acetic acid(95 : 5, v/v), Solvent B 는 methanol : acetonitrile(50 : 50, v/v)을 사용하였다. Solvent A : B의 비율이 95 : 5(v/v)를 시작으로 25분 후 70 : 30(v/v), 10분 후 65 : 35(v/v), 5분 후 60 : 40(v/v), 10분 후 30 : 70(v/v), 10분 후 최종적으로 0 : 100(v/v)의 비율로 분석하였다. 유속은 1.0 mL/min이며, inject volume은 10 µL로 하여 UV 830 detector를 이용해 적정파장 278 nm에서 분석한 후 결과를 도출하였다(12,13).

각각의 표준물질 vanillic acid, caffeic acid, syringic acid, 4-coumaric acid, ferulic acid를 10 mg씩 HPLC용 methanol 1 mL에 녹이고 이것을 stock solution으로 단계적으로 희석하여 검량표준용액으로 사용하였다. 이후 각각의 표준용액 10 µL를 HPLC로 분석하여 각 peak의 chromatogram 면적을 구하고 농도와 면적에 따른 검량선을 작성하여 함량을 계산하였다. 시료의 조제는 각 분획 추출물 10 mg을 1 mL의 methanol에 녹여 syringe filter(0.5 µm PTFE, Adventec, Japan) 로 여과한 여액을 시료로 사용하였으며, 2회 반복하여 분석하였다.

DPPH 라디칼 소거 능력(Free Radical Scavenging Capacity, RSC)

루이보스 차의 항산화 성분의 특성과 능력여부를 판단하기 위하여 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl(DPPH, Sigma-

Aldrich, Inc)의 환원에 의한 자유 라디칼 소거능력을 측정하였다. 이러한 전자공여 작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 산화를 억제하는 척도가 된다(14). 각 추출물을 ethanol에 녹여 0.5와 1 mg/mL의 농도로 시료 용액을 만들었다. 그 후 시료용액을 각각 0.3 mL씩 1.5×10^{-4} M DPPH ethanol solution 2.5 mL에 첨가하여 최종 반응용액이 2.8 mL가 되도록 하였다. 10초간 진탕하여 상온에서 30분 반응시킨 후 UV-visible spectrophotometer (UV-1700, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 얻은 결과는 대조구에 대한 소거능력(%)으로 나타내었다(2).

$$\text{Free Radical Scavenging Capacity(\%)} = [(B-A)/B] \times 100$$

A : the absorbance of sample, B : the absorbance of control

산화 속도의 측정

자동산화 측정기계인 Rancimat (Rancimat 743, Metrohm, Switzerland)을 사용하여 루이보스 차의 분획 추출물이 어유의 산화 속도에 미치는 영향을 측정하였다. 가속시험 (acceleration test)을 하기 위하여 시료의 온도는 100°C, gas flow rate는 20 L/h로 설정하였다. 측정온도는 정제어유의 유도기간(induction periods, IP)을 결정할 수 있는 온도인 100°C에서 측정하였다. 루이보스 차 내의 수용성 항산화제의 경우 어유에 녹지 않기 때문에 emulsion 화를 위해 전체 정제어유량의 4% 농도의 glycerin monooleate (GMO)를 사용하였다(5). GMO에 분획용매별 추출물을 넣어 50°C에서 50분간 sonication하여 균질화 한 후, 어유를 넣어 50°C에서 20분간 sonication하여 500 ppm의 농도로 유도기간을 2회 반복 측정하였다. 실험결과는 분석치의 평균값과 SAS program (statistical analysis system, version 8.01)의 Duncan's multiple range test를 통해 유의성(95%, $p < 0.05$)을 검정하였다.

결과 및 고찰

총 페놀 함량

페놀화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 항산화 효과를 가진다고 알려져 있다. 본 실험에서는 루이보스 차의 ethanol 추출물에 hexane과 ethyl acetate를 차례로 분획, 농축하여 세 가지 용매의 추출물로부터 페놀성 물질을 얻었다. 각각의 분획 용매별 추출물은 hexane 추출물 1.14 g/250 g tea, ethyl acetate 추출물 0.95 g/250 g tea, 그리고 ethanol 추출물 3.79 g/250 g tea 으로 ethanol 추출물이 가장 높은 수율을 보였다(Table 1). 각각의 분획 용매별 추출물 100 g 안에 들어있는 총 페놀의 함량은 hexane 추출물이 3069.3 mg/100 g extract 으로 가장 적은

함량을 보였고, ethanol 추출물은 13458.8 mg/100 g extract, 그리고 ethyl acetate 추출물이 18604.4 mg/100 g extract 으로 가장 많은 양을 나타내었다(Table 1).

Table 1. Yield and amount of total phenol compounds in rooibos tea (*Aspalathus linearis*) extracts

	Yield (g/250 g tea)	Total phenol compounds (mg/100 g extract)
Hexane fraction	1.14 (0.46%)	3069.3±158.4 ¹⁾
Ethyl acetate fraction	0.95 (0.38%)	18604.4±145.5
Ethanol fraction	3.79 (1.52%)	13458.8±1217.3

¹⁾Mean±SD.

페놀 물질의 동정, 정량

세 가지 분획 추출물 중 높은 총 페놀 함량을 나타낸 ethanol 추출물과 ethyl acetate 추출물에 대하여 RP-HPLC를 이용하여 루이보스 차의 폴리페놀성 물질을 분석하였다. 그 결과, 항산화 효과를 나타낸다고 보고된 바 있는 vanillic acid, caffeic acid, syringic acid, 4-coumaric acid, ferulic acid(7)를 동정하여 정량하였으며, 그 외 동정되지 않은 peak들도 존재하였다. Table 2에서 나타낸 바와 같이 ethanol 추출물 100 g에는 vanillic+caffeic acid 329.1 mg/100 g extract, syringic acid 72.3 mg/100 g extract, 4-coumaric acid 131.4 mg/100 g extract, ferulic acid 2919.7 mg/100 g extract 의 polyphenolic compounds가 각각 존재하였다. 그리고 ethyl acetate 추출물 100 g에는 vanillic+caffeic acid 255.5 mg/100 g extract, syringic acid 98.8 mg/100 g extract, 4-coumaric acid 409.6 mg/100 g extract, ferulic acid 2392.1 mg/100 g extract 가 존재하였다. 총 페놀의 함량은 ethyl acetate 추출물이 ethanol 추출물 보다 많게 나타났지만, RP-HPLC로 분석한 결과, 폴리페놀성 물질 중 vanillic acid, caffeic acid, syringic acid, 4-coumaric acid, ferulic acid의 함량은 ethanol 추출물이 3452.6 mg/100 g extract로 ethyl acetate 추출물 3156.1 mg/100 g extract보다 많은 양을 나타내었다.

Table 2. Analysis of selected polyphenolic compounds in rooibos tea (*Aspalathus linearis*) extracts

	(mg/100 g extracts)	
	Ethyl acetate extract	Ethanol extract
Caffeic+vanillic acid	255.5±31.03	329.1±25.27
Syringic acid	98.8±0.81	72.3±3.56
4-coumaric acid	409.6±0.67	131.4±16.75
Ferulic acid	2392.1±86.36	2919.7±383.89
SUM	3156.1	3452.6

DPPH 라디칼 소거 능력

세 가지 분획 용매별 추출물의 항산화 효과를 측정하기 위하여, DPPH (2,2-Diphenyl 1-picryl hydrazyl)라디칼이 환원되어 활성 라디칼에 전자를 공여함으로써 자체의 정색성을 소실하는 특성을 이용하여 결과를 도출해 내었다. 전자공여작용은 활성라디칼에 의한 노화 억제 및 지방질 산화를 억제하는 척도로 이용된다(15).

Fig. 1에서는 ethanol, ethyl acetate, hexane 세 추출물을 0.5와 1 mg/mL의 농도로 0.3 mL씩 DPPH용액에 첨가하여 30분간 반응시킨 후의 RSC(%) 값을 나타내었다. 세 추출물을 0.5 mg/mL의 농도로 첨가하였을 때 ethanol, ethyl acetate, hexane 추출물의 RSC값은 각각 60.4, 66.1 그리고 9.5%로써 hexane 추출물에 비해 ethanol과 ethyl acetate추출물이 6배 이상의 높은 라디칼 소거능력을 보였다. 또한 세 추출물을 1 mg/mL로 첨가하였을 때 ethanol, ethyl acetate, hexane 추출물의 RSC값은 각각 82.2, 78.9, 그리고 18.3%로써 hexane 추출물에 비해 ethanol과 ethyl acetate 추출물이 3배 이상의 높은 DPPH 라디칼 소거능력을 보였다.

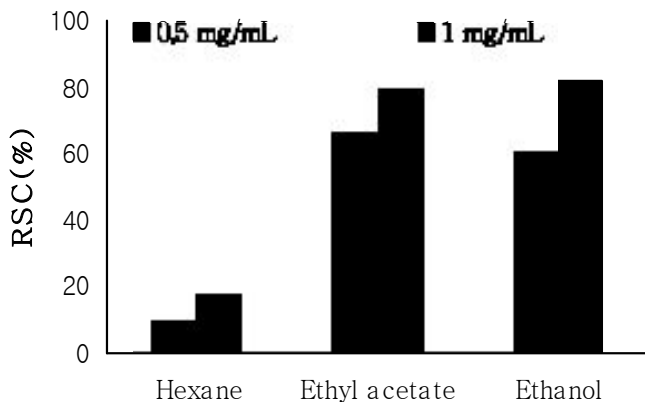


Fig. 1. 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity of rooibos tea(*Aspalathus linearis*) extracts.

□ 0.5 mg/mL, ■ 1 mg/mL.

산화 속도 측정

유지식품에 사용되는 항산화제로써 루이보스 차의 각 용매별 추출물을 정제 어유에 각각 500 ppm의 농도로 첨가하여 유도기간(induction periods, IP)의 지연 정도를 측정하였다. 그 결과, Fig. 2에서 보여 지듯이 500 ppm에서 control과 ethyl acetate 추출물, hexane 추출물이 각각 0.59, 0.61, 0.60 hr의 유도기간을 보였으며 유의적으로 차이를 보이지 않아 항산화 효과를 나타내지 않았다. 그러나 유의적으로 차이를 보인 ethanol 추출물은 1.19 hr의 증가된 유도기간을 보여 항산화 효과를 나타내었다. 따라서 열과 산소를 가해 어유의 산화를 촉진시키는 환경에서 항산화제로써 첨가된 루이보스 차의 ethanol 추출물이 유도기간 산화 지연효과를 나타낼 수 있었고, 식품에 사용될 수 있는 천연 항산화제로써 기대된다.

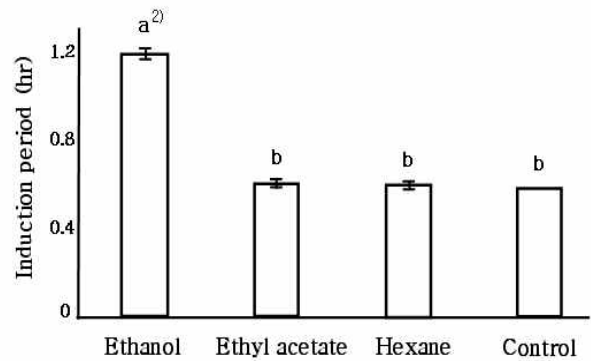


Fig. 2. Induction period of rooibos tea(*Aspalathus linearis*) extracts.

²⁾a-b: Values with different superscript letters on bars are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

요 약

남아프리카의 고산지대에서 자란 루이보스를 발효하여 가공한 루이보스 차는 항산화 효과를 가진 폴리페놀성 물질을 함유하고 있다고 알려져 있다. 본 연구에서는 루이보스 차 추출물 내의 폴리페놀성 물질의 존재여부와 함량 및 항산화 효과를 나타낸다고 알려진 vanillic acid, caffeic acid, syringic acid, 4-coumaric acid, ferulic acid의 동정 및 정량, 그리고 자유라디칼 소거능력을 통한 항산화 실험과 어유를 이용한 유도기간 측정 실험을 수행하였다. 루이보스 차 250 g을 세 가지 용매(hexane, ethyl acetate, ethanol)로 분획, 농축하여 각각 hexane 추출물 1.14 g/250 g tea, ethyl acetate 추출물 0.95 g/250 g tea, 그리고 ethanol 추출물 3.79 g/250 g tea의 수율로 분획용매별 추출물을 얻었다. 각 분획 용매별 추출물 100 g 안에 들어있는 총 페놀의 함량은 hexane 추출물이 가장 적은 양을 보였고 ethanol 추출물은 13458.8 mg/100 g extract, 그리고 ethyl acetate 추출물은 18604.4 mg/100 g extract 으로 많은 양을 보였다. 이 중 높은 총 페놀 함량을 나타낸 ethyl acetate 추출물과 ethanol 추출물에 대하여 폴리페놀성 물질 중 항산화 효과를 나타낸다고 보고된 바 있는 vanillic acid, caffeic acid, syringic acid, 4-coumaric acid, ferulic acid를 RP-HPLC를 이용하여 동정한 후, 정량하였다. 그 결과, 각 추출물 100 g 내의 항산화 물질의 총 양은 ethyl acetate 추출물에 3156.1 mg/100 g extract, ethanol 추출물에 3452.6 mg/100 g extract 가 존재하여 ethanol 추출물에서 좀 더 많은 양을 보였다. 루이보스 차 추출물의 항산화 효과를 측정하기 위한 지표로 DPPH 라디칼 소거능력을 측정하였다. Hexane, ethyl acetate, ethanol 세 추출물의 RSC(%)를 측정한 결과, 추출물의 농도가 0.5와 1 mg/mL 일 때 각각 9.5, 66.1, 60.4% 그리고 18.3, 78.9, 82.2%를 보여 ethyl acetate와 ethanol추출물이 hexane 추출물에 비해 높은 자유 라디칼 소거능력을 나타내었으며, 높은 항산화 효과를 보임을 알 수 있었다. 따라서 루이보

스 차의 총 페놀 함량이 증가됨에 따라 항산화 효과를 보이는 vanillic acid, caffeic acid, syringic acid, 4-coumaric acid, ferulic acid도 많은 양이 존재하였고, DPPH 라디칼 소거능력도 증가되어 루이보스 차의 폴리페놀성 물질은 항산화 효과와의 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 또한 어유에 대한 각 분획 추출물의 유도기간 지연정도에 대하여 살펴본 결과, ethanol 추출물이 control에 비해 증가된 1.19 hr의 유도기간을 보여 산화 지연 효과를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 방사선 융합기술 개발사업의 지원을 받아 수행되었으며 그 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Yoon, I., Wee, J.H., Moon, J.H., Ahn, T.H., Park, K.H. (2003) Isolation and identification of quercetin with antioxidative activity from the fruits of *Rubus coreanum* Miquel. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35, 499-502
2. Jang, J.S., Hong, J.H., Lee, K.T. (2006) Study on antioxidative activity of plant extracts in fish oil. *Korean J. Food Preserv.*, 13, 726-731
3. Ahn, S.I., Heung, B.J., Son, J.Y. (2007) Antioxidative activities and nitrite-scavenging abilities of some phenolic compounds. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 23, 19-24
4. Ha, H.C., Kim, H.S., Ryu, B.H. (2000) Antioxidative effects of ethanol extract obtained from rooibos tea (*Aspalathus linearis*) and its application of food. *Korean J. Food Nutr.*, 13, 13-20
5. Jang, J.S., Lee, Y.H., Hong, J.H., Lee, K.T. (2006) Oxidation stability of fish oil containing commercially available antioxidants. *Korean J. Food Preserv.*, 13, 66-70
6. Yoshikawa, T., Naito, T., Oyamada, H., Ueda, S., Tanigawa, T., Takemura, T., Sugino, S., Kondo, M. (1990) Scavenging effects of *Aspalathus linearis* (rooibos tea) on active oxygen species. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 264, 171-174
7. Ferreira, D., Marais, C., Steenkamp, J.A. (1995) Rooibos tea as a likely health food supplement. *Food Sci. Ind.*, 28, 37-46
8. Lindsey, K.L., Motsei, M.L., Jager, A.K. (2002) Screening of south african food plants for antioxidant activity. *J. Food Sci.*, 67, 2129-2131
9. Joubert, E., Winterton, P., Britz, T.J., Ferreira, D. (2004) Superoxide anion and α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl radical scavenging capacity of rooibos (*Aspalathus linearis*) aqueous extracts, crude phenolic fractions, tannin and flavonoids. *Food Res. Int.*, 37, 133-138
10. Gadow, A.V., Joubert, E., Hansmann, C.F. (1997) Comparison of the antioxidant activity of rooibos tea (*Aspalathus linearis*) with green, oolong and black tea. *Food Chem.*, 60, 73-77
11. Park, K.E., Jang, M.S., Lim, C.W., Kim, Y.K., Seo, Y.G., Park, H.Y. (2005) Antioxidant activity on ethanol extract from boiled-water of *Hizikia Fusiformis*. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 48, 435-439
12. Lee, J.H., LEE, K.T., Akoh, C.C., Chung, S.K., Kim, M.R. (2006) Antioxidant evaluation and oxidative stability of structured lipids from extravirgin olive oil and conjugated linoleic acid. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 5416-5421
13. Lee, H.W., Park, S.Y., Choo, B.K., Chun, J.M., Lee, A.Y., Kim, H.K. (2007) Quantitative analysis comparison of korea and china scrophulariae radix. *Korean J. Pharmacogn.*, 38, 15-18
14. Kwak, H.J., Kwon, Y.J., Jeong, P.H., Kwon, J.H., Kim, H.K. (2000) Physiological activity and antioxidative effect of methanol extract from onion (*Allium cepa* L.). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 349-355
15. Lee, K.M., Jeong, G.T., Park, D.H. (2004) Study of antimicrobial and DPPH radical scavenger activity of wood vinegar. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.*, 19, 381-384

(접수 2008년 4월 23일, 채택 2008년 7월 4일)