

## 대두유에 대한 율피의 용매분획별(Ether, Butanol, Water) 항산화효과

오승희 · 김용욱 · 김명애\*

동국대학교 식물생명공학과, 동덕여자대학교 식품영양학과\*

(2005년 10월 6일 접수)

### The Antioxidant Activities of Three Solvent(Ether, Butanol, Water) Extrats from Chestnut Inner Shell in Soybean Oil

Seung-Hee Oh, Yong-Wook Kim, and Myoung-Ae Kim\*

Department of Plant Biotechnology, Dongguk University

Department of Food and Nutrition, Dongduk Women's University\*

(Received October 6, 2005)

#### Abstract

This study was carried out to compare the antioxidant activities of the ether, butanol, water extracts from chestnut inner shell(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) with those of tocopherol and BHA in soybean oil. All additives were added to soybean oil on the quantities of 0.02%.

Comparing the antioxidant activities under autooxidation condition at  $45.0 \pm 0.5$  for 42days of the extracts were recorded in the order of butanol > ether > control > BHA > tocopherol depending on the solvent. Under the condition at  $60.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$  for 32days, the butanol extracts represented the high antioxidation effect, however, there was no significant differences between the ether extracts and control.

Under thermal oxidation condition, the ether extract showed stronger antioxidant activity than those of the butanol extract.

In the results of polyphenol compound analysis, ellagic acid, quercetin, morin, naringenin, flavanol were included in the ether extracts and ellagic acid, naringenin, gallic acid, flavanol were included in the butanol extracts, respectively. Among them, ellagic acid in ether extract and gallic acid and naringenin in butanol extracts seed to increase the antioxidant activities in the substrate oil.

**Key Words** : chestnut inner shell, ether extract, butanol extract, antioxidant activity, soybean oil

#### 1. 서론

경제성장과 더불어 식생활 양상의 서구화, 기호성향의 변화에 따라 유지의 사용량이 증가추세에 있다. 지방질 성분은 다른 식품성분들에 비하여 정제, 가공, 저장과정 중 변질이 매우 쉬워, 유지의 산패를 억제하여 제품품질을 유지하면서 저장기간을 늘리기 위해 항산화제를 사용하고 있다.

현재 사용되고 있는 항산화제로는 합성항산화제인 BHA, BHT, TBHQ(tertiary butylhydroquinone)등이 있고, 천연 항산화제인 tocopherol이 이용되고 있다. 합성항산화제는 효과는 우수하나 안전성<sup>3-5)</sup>에 대한 염려로 그 선호도가 감소하고 있어 천연물을 추출, 정제하여 천연항산화제로 이용하려는 연구가 수행되고 있다<sup>6-14)</sup>.

페놀성 물질을 함유한 식품의 항산화성, 항노화 등의 효능<sup>15-16)</sup>이

주목 받고 있으며 이러한 식품 등에 포함된 페놀성 물질은 종류도 다양하고, 식물계에 널리 존재하며 식품의 종류에 따라 특성이 달라 연구<sup>17-18)</sup>의 대상이 되고 있다. 일반적으로 페놀성 물질을 phenolic acid 및 coumarine류, flavonoid류 그리고 탄닌류(hydrolyzable 및 condensed tannins)의 세 그룹으로 나누며 그 구조에 따라 이화학적 성질 및 생리적 기능이 달리 나타난다<sup>19)</sup>.

페놀성 물질은 동물체에서 변이원성과 발암성과 같은 심한 독성을 발휘<sup>20)</sup>하는 등의 단점 등이 보고되었으나 최근에는 단백질과 결합하는 이러한 성질이 미생물 세포와 작용하여 성장저해를 유발시킴으로써 항균작용<sup>21-23)</sup>과, 항암효과<sup>24)</sup>가 보고되고 있으며 유해 중금속과 결합하여 체내 흡수이용을 저해하여 제거시키는 효과<sup>25)</sup>가 보고되었다.

예로부터 제수용품, 기호식품 등으로 사용되어 온 밤(chestnut)

은 다년생 나무인 참나무과의 열매로서 짙은 갈색의 껍질로 쌓여 있으며 과육은 대부분 전분이고 소량의 단백질과 지방을 함유하고 있다. 최근 밤의 생산량이 급증하는 추세로 소비증대를 위해 밤의 저장성 증가와 용도개발에 대한 연구<sup>26-30)</sup>가 진행되고 있다. 오 등<sup>31)</sup>은 울피, 솔잎, 아세톤 추출물에서 폴리페놀화합물의 분석결과 울피추출물의 폴리페놀화합물함량이 월등히 많아 항산화력이 뛰어났었다고 보고하였다.

본 연구에서는 울피로부터 폴리페놀성 물질을 에테르, 부탄올, 물층으로 분획추출하여 대두유에 추출물을 첨가한 후 자동산화와 가열산화중의 항산화력을 토코페롤, BHA와 비교하였고, 추출물의 주요성분을 HPLC로 조사하여 항산화효과와의 관련성을 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에서 사용한 울피는 경동시장에서 구입하였고, 대두유는 산화방지제가 첨가되지 않은 제품으로 롯데삼강(주)으로부터 공급받아 사용하였다. 토코페롤은 DL- $\alpha$ -tocopherol (Junsei Chemical Co.) 를 사용하였다.

### 2. 울피추출<sup>32)</sup>

70% 아세톤으로 추출하여 얻은 울피 추출물을 분액깔때기에 넣고 여과액을 감압농축시킨 후 얻어진 농축물에 (Fig. 1)과 같이 에테르, 에틸아세테이트, 부탄올을 차례로 첨가하여 추출물을 용출시킨 후 용매를 회수하여 각 용매의 분획물을 얻었다. 또 최종적으로 물로 용출시킨 추출물도 얻었다.

### 3. 시료유지의 조제

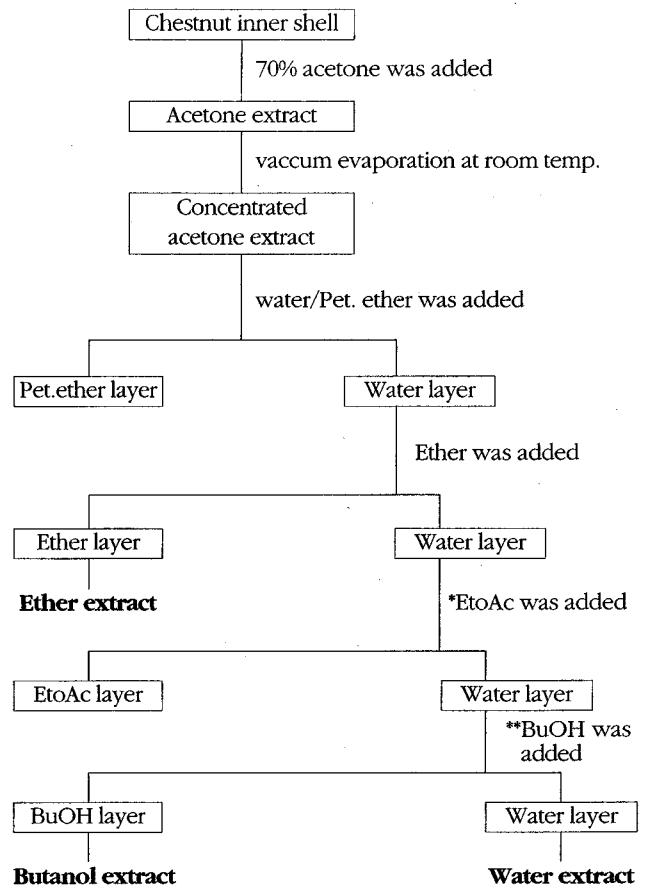
울피의 에테르, 부탄올, 물추출물과 토코페롤, BHA를 대두유에 각각 0.02% 농도가 되도록 첨가하여 시료유지를 사용하였다.

### 4. 과산화물가 측정

대두유의 자동산화과정 중 울피추출물의 항산화효과를 분석하기 위하여 과산화물가를 측정하였다. 즉 울피 용매별 추출물을 대두유에 첨가하여 45℃, 60℃로 조절된 항온기에서 산화를 진행시키면서 경시적으로 과산화물가를 측정하였다. 과산화물가는 AOCS 방법<sup>33)</sup>으로 유지 1kg당의 과산화물의 밀리당량 (meq/kg)으로 표시하였다. 즉, 시료 1g에 acetic acid : chloroform (3:2)를 30ml 넣은 후 포화요오드화칼륨용액 0.5ml를 첨가하여 1분간 흔든다. 증류수 30ml를 넣고, 0.1N-Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>용액으로 노란색이 거의 없어질 때까지 적정한 다음 전분지시약을 2-3방울 떨어뜨린 후 다시 재적정하였다.

### 5. 산가 측정

울피 용매추출물이 첨가된 시료유지를 180℃로 가열시키면



<Fig. 1> Schematic diagram of extraction and isolation of polyphenols from chestnut inner shell(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.)

\*EtoAC : ethylacetate, \*\*BuOH: butanol

서 일정 시간마다 시료를 채취한 후 AOCS<sup>33)</sup>방법을 응용하여 산가를 측정하였다. 즉, 시료 0.05g을 500ml삼각플라스크에 담은 후 에탄올 100ml를 가하여 완전히 용해시킨 다음 지시약 0.5ml를 첨가하여 0.05N-NaOH로 적정하였다. 등전점은 분홍색이 30초간 유지되는 점으로 하였다.

### 6. HPLC 분석

HPLC 분석은 이<sup>32)</sup>의 방법에 따라 행하였다. 즉 각각의 추출물을 methanol에 녹여서 injection하였으며, Cosmosil column을 사용하였고, 용매로는 H<sub>2</sub>O, methanol을 사용하였는데 0.025% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>를 함유한 methanol을 18분까지 10%에서 64%로 증가시키고, 4분 동안 100%로 증가시킨 후 3분간 유지시켰고, 용출된 peak와 탄닌표준품들의 peak를 비교하여 성분을 확인하고 그 함유량을 측정하였다.

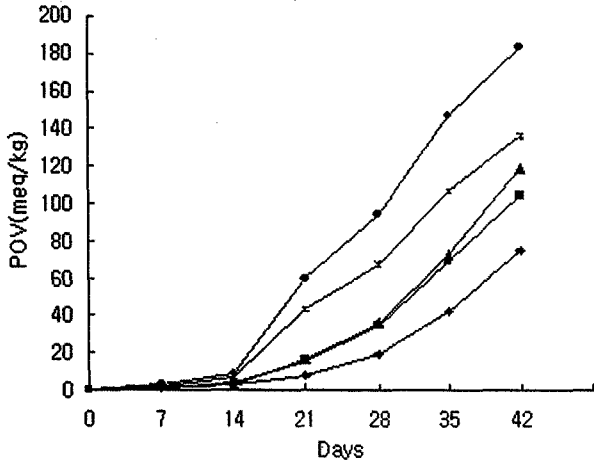
## III. 결과 및 고찰

### 1. 자동산화에서의 울피 추출물의 항산화효과

대두유에 울피 에테르추출물과 부탄올 추출물,  $\alpha$ -tocopherol,

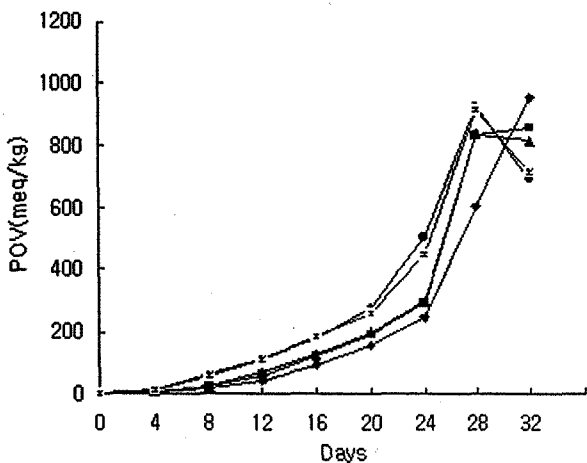
BHA를 각각 0.02%씩 첨가하고 과산화물가의 변화를 측정된 결과 (Fig. 2, 3)과 같았다.

45°C±0.5°C에서 저장한 경우, 7, 21, 35일 후의 과산화물가는 무첨가구 2.3, 16.7, 73.0 meq/kg, 에테르추출물첨가구 1.7, 16.0, 69.0meq/kg, 부탄올추출물첨가구 1.3, 8.2, 42.7meq/kg



<Fig. 2> Changes of peroxide value of soybean oil containing 0.02% ether extract and butanol extract of chestnut inner shell (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), 0.02% tocopherol and 0.02% BHA at 45°C.

-▲- : soybean oil, -●- : soybean oil + tocopherol, - - - : soybean oil + BHA -■- : soybean oil+ether extract of chestnut inner shell (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), -◆- : soybean oil+butanol extract of chestnut inner shell (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.)



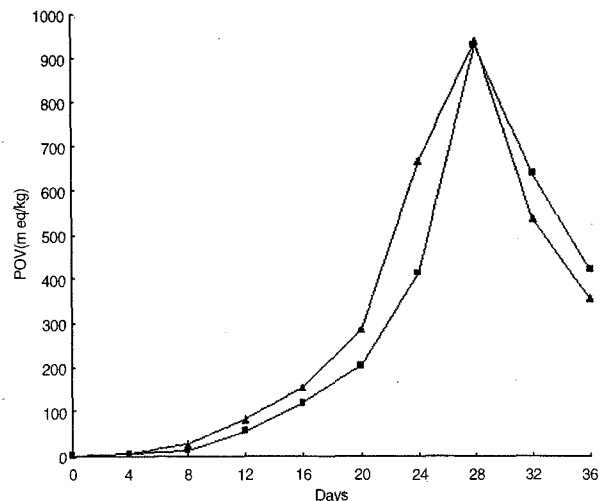
<Fig. 3> Changes of peroxide value of soybean oil containing 0.02% ether extract and butanol extract of chestnut inner shell (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), 0.02% tocopherol and 0.02% BHA at 60°C.

-▲- : soybean oil, -●- : soybean oil + tocopherol, - - - : soybean oil + BHA -■- : soybean oil+ether extract of chestnut inner shell (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), -◆- : soybean oil+butanol extract of chestnut inner shell (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.)

으로 무첨가구보다 항산화력이 뛰어났다. 특히 부탄올추출물은 강한 항산화력을 보였다. 토코페롤은 2.7, 59.8, 146.9meq/kg, BHA는 2.0, 43.3, 106.6meq/kg으로 산화촉진효과를 보였다.

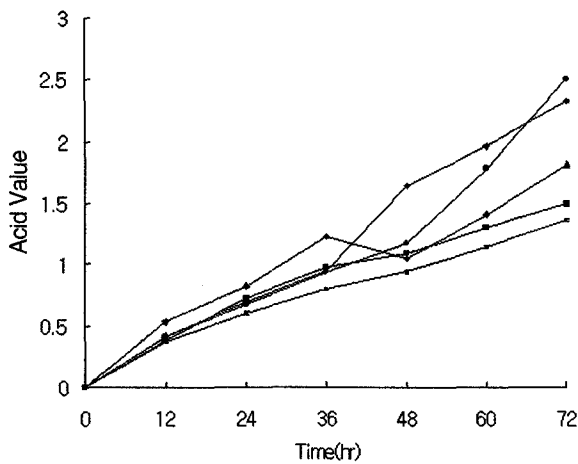
또 60°C±0.5°C에서 저장한 경우 4, 8, 12, 16일 후의 과산화물가는 무첨가구 6.0, 22.7, 67.9, 126.8meq/kg, 에테르추출물첨가구 5.6, 23.0, 60.5, 120.9meq/kg, 부탄올추출물첨가구는 5.6, 17.7, 41.1, 93.4meq/kg으로 무첨가구에 비해 유지산패 지연효과가 있었다.

한편, 율피의 물추출물첨가구의 항산화력을 분석한 결과 (Fig. 4)와 같았다. 60°C±0.5°C에서 4, 8, 12, 16일 후의 과산화물가는 무첨가구 5.1, 26.2, 82.9, 155.0meq/kg, 물추출물첨가구 5.8, 11.8, 56.2, 120.4meq/kg으로 무첨가구에 비하여 높은 항산화력을 보였다. 따라서, 세가지 추출물을 비교해 보았을 때 부탄올 추출물이 항산화효과가 우수하였다. 백<sup>34)</sup>은 대두유에 생강 추출물을 첨가한 뒤 45, 65, 85, 105°C의 저장조건에서 산화에 미치는 온도의 영향과 항산화력을 비교하였는데, 생강 추출물은 모든 온도에서 대두유의 산화를 안정시켰으며, 특히 45°C에서 65°C로 온도상승에 따른 항산화력의 차이가 있음을 보고하였다. 율피에서도 저장온도 차이에 따라 항산화력의 변화가 있으며, 추출물의 항산화력은 BHA, 토코페롤보다 높은 것으로 나타났다. 박 등<sup>35)</sup>은 자동산화시 정향의 용매별추출물 항산화력이 토코페롤과 BHA보다 우수하였고, 이는 정향의 대표적 생리활성 물질인 flavonoid류인 eugenol에 의해 강한 항산화효과를 보인 것으로 보고하였다.



<Fig. 4> Changes of peroxide value of soybean oil containing 0.02% water extract of chestnut inner shell (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) at 60°C.

-▲- : soybean oil, -●- : soybean oil + tocopherol, - - - : soybean oil + BHA -■- : soybean oil+ether extract of chestnut inner shell (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), -◆- : soybean oil+butanol extract of chestnut inner shell (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.)



<Fig. 5> Changes of acid value of soybean oil containing 0.02% ether extract and butanol extract of chestnut inner shell(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), 0.02% tocopherol and 0.02% BHA at 180°C.

-▲- : soybean oil, -●- : soybean oil + tocopherol, -◆- : soybean oil + BHA -■- : soybean oil+ether extract of chestnut inner shell(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), -◇- :soybean oil+butanol extract of chestnut inner shell(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.)

2. 가열산화에서의 율피 추출물의 항산화효과

율피 용매별 추출물과 토코페롤, BHA를 각각 0.02%씩 첨가하고 180°C±0.5°C에서 72시간동안 가열하면서 12시간마다 산가를 측정하였다. 그 결과는 <Fig. 5>와 같았다.

무첨가구의 산가는 0.54, 0.82, 1.23, 1.05, 1.81로 증가하였고, 에테르추출물첨가구는 0.39, 0.72, 0.97, 1.09, 1.49, 부탄올추출물첨가구는 0.42, 0.7, 0.95, 1.64, 2.32로 무첨가구에 비해 에테르추출물첨가구는 항산화력이 뛰어났으며, 부탄올추출물첨가구는 저장초기에는 무첨가구보다 산가가 낮았으나 저장후반에 산화촉진의 효과를 보였다. 토코페롤은 0.41, 0.68, 0.93, 1.17, 2.5로 저장초기와는 달리 산화가 진행되면서 항산화력이 떨어졌다. BHA는 0.37, 0.61, 0.8, 0.94, 1.36으로 높은 항산화력을 보였다. 김 등<sup>36)</sup>은 생강추출물의 항산화효과 측정시 대두유에 토코페롤을 첨가하여 산가를 비교하였을 때 무첨가구와 추출물 첨가구보다 산가가 높게 나와 산화억제력이 떨어진다고 하였는데, 본 연구결과와 비슷한 경향을 보였다.

3. 율피의 항산화성분의 분석

율피의 에테르, 부탄올 추출물성분은 <Table 1>에 나타내었다. 에테르 추출물성분으로 ellagic acid가 42.07%(w/w), 그 외에 quercetin, morin, naringenin, flavanol이 존재하였다. 부탄올 추출물성분으로는 ellagic acid, naringenin, gallic acid, flavanol이었고, naringenin이 33.90%(w/w)로 가장 많았다. 폴리페놀류의 총량을 용매별로 보면 에테르추출물은 49.09%(w/w), 부탄올추출물은 76.26%(w/w)로 부탄올추출물이 훨씬 많았고, gallic acid가 검출되었는데 이것이 부탄올추

<Table 1> Polyphenol components of ether, butanol extract of chestnut inner shell (% , W/W)

Components	Ether extract	Butanol extract
Ellagic acid	42.07	15.25
Quercetin	4.40	-
Morin	2.45	-
Naringenin	0.24	33.90
Gallic acid	-	18.64
Flavanol	0.93	8.47
Total	49.09	76.26

출물의 우수한 항산화효과에 영향을 미친 것으로 생각된다. Senter 등<sup>29)</sup>은 밥의 성분 중 gallic acid가 가장 많은 것으로 보고하였다. 차 등<sup>37)</sup>은 밤외피, 도토리피의 항산화활성의 주성분은 에틸아세테이트와 부탄올 분획물이라고 하였으며, 이 등<sup>38)</sup>에 의하면 도토리 추출물에서 gallic acid의 항산화 작용이 있다고 보고하였다. 차 등<sup>39)</sup>은 오배자의 메탄올추출물로부터 분리한 페놀화합물 중 항산화성이 우수한 물질로 gallic acid를 동정하여 보고하였다.

IV. 요약

대두유에 율피의 용매분획별(에테르, 부탄올, 물) 추출물과 tocopherol, BHA를 각각 0.02% 첨가한 후 자동산화 및 가열산화시 항산화효과를 비교하였다.

1. 자동산화시 과산화물가를 통한 항산화력 비교에서 45°C에서 42일간 저장한 경우 부탄올추출물 > 에테르추출물 > 무첨가구 > BHA > 토코페롤 순으로 항산화력이 있었고, 60°C에서 32일간 저장한 경우에도 부탄올추출물이 강한 항산화력을 보였으며, 에테르추출물은 무첨가구와 큰 차이가 없었다.

2. 가열산화의 경우 에테르추출물이 우수한 항산화력을 나타내었다.

3. 추출물의 용매별 항산화성분의 분석결과 에테르추출물에는 ellagic acid, quercetin, morin, naringenin, flavanol로서 주요성분은 ellagic acid이었다. 이들 성분의 총량은 에테르추출물 49.09%(w/w), 부탄올추출물 76.26%(w/w)로서 부탄올추출물에 폴리페놀성분이 다량 함유되어있어 우수한 항산화효과에 영향을 미친 것으로 판단된다. 부탄올추출물에는 ellagic acid, naringenin, gallic acid, flavanol이 있었으며, 주요성분은 naringenin, gallic acid로서 이들 성분들이 항산화 효과에 영향을 미친 것으로 사료된다.

■ 참고문헌

1) Gray, J.I. Measurement of lipid oxidation. J. Am. Oil Chem. Soc., 55(6): 539, 1978  
 2) Deman, J.M. Lipids in principles of food chemistry. 2nd ed., Marcel Dekker, Inc., New York, 57: 507, 1990  
 3) Farag, R.S., Badei, A.Z.M.A. and El-Baroty, G.S.A.

- Influence of thyme and clove essential oils in cotton seed oil oxidation. J. Am. Oil Chem. Soc., 66(6): 800, 1989
- 4) Branen, A.L. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. J. Am. Oil Chem. Soc., 52(2): 59, 1975
  - 5) Choe, S.Y. and Yang, K.M. Toxicological studies of antioxidant butylated hydroxyanisole. Korean J. Food Sci. Technol., 14(3): 283, 1982
  - 6) Choi, U., Shi, D.H., Chang, Y.S. and Shin, J.I. Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. Korean J. Food Sci. Technol., 24(2): 142, 1992
  - 7) Ahn, C.Y., Hyun, K.H. and Park, K.H. Investigation of antioxidative substances in black sesame seed. Korean J. Food Sci. Technol., 24(1): 31, 1992
  - 8) Kasuga, A., Aoyagi, Y. and Sugatara, T. Antioxidant activities of edible plants. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 35(12): 828, 1988
  - 9) Hahm, T.S., King, D.L. and Min, D.B. Food antioxidants. Food Biotech., 2(1): 1, 1993
  - 10) Vekari, S.A., Oreopoulou, V., Tzia, C. and Thomopoulos, C.D. Oregano flavonoids as lipid antioxidants. J. Am. Oil Chem. Soc., 70(5): 483, 1993
  - 11) Larson, R.A. The antioxidant of higher plants. Phytochemistry, 27(4): 969, 1988
  - 12) Cho, H.S. and Ahn, M.S. Antioxidative effectiveness of phenolic acids in defatted sesame flour on the soybean oil. Korean J. Dietary Culture, 14(1): 40, 1999
  - 13) Park, J.H., Kang, K.C., Baek, S.B., Lee, Y.H. and Lee, K.S. Separation of antioxidant compounds from edible marine algae. Korean J. Food Sci. Technol., 23(3): 256, 1991
  - 14) Cho, H.S. and Ahn, M.S. Antioxidative effectiveness of phenolic acids in defatted perilla flour on the soybean oil. Korean J. Soc. Food Sci., 15(1): 50, 1999
  - 15) Shin, M.K. The science of green tea. Korean J. Dietary Culture, 9(4): 433, 1994
  - 16) Seo, J.H., Jeong, Y.J., Shin, S.R. and Kim, K.S. Effects of tannins from astringent persimmons in alcohol fermentation for persimmon vinegars. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29(3): 407, 2000
  - 17) Bravo L., Mannas E. and Calixto F.S. Dietary non extractable condensed tannin as indigestible compounds. J. Sci. Food Agric., 63(1): 63, 1993
  - 18) Saura, C.F. Dietary fiber complex in a sample rich in condensed tannin and uronic acids. Food Chemistry, 23(2): 95, 1987
  - 19) Salunkhe, D.K., Chavan, J.K. and Kadam, S.S. Dietary tannins: Consequences and remedies. CRC Press, Inc., Boca Raton. 1990
  - 20) Kumar, R. and Singh, M. Tannins Their adverse role in ruminant nutrition. J. Agric. Food Chem., 32: 447, 1984
  - 21) Grayer, R.J. and Harbone, J.B. A survey of antifungal compounds from higher plants. Phytochem., 37(1): 19, 1994
  - 22) Lee, B.W. and Shin, D.H. Screening of natural antimicrobial plant extract on food spoilage microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol., 23(2): 200, 1991
  - 23) Lee, B.W. and Shin, D.H. Antimicrobial effect of some plant extracts and their fractionates for food spoilage microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol., 23(2): 205, 1991
  - 24) Kim, B.G., Rhew, T.H., Choe, E.S., Chung, H.Y., Park, K.Y. and Rhee, S.H. Effect of selected persimmon leaf components against sarcoma 180 induced tumor in mice. J. Korean Soc. Food Nutr., 22(3): 334, 1993
  - 25) Kim, P.G., Ahn, R.M. and Hwang, S.H. The effects of tannic acid to the cadmium on mouse. J. Fd. Hyg. Safety, 13(2): 87, 1998
  - 26) Suh, K.S., Han, P.J. and Lee, S.J. Studies on the processing of chestnut(*Castanea pubinervis Schneid.*). Korean J. Food Sci. Technol., 6(2): 98, 1974
  - 27) Lee, B.y., Yoon, I.H., Kim, Y.B., Han, P.J. and Lee, C.M. Studies on storing chestnut(*Castanea crenata var.dulcis Nakai*) sealing with polyethylene film. Korean J. Food Sci. Technol., 17(5): 331, 1985
  - 28) Xu, S.Y. and Shoemaker, C.F. Gelatinization properties of chinese water chestnut starch and lotus root starch. J. Food Sci., 51(2): 445, 1986
  - 29) Senter, S.D., Horvat, R.J. and Forbus, W.R. Comparative GLC-MS analysis of phenolic acid of selected tree nut. J. Food Sci., 48(3): 798, 1983
  - 30) Jeon, B.G. A study on the production of chestnut powder in the inner shell(*endo carp*) of a chestnut from its treatment plant. J. Korea Solid Wastes Engineering Society, 15(1): 57, 1998
  - 31) Oh, S.H., Kim, Y.W. and Kim, M.A. The antioxidant activities of acetone extracts of chestnut inner shell, pine needle and hop. Korean J. Food Culture, 19(4): 399, 2004
  - 32) Lee, J.S. Isolation of tannin and other polyphenols in hop(*Humulus lupulus L.*). Thesis for the Degree of Master, Dep. of Agriculture, Graduate School, Dongguk University, Seoul, 1998
  - 33) A.O.C.S. Official methods and recommended practices. 4th ed. Am. Oil. Chem. Soc., Illinois, U.S.A. 1990
  - 34) Baek, S.E. Effect of temperature on antioxidant of crude gingerol. Korean J. Soc. Food Sci., 10(2): 121, 1994
  - 35) Park, S.I. and Son, J.Y. Effects of clove extracts on the autoxidation and thermal oxidation of soybean oil.

- Korean J. Food Cookery Sci., 20(1): 81, 2004
- 36) Kim, E.J. and Ahn, M.S. Antioxidative effect of ginger extracts. Korean J. Soc. Food Sci., 9(1): 37, 1993
- 37) Cha, B.C., Lee, H.W. and Choi, M.Y. Antioxidative and antimicrobial effects of nut species. Kor. J. Pharmacogn., 29(1): 28, 1998
- 38) Lee, M.H., Jeong, J.H. and Oh, M.J. Antioxidative activity of gallic acid in acorn extract. Korean Soc. Food Nutr., 1(6): 693, 1992
- 39) Cha, B.C., Lee, S.B., Rhim, T.J. and Lee, K.H. Constituents of antioxidative activity and free radical scavenging effect from galla rhois(*Rhus javanica* Linne). Kor. J. Pharmacogn., 31(2): 185, 2000