

## 올피, 솔잎, 호프의 아세톤 추출물의 항산화작용

오승희 · 김용욱 · 김명애\*  
동국대학교 식물자원학과, 동덕여자대학교 식품영양학과\*  
(2004년 7월 5일 접수)

### The Antioxidant Activities of Acetone Extracts of Chestnut Inner Shell, Pine Needle and Hop

Seung-Hee Oh, Yong-Wook Kim, and Myoung-Ae Kim\*  
*Department of Plant Resources, Dongguk University*  
*Department of Food and Nutrition, Dongduk Women's University\**  
(Received July 5, 2004)

#### Abstract

The extracts 70% acetone from chestnut inner shell, pine needle and hop flower were added to soybean oil, lard, soybean oil-water emulsion and lard-water emulsion in order to test the antioxidant activity compared with  $\alpha$ -tocopherol, respectively. Induction period was determined by Rancimat and the antioxidant activities were recorded in the order of pine needle>chestnut inner shell>hop>tocopherol in the soybean oil, and in the order of tocopherol>chestnut inner shell>pine needle>hop in the lard treatment. These three extracts showed similar high antioxidant activity by peroxide value test in soybean oil, soybean oil-water emulsion, lard and lard water emulsion, respectively. The chestnut inner shell extract would be the highest antioxidant agent among the extracts tested in this study. Ellagic acid of chestnut inner shell and flavanol of pine needle would increase the antioxidant activity according to analysis result of polyphenol compound, respectively.

**Key Words :** chestnut inner shell, pine needle, hop, antioxidant activity, soybean oil, soybean oil-water emulsion, lard, lard-water emulsion

#### I. 서론

현대에는 식생활의 형태가 서구화, 다양화, 간편화되면서 많은 종류의 음식들이 생겨났다. 이런 식품중의 하나로 유지를 이용한 튀김음식류 등이 늘어났으며, 이들 식품의 조리방법 및 저장에 관하여 많은 관심이 모아지고 있다. 유지를 이용한 음식은 여러 요인으로 맛과 영양이 변질이 되는데 그 중에

서도 지방의 변패에 의한 요인이 큰 영향을 미친다. 항산화제는 그 반응 기작에 따라 BHT, BHA, TBHQ와 같은 free radical terminator, ascorbic acid나 glucose oxidase와 같은 reducing agent 또는 oxygen scavenger, citric acid나 EDTA와 같은 chelating agent 등으로 분류한다<sup>1)</sup>. 현재까지 이용되는 항산화제의 대부분은 인공합성품으로 그 위해성<sup>2-6)</sup>이 끊임없이 대두되어 소비자의 거부감이 날로 심해지고,

안전성과 건강에 대한 사회적 관심이 고조되면서 인체에 안전하고 효과적인 천연물에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며<sup>7,8)</sup>, 근래에는 인간이 안전하게 오랫동안 먹어왔던 식물로부터 항산화효과가 있는 물질을 분리, 이용하려는 시도가 활발히 이루어지고 있다<sup>9-10)</sup>. 식물체는 다양한 형태의 항산화 물질을 함유하고 있으며<sup>8)</sup>, 이들로부터 분리된 항산화물질들은 각종 프리라디칼이 관여하는 것으로 여겨지고 있는 노화 관련 질환에 예방효과<sup>11-13)</sup>가 있을 것으로 추측되어 한층 활발한 연구가 되고 있는 실정이다<sup>9)</sup>. 식용 또는 약재로 사용하고 있는 천연물 중에는 토코페롤, 향신료 추출물, 참깨, flavonoid, phenol유도체 등에 항산화물질이 존재하는 것으로 알려져 있다<sup>14)</sup>.

본 실험에서는 울피, 솔잎, 호프의 아세톤 추출물에 대한 항산화효과를 조사하기 위하여 대두유, 대두유유탁액, 돈지, 그리고 돈지유탁액에 이들의 추출물을 첨가하여 자동산화과정중의 항산화력을  $\alpha$ -토코페롤과 비교하였다. 또한 울피, 솔잎, 호프의 아세톤 추출물의 HPLC상에 나타난 성분분석을 통해 항산화효과와의 관련성을 검토함으로써 천연항산화물질의 발굴과 이용기술을 확립하고자 실험을 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에서 사용한 울피와 솔잎은 경동시장에서 구입하였으며, 호프는 농촌진흥청에서 제공받았다. 대두유, 돈지는 산화방지제가 첨가되지 않은 제품으로 롯데삼강(주)으로부터 공급받아 사용하였다. 유지-물 에멀전 조제에 사용된 유화제는 Tween 80 (Duksan Pharmaceutical Co.)과 Span 80 (Duksan Pharmaceutical Co.)을 사용하였다. 비교구로서 천연항산화제인 DL- $\alpha$ -Tocopherol (Junsei Chemical Co.)를 사용하였다. 입수한 울피, 솔잎, 호프 시료는 분쇄하여 20일간 70% 아세톤에 침출시켜 용매를 휘발시킨다음, 각종 유지에 첨가하여 항산화효과를 조사하였다. 울피는 속껍질만을 사용하였다.

### 2. 시료유탁액의 조제

대두유유탁액은 김<sup>15)</sup>의 방법에 따라 조제하였다. 유지, 물, Tween 80+Span 80(1:1)의 혼합유화제를 각각 10:9:1의 비율로 섞어 3,000rpm에서 30분간 균질화 하여 유지유탁액을 조제하였다. 울피, 솔잎, 호프의 추출물과 토코페롤을 methanol에 용해시켜 대두유, 대두유유탁액, 돈지, 돈지유탁액에 각각 0.02%씩 첨가하였다.

### 3. 유도기간 측정

산화안정성의 측정에는 Rancimat 617 (Metrohm Co., Swiss)을 사용하였다. 시료유지 2.5g을 absorption vessel에 넣고 110°C에서 20 l/hr의 속도로 공기를 주입하면서 산화를 가속화시켰다. Absorption vessel 내의 전기전도도를 측정한 후 유도기간내의 기울기와 대수적 상승기간의 기울기가 교차하는 시점까지의 거리를 유도기간으로 하였다<sup>16)</sup>.

### 4. 과산화물가 측정

시료는 45°C  $\pm$  0.5°C의 항온기에서 산화를 진행시키면서 일정시간마다 시료를 채취하여 과산화물가를 측정하였다. 과산화물가는 AOCS 방법<sup>17)</sup>으로 측정하여, 유지 1kg당의 과산화물의 밀리당량 (meq/kg)으로 표시하였다.

### 5. HPLC 분석

HPLC 분석은 이<sup>18)</sup>의 방법에 따라 행하였으며, 측정조건은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Operation conditions of HPLC

Item	Condition
Instrument	Dionex Dual Pump DX-500
Column	Cosmosil packed column(4.6 × 150mm 5 $\mu$ m type)
Mobile phase	water, methanol
Detector	Dionex UV detector(254nm)
Flow rate	1ml/min
Injection volume	0.5ml
Recorder	Shimadzu integrator recorder(C-R7A)

각각의 추출물을 methanol에 용해시켜 injection 하였다. 용매로는 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 유지시켰다. 용출 된 peak와 탄닌표준품들의 peak를 비교하여 성분을 확인하고 그 함유량을 측정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 올피, 솔잎, 호프 추출물의 유도기간 비교

올피, 솔잎, 호프의 아세톤 추출물과 토크페롤을 대두유와 돈지에 각각 0.02% 첨가하고 유도시간 측정 결과 <Table 2>와 같았다.

대두유의 경우 무첨가구는 5.00시간, 토크페롤 첨가구는 5.30시간이었으며, 올피 추출물첨가구는 6.25시간, 솔잎 추출물첨가구는 6.30시간, 호프 추출물첨가구는 5.90시간이므로 올피와 솔잎 추출물은 토크페롤보다 산화억제효과가 컸다.

돈지의 경우 무첨가구는 3.00시간이었는데 올피, 솔잎, 호프 추출물첨가구는 각각 3.85, 3.40, 3.25시간이므로 토크페롤 첨가구의 8.95시간보다 월등히 짧게 나타났으며 대두유에서보다 큰 항산화효과를 보였다. 최 등<sup>9)</sup>은 돈지에 붉나무 추출물 0.06% 첨가한 것이 유도시간을 3.03배 연장시켰다고 보고하였다.

#### 2. 대두유에 대한 올피, 솔잎, 호프 추출물의 항산화효과

대두유에 올피, 솔잎, 호프추출물과 토크페롤을 각각 0.02%를 첨가하고 45°C ± 0.5°C에서 저장하면서 과산화물가의 변화를 측정한 결과는 <Fig. 1>과 같다. 무첨가구의 과산화물가가 8.0, 33.8, 85.9 meq/kg으로 증가하였고, 올피 추출물첨가구는 3.7, 9.0, 50.4 meq/kg, 솔잎 추출물첨가구는 5.4, 11.2, 45.4 meq/kg으로 강한 항산화력을 보였다. 호프 추출물첨가구는 12.2, 39.6, 89.6 meq/kg으로 무첨가구와 큰 차이는 없었으며, 토크페롤 첨가구는 28.4, 81.5, 139.1 meq/kg으로 산화가 촉진되었다.

토크페롤의 항산화효과는 온도에도 의존하며<sup>19)</sup>,

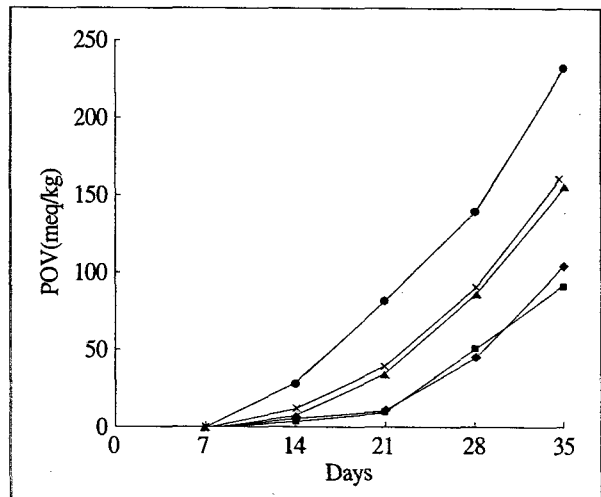
<Table 2> Induction period of soybean oil and lard added to acetone extract from chestnut inner shell, pine needle and hop by measurement of Rancimat

Extracts	Soybean oil	Lard
Control	5.00	3.00
Chestnut inner shell	6.25	3.85
Pine needle	6.30	3.40
Hop	5.90	3.25
$\alpha$ -Tocopherol	5.30	8.95

The addition level of the extracts was 0.02%(W/W).

$\alpha$ -토크페롤의 경우 농도가 최적유효농도보다 높으면 ( $5 \times 10^{-3}$  mole  $\alpha$ -t/mole of linoleic acid) 오히려 산화를 촉진하는데 이러한 작용은 수용액 시스템(aqueous system)에서 쉽게 나타났다는 보고도 있다<sup>20)</sup>. 또한 Cort와 정과 민<sup>21,22)</sup>은 동물성 유지보다 식물성 유지에서 토크페롤의 항산화효과가 저조하다고 하였으며, 토크페롤이 linoleic acid 보다 oleic acid에서 높은 항산화효과를 보이는데 식물성 유지에는 oleic acid 함량이 적기 때문이라고 보고하였다.

김 등<sup>23)</sup>에 의하면 솔잎, 자초, 솔잎+자초 복합추출물의 항산화력을 검토한 결과 솔잎 추출물이 효



<Fig. 1> Changes of peroxide value of soybean oil contained extract of chestnut inner shell, pine needle and hop at 45°C condition

▲ : soybean oil, ● : soybean oil +  $\alpha$ -tocopherol, ■ : soybean oil + chestnut inner shell(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), ◆ : soybean oil + pine needle(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.), × : soybean oil + hop(*Humulus lupulus* L.).

과가 있음을 보고하였다. 강 등<sup>24)</sup>은 솔잎에 있는 polyphenolic compounds가 항균력이 있다고 보고하였다. 부 등<sup>25)</sup>은 각종 노화 관련 질환을 유발하는 것으로 알려진 프리라디칼<sup>26)</sup>에 대한 소거작용이 뛰어난 성분인 4-hydroxy-5-methyl-3[2H]-furanone 을 솔잎으로부터 분리하였고, 이것은 지질과산화반응을 억제시킨다고 보고하였다.

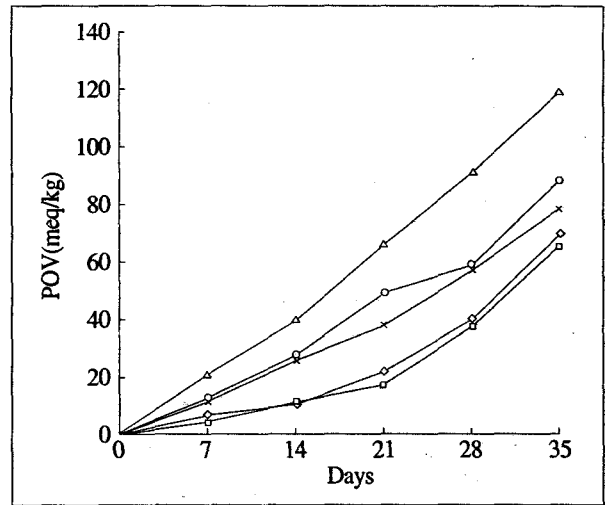
본 실험에서 대두유의 산화에 대해 울피, 솔잎, 호프의 70% 아세톤 추출물의 항산화효과는 울피, 솔잎 > 호프, 무첨가구 > 토코페롤 순으로 울피와 솔잎 추출물이 가장 강하였으며 호프는 효과가 없었고, 토코페롤은 오히려 산화를 촉진하였다.

표 등<sup>27)</sup>은 달맞이꽃 종자유의 산화안정성에 대한 알파토코페롤의 첨가효과가 무첨가구에 비해 가속적인 산화촉진작용을 나타냈다고 하였다. 이와같은 알파토코페롤의 산화촉진작용은 액체기질일 때 특히 고도불포화지방산의 자동산화율을 증대시킨다고<sup>28,29)</sup> 하며 이러한 산화촉진작용은 토코페롤자체의 산화율과도 관계되는 것으로 보고<sup>20)</sup>되고있다.

### 3. 대두유유탁액에서의 울피, 솔잎, 호프 추출물의 항산화효과

대두유유탁액에 울피, 솔잎, 호프 추출물을 첨가한 후 측정된 결과 <Fig. 2>와 같았다. 대두유유탁액의 무첨가구는 과산화물가가 21.2, 66.4, 119.3meq/kg 으로 현저하게 증가하였는데 반해 울피 추출물첨가구는 4.7, 17.5, 65.6 meq/kg, 솔잎 추출물첨가구는 7.0, 21.9, 70.1 meq/kg, 호프 추출물첨가구는 11.6, 38.2, 78.7 meq/kg으로 항산화력이 뛰어난 것을 알 수 있었다. 토코페롤을 첨가한 것은 12.5, 49.3, 88.5 meq/kg으로 호프추출물을 첨가한 것과 비슷한 항산화 효과를 나타냈다.

이 등<sup>14)</sup>은 도토리 분말로부터 아세톤과 물 혼합용액, 에틸아세테이트로 추출한 성분이 gallic acid, digallic acid, gallotannin이었는데, 그 중 gallic acid가 유탁액 상태의 기질에서는 강한 항산화력을 나타내었다고 보고하였다. 양 등<sup>30)</sup>은 울피 추출물이 tyrosinase활성억제와 Dopa자동산화 억제효과를 동시에 가지고 있는 물질로써 피부의 흑화억제작용을 유도하는 저가의 미백화장품원료로써 이용될 가능성이 높은 것으로 보고하였다. 또한 울피에 함유된



<Fig. 2> Changes of peroxide value of soybean oil-water emulsion contained extract of chestnut inner shell, pine needle and hop at 45°C condition

△ : soybean oil-water emulsion, ○ : soybean oil-water emulsion + α-tocopherol, □ : soybean oil-water emulsion + chestnut inner shell(Castanea crenata Sieb. et Zucc.), ◇ : soybean oil-water emulsion + pine needle(Pinus densiflora Sieb. et Zucc.), × : soybean oil-water emulsion + hop(Humulus lupulus L.).

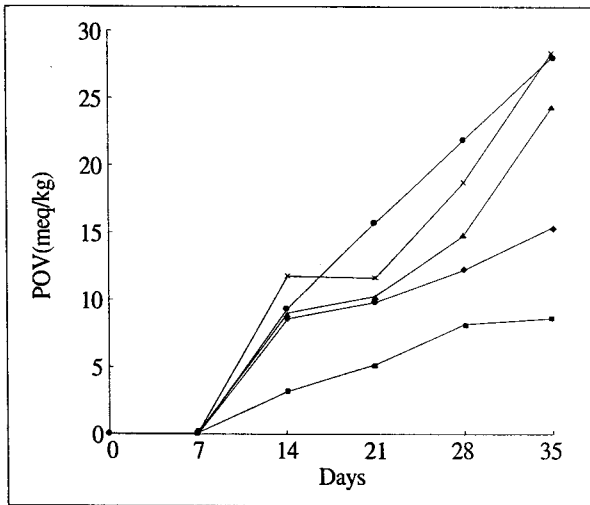
탄닌은 실험동물에서 항암효과를 나타낸다고 하였다<sup>31)</sup>.

대두유 유탁액에서도 울피와 솔잎 추출물의 항산화력이 특히 우수하였다.

### 4. 돈지에 대한 울피, 솔잎, 호프 추출물의 항산화효과

돈지에 울피, 솔잎, 호프의 추출물과 토코페롤을 각각 0.02%를 첨가하고 45°C ± 0.5°C에서 저장하면서 과산화물가의 변화를 측정된 결과는 <Fig. 3>과 같다.

무첨가구가 9.0, 10.2, 14.8, 24.4 meq/kg이었고, 울피 추출물첨가구는 3.1, 5.1, 8.1, 8.5 meq/kg, 솔잎 추출물첨가구는 8.5, 9.8, 12.3, 15.4 meq/kg으로 무첨가구에 비해 항산화력이 높게 나타났다. 반면, 호프 추출물첨가구는 11.8, 11.6, 18.7, 28.4 meq/kg, 토코페롤 첨가구는 9.2, 15.7, 22.0, 28.1 meq/kg으로 산화촉진 효과를 보였다. 대두유에 추출물을 첨가한 경우에도 울피와 솔잎에 항산화력이 좋았으며, 돈지에서 솔잎의 경우 21일까지는 무첨가구와 비슷했지만, 울피



<Fig. 3> Changes of peroxide value of lard contained extract of chestnut inner shell, pine needle and hop at 45°C condition.

▲ : lard, ● : lard +  $\alpha$ -tocopherol, ■ : lard + chestnut inner shell(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), ◆ : lard + pine needle(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.), × : lard + hop(*Humulus lupulus* L.)

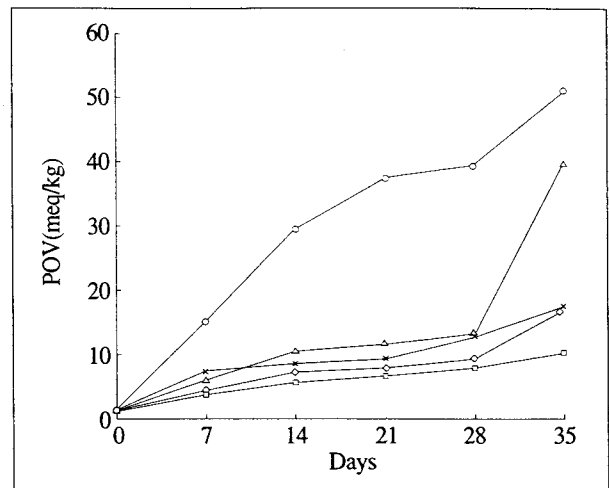
>솔잎>무첨가구순으로 항산화력이 좋았으며, 특히 올피의 항산화력이 강하게 나타났다. 강 등<sup>24)</sup>은 솔잎의 열수추출물과 70% 아세톤 추출물이 80.9, 82.6%의 전자공여능을 나타내어 항산화력이 있음을 보고하였다.

### 5. 돈지유타액에 대한 올피, 솔잎, 호프 추출물의 항산화효과

돈지유타액에서 7, 21, 35일 후의 과산화물가 <Fig. 4>와 같았다.

무첨가구는 각각 6.1, 11.7, 40.0 meq/kg으로 현저하게 증가한 반면, 올피 추출물첨가구는 3.6, 6.5, 10.1 meq/kg, 솔잎 추출물첨가구는 4.2, 7.9, 16.9meq/kg, 호프 추출물첨가구는 7.3, 9.0, 17.1 meq/kg으로 항산화력이 뛰어난 것을 알 수 있었다. 토코페롤 첨가구는 14.8, 37.7, 51.1meq/kg으로 산화가 촉진된 반면에, 올피, 솔잎, 호프의 추출물은 돈지유타액에서 모두 항산화효과가 있었다.

올피, 솔잎, 호프 추출물은 돈지에 있어서 유도시간을 측정할 때는 토코페롤보다 약하나 산화가 진행되면 항산화력을 효과적으로 나타내는 것으로 보인다. Kanematsue 등<sup>32)</sup>은 토코페롤동족체를 돈지,



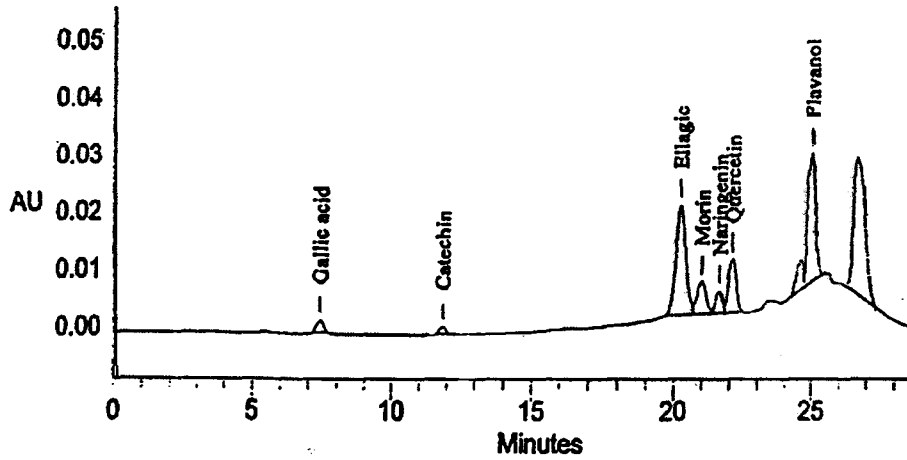
<Fig. 4> Changes of peroxide value of lard-water emulsion contained extract of chestnut inner shell, pine needle and hop at 45°C condition.

△ : lard-water emulsion, ○ : lard-water emulsion +  $\alpha$ -tocopherol, □ : lard-water emulsion + chestnut inner shell(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.), ◇ : lard-water emulsion + pine needle(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.), × : lard-water emulsion + hop(*Humulus lupulus* L.), ◊ : lard-water emulsion + hop + pine needle(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.)

야자유 및 옥수수유를 기질로 항산화효과를 측정했을 때 기질의 종류에 따라 토코페롤의 항산화력이 일정하지 않음을 보고하였다. 알파토코페롤은 지방산의 불포화도가 증가하면 많은 양의 과산화물을 형성하는 것으로 보고<sup>29,33)</sup>되고 있다. 임 등<sup>34)</sup>은 propolis의 주요성분인 페놀화합물이 돈지에 대한 항산화효과가 있다고 하였으며, 최 등<sup>35)</sup>도 항산화물질이 검출된 붉나무 추출물이 돈지에 대해 항산화력이 있음을 보고하였다.

<Table 3> Polyphenol components of acetone extract of chestnut inner shell, pine needle and hop. (% , W/W)

Component	Chestnut inner shell	Pine needle	Hop
Ellagic acid	16.50	0.32	0.32
Quercetin	6.50	0.17	0.26
Morin	4.26	0.07	0.16
Narigenin	2.76	-	0.29
Gallic acid	1.00	-	0.11
Catechin	0.76	0.18	-
Flavanol	-	1.24	0.16
Total	31.78	1.98	1.30



<Fig. 5> HPLC chromatogram of acetone extract from chestnut inner shell.

6. HPLC에 의한 항산화성분의 분리

울피에서 폴리페놀화합물의 성분을 70% 아세톤으로 추출한 뒤 HPLC의 컬럼을 통해서 용출된 peak를 <Fig. 5>에 나타내었고, 이와 동일한 방법으로 솔잎과 호프를 분석하였으며 그 결과는 <Table 3>이다.

울피는 ellagic acid가 16.5%로 가장 많았으며, 솔잎이나 호프에 비해 폴리페놀화합물의 함량이 월등히 많아 31.8%이었다. 이러한 고폴리페놀함량이 울피의 우수한 항산화효과에 큰 영향을 준 것으로 보인다. 김 등<sup>36)</sup>은 울피의 페놀산 조성과 함량을 조사한 결과 유리형 획분에서 gallic acid(4.63%), ellagic acid(3.49%), gentisic acid(1.5%)가, 에스테르형 획분에서 gallic acid(13.4%), ellagic acid(11.6%)가 중요 페놀산으로 확인하였다.

한편 솔잎은 2.0%, 호프는 1.3%로 울피보다 적었다. 솔잎은 폴리페놀화합물의 종류별 함량패턴이 달라 flavanol의 비율이 가장 높았다. 솔잎이 울피에 비해 폴리페놀함량이 상대적으로 낮아 호프와 비슷한 수준임에도 불구하고 <Fig. 1, 2, 3, 4>의 결과에서와 같이 유지류에 대한 항산화효과가 컸는데 이러한 항산화력은 flavanol의 영향이 컸던 것으로 판단된다. Quercetin<sup>37)</sup>도 강한 항산화작용이 있는 것으로 알려져 있고, Matsuzaki 등<sup>38)</sup>은 카테킨류의 항산화작용에 대하여 보고하였다.

IV. 요약

울피, 솔잎, 호프로부터 70% 아세톤 추출물을 획득하여 대두유, 돈지, 대두유 유타액, 돈지 유타액에 대한 항산화력을 토코페롤과 비교하였다.

Rancimat의 유도기간에 따른 항산화력 비교에서는, 대두유에서는 솔잎>울피>호프>토코페롤>무첨가구, 돈지에서는 토코페롤>울피>솔잎>호프>무첨가구로서 항산화력이 있었다.

Peroxide value의 측정을 통한 항산화력 비교에서는, 대두유나 대두유 유타액, 돈지나 돈지 유타액에서 이들 세 추출물은 같거나 우수한 항산화력을 나타내었으며, 울피가 가장 좋은 것으로 판단되었다.

폴리페놀화합물의 분석결과, 울피 추출물에는 ellagic acid가 솔잎 추출물에는 flavanol이 항산화력에 큰 영향을 미친 것으로 보인다.

■ 참고문헌

- 1) Dziejak, J.D. Antioxidants. *Food Technology*, 40(9): 94, 1986
- 2) Branen, A.L. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52(2): 59, 1975
- 3) Choe, S.Y. and Yang, K.M. Toxicological studies of antioxidant butylated hydroxyanisole. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 14(3): 283, 1982
- 4) 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
- 5) Farag, R.S., Ali, M.N. and Taha, S.H. Use of some essential oils as natural preservatives for butter. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 67(3): 188, 1990
  - 6) Hahm, T.S., King, D.L. and Min, D.B. Food antioxidants. *Food and Biotechnol.*, 2(1): 1, 1993
  - 7) Kasuga, A., Aoyagi, Y. and Sugahara, T. Antioxidant activities of edible plants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 35(12): 828, 1988
  - 8) Larson, R.A. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, 27(4): 969, 1988
  - 9) 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
  - 10) Wang, H., Cao, G. and Prior, R. Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food. Chem.*, 44(3): 701, 1996
  - 11) Shin, M.K. The science of green tea. *Korean J. Dietary Culture*, 9(4): 433, 1994
  - 12) Liu, C.H. and Xiao, P.G. Recent advances on ginseng research in China. *J. Ethnopharmacol.*, 36(1): 27, 1992
  - 13) Kim, S.M. and Cho, Y.S. Effect of pine needle extract reacted with active oxygen species on free radical reaction. *J. Life Resources & Industry*, 3: 35-40, 1998
  - 14) 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
  - 15) Kim, Y. H. Antioxidant activity of ten naturally occurring phenolic compounds in a soybean oil and a soybean oil-water emulsion substrates. Thesis for the Degree of Master, Dep. of Food Technol., Graduate School, Korea University, Seoul, 1982
  - 16) Laubli, M.W. and Bruttel, P.A. Determination of the oxidative stability of fats and oils: Comparison between the active oxygen method (AOCS Cd 12-57) and the rancimat method. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 63(6): 792, 1986
  - 17) A.O.C.S. Official methods and recommended practices. 4th ed. Am. Oil. Chem. Soc. Illinois, USA, 1990
  - 18) 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
  - 19) Chung, H.Y. and Yang, C.B. Oxidative degradation pattern of tocopherols on heating. *Food Sci. Biotechnol.*, 8(3): 168, 1999
  - 20) Cillard, J. and Cillard, P. Behavior of  $\alpha, \gamma, \delta$  tocopherols with linoleic acid in aqueous media. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 57(1): 39, 1980
  - 21) Cort, W.M. Antioxidant activity of tocopherols, ascorbyl palmitate and ascorbic acid and their mode of action. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 51(7): 321, 1974
  - 22) Jung, M.Y. and Min, D.B. Effect of  $\alpha$ -,  $\gamma$ -, and  $\delta$ -tocopherols on oxidative stability of soybean oil. *J. Food Sci.*, 55(5): 1464, 1990
  - 23) Kim, S.M., Cho, Y.S. and Sung, S.K. Effect of ethanol extracts in pinus densiflora, lithospermum erythrorhizon on the lipid oxidation of oil emulsion. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28(5): 984, 1999
  - 24) 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(6): 978, 1995
  - 25) 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(4): 310, 1994
  - 26) Lunec, J. Free radicals: Their involvement in disease processes. *Ann. Clin. Biochem.*, 27: 173, 1990
  - 27) Pyo, Y.H., Ahn, M.S. and Yim, U.K. Effects of tocopherols on the oxidation stability of evening primrose oil. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22(3): 255-260, 1990
  - 28) Cillard, J., Cillard, P., Cormier, M. and Girne, L. Alpha-tocopherol prooxidant effect in aqueous media. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 57: 252, 1980
  - 29) Cillard, J., Cillard, P. and Cormier, M. Effect of experimental factors on the prooxidant behavior of alpha-tocopherol. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 57: 255, 1980

- 30) Yang, M.J., Lim, S.J., Ahn, H.S., Kim, M.A. and Ahn, R.M. Inhibitory effects of chestnut bark extracts on tyrosinase activity and melanin biosynthesis. *Kor. J. Env. Hlth. Soc.*, 25(1): 37, 1999
- 31) Nepk, C., Asproдини, E. and Kouretas, D. Tannins xenobiotic metabolism and cancer chemoprevention in experimental animals. *Eur. J. Drug metab. Phormaeokinet.*, 24(2): 183, 1999
- 32) Kanematsu, H., Aoyama, M., Maruyama, T., Nhya, I. and Matsumot, T. Relationship between antioxidant effect of tocopherols and kinds of substrates. *Yukagaku*, 33: 241, 1984
- 33) Koskas, J., Cillard, J. and Cillard, P. Autoxidation of linoleic acid and behavior of its hydroperoxides with and without tocopherol. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61: 1466, 1984
- 34) Lim, D. K., Choi, U. and Shin, D. H. Antioxidative activity of some solvent extract from *Caesalpinia sappan* L. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(1): 77, 1996
- 35) Choi, U., Shi, D.H., Chang, Y.S. and Shin, J.I. Antioxidant activity of ethanol extract from rhus javanica linne on edible oil. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24(4): 320-325, 1992
- 36) Kim, Y. C., Kim, M. Y. and Chung, S. K. Phenolic acid composition and antioxidative activity of chestnut endodrem. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 45(3): 162, 2002
- 37) Pathak, D., Pathak, K. and Singla, A. K. Flavonoids as medicinal agents-recent advances. *Fitoterapia*, 62(5): 371, 1991
- 38) Matsuzaki, T. and Hara, Y. Antioxidative activity of tea leaf catechins. *Nippon Nogeikagaku kaishi*, 59(2): 129, 198