

## 편백정유의 항산화활성\*1

박 미 진\*2 · 최 원 실\*3 · 민 병 철\*3 · 김 호 용\*3 · 강 하 영\*2 · 최 인 규\*3†

### Antioxidant Activities of Essential Oils from *Chamaecyparis obtusa*\*1

Mi-Jin Park\*2 · Won-Sil Choi\*3 · Byeong-Cheol Min\*3 · Ho-Yong Kim\*3 ·  
Ha-Young Kang\*2 · In-Gyu Choi\*3†

#### 요 약

본 연구는 편백정유의 천연 항산화제로의 유용성을 평가하기 위하여 수행했다. 편백정유 원액과 편백정유 분획물의 항산화활성을 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)법과 ammonium thiocyanate법을 사용하여 조사하였다. DPPH법을 이용한 경우 편백정유의 IC<sub>50</sub>은 40  $\mu\text{l/ml}$ 였으며, 편백정유 분획물 중에서 G분획의 DPPH 항산화능이 0.5  $\mu\text{l/ml}$  농도에서 66.94%로 가장 높았다. Ammonium thiocyanate법에서 배양 1일 후 편백정유 원액과 편백정유 분획물 C, D, E의 항산화효과는 각각 72.0%, 71.2%, 71.9%, 71.0%였다. 항산화 활성분획인 G분획은  $\alpha$ -terpineol, elemol, widdrol,  $\alpha$ -cadinol 등으로 구성되어 있었다.

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the potential promise of *Chamaecyparis obtusa* oil as a natural antioxidant. *C. obtusa* oil and its fractions were subjected to screening for their antioxidant activities by using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) method and ammonium thiocyanate method. In the first case, IC<sub>50</sub> value of the *C. obtusa* oil was determined as 40  $\mu\text{l/ml}$ . At 0.5  $\mu\text{l/ml}$  concentration level, free radical scavenging effect of fraction G determined as 66.94% was the highest among the fractions of *C. obtusa* oil. In the ammonium thiocyanate method,

\*1 접수 2008년 8월 26일, 채택 2008년 10월 6일

\*2 국립산림과학원, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

\*3 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부, Dept. of Forest Sciences, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

† 주저자(corresponding author) : 최인규(e-mail: cingyu@snu.ac.kr)

essential oil of *C. obtusa* and its fraction C, D, and E showed activities of 72.0%, 71.2%, 71.9% and 71.1%, respectively. Fraction G, most active fraction, was mainly consisted of  $\alpha$ -terpineol, elemol, widdrol and  $\alpha$ -cadinol.

**Keywords:** *Chamaecyparis obtusa*, essential oil, antioxidant activity

## 1. 서 론

활성라디칼(free radical)과 superoxide anion, hydroxyl radical, hydrogen peroxide와 같은 반응성 산소(reactive oxygen)는 산소의 정상적인 대사 작용이나 외인성 요소에 의해 생성된다. 라디칼은 식품부패, 미생물의 노화, 암 축진을 야기하며 (Ashok and Ali, 1999), 반응성 산소들은 천식, 염증, 관절염, 파킨슨병(Parkinson's disease), 다운증후군, 치매 등의 질병에 수반되는 것으로 보고되고 있다(Perry *et al.*, 2000). 또한, 활성라디칼과 반응성 산소들은 세포의 손상이나 죽음을 이끄는 생체분자의 산화를 야기한다(Shariffar *et al.*, 2007). 이러한 활성라디칼과 반응성 산소들에 의한 문제를 줄이기 위해 항산화제를 사용하고 있으며 식품산업에서 식품의 저장 시, 특히 불포화지방이 많이 함유되어 있는 식품의 저장기간을 늘리기 위해 사용되어 왔다. 주로 propyl gallate, butylated hydroxyanisol (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT), tertiary butylhydroquinone 등과 같은 합성 항산화제가 산업에서 널리 이용되고 있다. 그러나 잠재적 건강 위험과 독성으로 인해 이러한 합성 항산화제의 사용이 논쟁이 되어왔다. 그래서 최근에는 천연물에서 유래한 항산화제에 대한 연구에 관심이 집중되어 있으며 합성 항산화제를 대체할 적절한 항산화효과를 보이는 물질을 탐색하는데 노력을 기울이고 있다. 특히 천연 정유는 독특한 향 뿐만 아니라 여러 생리활성을 지니고 있으며 항산화 효과도 보고되고 있어 천연 항산화제로서의 잠재성을 지니고 있다.

국내 수목자원 중 편백(*Chamaecyparis obtusa*)은 우리나라에 1904년 도입되어 남부지방에 조림되었다. 1970년대부터 범국가적 차원에서 실시된 산림녹화사업에 기인하여 편백의 식재 면적이 증가하고 있

다. 산림청 통계연보에 따르면 1970년부터 2007년까지의 편백의 인공조림지 총면적은 139,383 ha으로 대부분의 인공 조림지는 전라남·북도, 경상남도과 제주도에 분포되어 있으며 식재면적은 각각 81,229 ha, 18,645 ha, 6,247 ha다. 또한 2001년부터 2005년까지 매년 평균 1,347 ha씩 편백을 조림하였다. 그러나 조림지에서 편백의 목재 자원화 과정에서 간벌, 가지치기 등으로 생산되는 부산물들은 버려지거나 방치되어 있어 이들의 자원화가 절실하다. 편백은 다른 수종에 비해 정유 추출 시 수율이 높기 때문에 이러한 부산물을 이용하여 정유를 생산한다면 경제적 손실을 줄일 수 있을 것이다. 일부에서는 가지치기 등의 부산물에서 정유를 추출하여 비누, 입욕제, 치약, 그리고 방향제 등에 사용되고 있으나 국내산 편백정유의 이용은 매우 제한적이다. 편백정유의 이용도를 높이기 위해서는 편백정유의 성분 분석뿐만 아니라 다양한 범주의 생리활성 검정 및 기작 구명에 대한 연구가 병행되어야 한다.

편백 잎은 7, 8월에 가장 많은 정유를 함유하고 있으며 편백에서의 terpene 성분 방출량도 그 시기에 가장 많은 것으로 알려져 있다(Yatagai *et al.*, 1995). 편백 잎 정유는 주로 monoterpeneoid와 sesquiterpeneoid로 구성되어 있는데 구성 성분은 지리적 위치에 따라 차이를 보인다(Su *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2003).

구성 성분에 따라 활성의 차이는 있지만 편백정유의 다양한 범주의 미생물에 대한 활성이 보고되고 있다. 편백정유는 병원성 균인 *Aeromonas hydrophila* CF-2, *A. salmonisida* (ATCC14174), *Edwardsiella tarda* ECK-1, *Streptococcus* sp.과 *Streptococcus* sp. (SF-1) 등에 성장 억제 효과를 가지고 있으며 (이, 1999), 목재 부후균, 비부후성 열화균, 수목병원균 등에도 활성을 보인다고 보고되고 있다(이 등, 2002). 또한 *Listeria monocytogenes*, *S. aureus*, *Legionella anisa* 등과 같은 장염이나 식중독을 일으

키는 균의 생장을 억제하였으며(Hong *et al.*, 2004), 무좀이나 백선증을 야기하는 피부사상균에 대해서도 활성을 보이고(박 등, 2005; 곽 등, 2006), 어류에 질병을 유발하는 수생진균(*Saprolegnia sp.*)을 제어하는 효과가 있는 것으로 보고되어 있다(이 등, 1999).

편백정유는 곤충에 대해서도 많은 영향을 미친다. 목재 해충인 흰개미에 대해 높은 살충력을 보였으며(Cheng *et al.*, 2007; 강 등, 2000), 쌀바구미(rice weevil)인 *Sitophilus oryzae* (L.)와 팔바구미(adzuki weevil)인 *Callosobruchus chinensis* (L.)에 대해서도 활성을 갖는다(Park *et al.*, 2003). 이 이외에 부종 억제효과(안 등, 2004)와 스트레스 완화효과 등이 보고되었다(나 등, 1998).

편백정유의 성분 특성, 성분 조성, 그리고 생리활성에 관한 연구는 일본산 및 대만산 편백을 중심으로 비교적 상세히 연구되어 있으나(Yatagai *et al.*, 1995; Cheng *et al.*, 2007) 국내산 편백정유에 대한 연구는 극히 미미한 실정이며 특히 생리활성 기작 구명은 전무한 실정이다. 생리활성 검정의 범주 또한 극히 제한적으로 적용되었고 상품화에 필요한 기초적인 실험 자료가 양적이나 수적으로 절대적으로 부족한 실정이다.

본 연구에서는 편백정유의 항산화 활성을 라디칼 소거능과 지질산화억제력으로 평가하고 편백정유의 항산화 활성물질을 확인함으로써 활성기작을 구명하고자 하였다. 이러한 연구를 통해 편백 정유에 관한 생리활성 학술자료의 축적과 편백정유를 이용한 항산화제 개발에 기여하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

본 실험에 사용된 편백정유는 숲에서(주)에서 공급받았다. 항산화 실험을 위한 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)는 Sigma사로부터 구입하여 사용하였다.

### 2.2. TLC assay

항산화활성에 관여하는 각 정유의 활성부분을 확

인하고자 TLC assay를 실시하였으며, Dordević 등(2007)에 의한 방법을 이용하였다. 각 정유를 TLC 판에서 n-hexane과 ethylacetate (8:1, v/v)의 전개용매로 전개시킨 후 vanillin-sulphuric acid 발색시약을 사용하여 분리된 정유 성분의 위치를 확인하였다. 활성부분을 확인하기 위해 위와 같은 전개용매로 전개한 후 0.2% (w/v) DPPH 메탄올액을 뿌린 후 30분간 실온에 방치했다. 보라색 바탕색이 없어진 부분 특히 노란 반점이 확인된 부분을 항산화 활성이 있는 것으로 간주하였다.

또한 편백정유 분획물에 대해서도 TLC assay를 통한 활성분획을 확인하고자 하였다. 분획물간의 항산화 활성도의 차이를 비교하기 위해 0.1  $\mu$ l의 분획물을 각각 TLC판에 흡착시켰다. 전개용매와 발색시약은 편백정유 실험방법과 동일한 것으로 사용하였다.

### 2.3. 편백정유의 분획

TLC assay에서 항산화 활성이 있는 분획을 단리하고자 실리카 겔 컬럼 크로마토그래피를 실시하였다. Choi *et al.* (2006)에 의해 실시된 편백정유 분획물의 분리방법과 동일한 조건으로 실시하였다. 실리카 겔 컬럼( $\phi$  15 cm  $\times$  31 cm)에 시료 240 g을 loading하여 헥산과 에틸아세테이트(20 : 1, v/v)로 용출시켰다. Flow rate를 20 ml/min로 100 ml씩 삼각플라스크에 분취하여 417개를 얻었으며 이 분취물을 헥산과 에틸아세테이트(8 : 1, v/v)의 전개용매로 TLC plate에 전개하였을 때의 양상에 따라 A (#1~#54), B (#55~#59), C (#80~#137), D (#138~#213), E (#214~274), 그리고 F (#275~#417)분획을 얻었으며 컬럼 내 흡착되어 있는 물질을 에틸아세테이트로 용출한 분획을 G라 명명하여 총 7개의 하부분획을 얻었다.

### 2.4. DPPH Assay

정유의 수소원자나 전자 공여능은 보라색을 띄는 DPPH용액의 탈색(bleaching)정도로 측정하였으며, Dordević 등(2007)에 의해 제안된 방법을 변형시켜 사용하였다. 400  $\mu$ l/ml, 200  $\mu$ l/ml, 100  $\mu$ l/ml, 50  $\mu$ l

/ml 그리고 25  $\mu\text{l}/\text{ml}$  농도의 편백정유를 각각 0.4 ml를 취하여 0.8 ml의 0.5 mM DPPH용액과 에탄올을 혼합하여 최종 부피를 4 ml로 만들었다. 이것을 잘 섞은 후 실온에서 방치하였다. 30분 후 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 에탄올을 blank로 하였으며, 정유가 함유되어 있지 않은 상태의 용액 흡광도를 대조군으로 사용하였다. 정유의 활성라디칼 소거능은 다음 식(1)에 의해 억제율(Inhibition ratio)을 계산하였다.

$$\text{Inhibition ratio (\%)} = 100 \times (A_o - A_s)/A_o \quad (1)$$

여기서,  $A_o$ 는 대조군의 흡광도,  $A_s$ 는 처리된 시료의 흡광도이다.

편백정유의 분획물에 대한 DPPH assay는 시료를 에탄올에 녹여 5  $\mu\text{l}/\text{ml}$ 의 농도로 하여 동일 농도 조건에서의 분획물간 활성라디칼 소거 효과를 비교하였다. 분석 방법은 편백정유의 실험과 동일한 방법을 사용하였다.

## 2.5. Ammonium Thiocyanate법

Ammonium thiocyanate법을 이용한 항산화활성 측정은 Shariffar *et al.* (2007)에 의해 제안된 방법을 변형하여 사용하였다.

시료를 에탄올 1 ml에 5  $\mu\text{l}$ 를 녹여 500  $\mu\text{l}$ 를 취해 증류수 0.5 ml와 혼합하였다. 이것을 linoleic acid emulsion (2.5 ml, 0.02 M, pH 7.0)과 phosphate buffer (2 ml, 0.2 M, pH 7.0)에 잘 혼합하였다. 이 혼합물을 37°C incubator에서 보관하였다. Linoleic acid emulsion은 0.284 g의 linoleic acid, 0.284 g의 Tween 20, phosphate buffer 50 ml을 혼합한 후 균질화시켜 사용하였다. 1일 간격으로 산화정도를 측정하였다. 0.1 ml의 반응액에 에탄올(4.7 ml, 75%)과 ammonium thiocyanate sample solution (0.1 ml, 30%)을 첨가하였다. 3분 후 ferrous chloride (0.1 ml, 0.02 M in 3.5% HCl)를 첨가한 후 분광광도계를 이용하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로서는 추출물이 함유되지 않은 linoleic acid를

함유한 용액을 사용하였으며 비교구로서는 항산화제로 잘 알려져 있는 BHT (Butylated hydroxytoluene)를 사용하였다. 정유의 linoleic acid peroxidation 억제효과는 2.4항의 식 (1)에 의해 계산되었다.

## 2.6. GC/MS분석

활성분획의 주성분을 확인하고자 한국기초과학지원연구원에 의뢰하여 GC/MS분석을 하였으며 그 조건은 다음과 같다.

GC (model-Agilent 6890) 분석을 위해 column은 HP5를 사용하였다. Carrier gas는 헬륨을 사용하였고 온도 조건은 injector 260°C, detector 280°C, oven 온도는 초기온도 120°C에서 5분간 유지시킨 후 4°C/min씩 상승시켜 최종온도 280°C까지 올린 후 10분간 유지시켜서 분석하였다. MS는 model Agilent 5973을 사용하였고 EI mode로 분석하였다. 얻어진 시료 피크의 mass data와 표준 library data (Willy 7th ed)와의 비교를 통하여 피크의 화합물 구조를 동정하였다.

# 3. 결과 및 고찰

## 3.1. 편백정유의 활성라디칼 소거 효과

일반적으로 활성라디칼 소거효과는 DPPH를 DPPH-H형태로 환원 시 수소원자나 전자를 공여하는 정유의 능력을 분광분석학적 방법으로 측정한다. 본 연구에서는 편백정유 농도에 따른 DPPH free radical 소거능을 조사하였으며 결과는 Fig. 1과 같았다. 편백 정유의 농도가 증가할수록 활성라디칼 소거 효과가 증가함을 볼 수 있었다. 최종 편백정유 40  $\mu\text{l}/\text{ml}$ 의 농도에서는 50.4%의 항산화 효과를 보였으며, 최종농도 20  $\mu\text{l}/\text{ml}$ 와 10  $\mu\text{l}/\text{ml}$ 의 경우 각각 47.3%와 32.7%의 활성을 보였다. 항산화력이 뛰어난 계수나무 잎 정유 5  $\mu\text{l}/\text{ml}$ 를 처리했을 때 45.2%의 활성라디칼 소거능을 보였는데 (Singh *et al.*, 2007), 이는 최종 편백정유 20  $\mu\text{l}/\text{ml}$ 를 처리했을 때

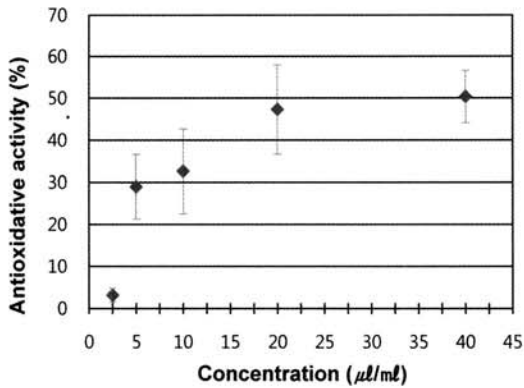


Fig. 1. Antioxidant activity of essential oil (*C. obtusa* oil) determined by DPPH method.

와 유사한 결과이다. 이 결과 시험된 편백정유의 활성라디칼 소거능 IC<sub>50</sub>은 최종농도 20~40 μl/ml 범위에 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 안 등 (2004)에 의해 보고된 편백정유의 활성라디칼 소거능 IC<sub>50</sub>의 농도 0.78% 보다는 낮은 항산화 활성이었으며, 이 등(2006)에 의해 보고된 전나무 잎의 핵산 추출물의 IC<sub>50</sub> 농도 45 μg/ml 보다는 높은 활성을 보였다.

### 3.2. TLC assay

편백 정유의 항산화활성에 관여하는 물질을 확인하기 위해 TLC assay를 실시한 결과는 Fig. 2와 같았다. 편백정유에 함유되어 있는 성분 중 전개용매의 전개선까지 전개된 물질들과 Rf값 0.5 이하의 물질들이 라디칼 소거효과가 있는 것으로 확인되었다. 편백정유의 경우 Rf값이 0.32 이하에 존재하는 물질들이 강하게 활성을 보였으며 Rf값 0.52의 물질에서도 약하지만 활성이 나타났다. 그러나 Rf값이 0.52~0.82 사이에 존재하는 물질들은 활성을 전혀 보이지 않았다. 이러한 결과로 볼 때 시험된 편백 정유의 항산화 활성은 대부분의 물질들이 항산화 효과를 지니고 있는 것으로 보이며 여러 물질에 의해 활성라디칼 소거 효과가 발현되는 것으로 나타났다.

편백정유를 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 분리한 분획물에 대해서도 TLC assay를 실시하였다(Fig.

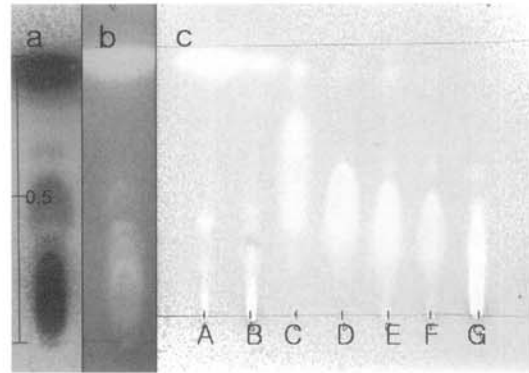


Fig. 2. TLC chromatogram of essential oil (*C. obtusa* oil) and its subfractions. (a) Essential oil components revealed by vanillin-sulphuric acid reagent, and the mean of 0.5 is Rf (retardation factor) value, (b) antioxidant component of the essential oil revealed by 0.2% (w/v) DPPH radical solution, (c) radical scavenging effects of subfractions (A~G) isolated from *C. obtusa* oils.

2c). 각 분획물들을 0.1 μl씩 TLC판에 흡착시켰을 때 각 분획물마다 활성라디칼 소거능의 차이는 있지만, 대부분의 분획물이 항산화 효과를 보였다. G 분획물에서 가장 강한 활성을 보였으며 B분획 중 전개원점 부분에 있는 성분들의 활성이 강하게 나타났다. 특이한 점은 편백 정유로부터 분획물을 분리한 후 TLC상에서 확인하였을 때는 B분획에서 TLC 전개 원점 부분에 위치하는 성분들이 존재하지 않았다는 것이다. Monoterpene류는 여러 물질들의 합성 시 전구체로서 많이 사용되는 것으로 알려져 있어 B분획물 내 monoterpene들의 물리, 화학적 변화로 인해 여러 화합물들이 생성된 것으로 추정된다. 그러나 이러한 물질의 생성 원인이나 정확한 기작에 대한 연구는 이루어지지 못하였으며 이에 대한 보다 깊은 연구가 필요하다.

### 3.3. 편백정유 분획물의 활성라디칼 소거 효과

편백정유의 7개의 분획물에 대한 DPPH 라디칼

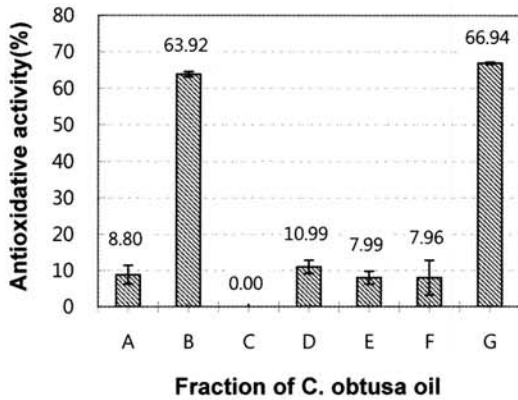


Fig. 3. Antioxidant activity of subfractions isolated from essential oil (*C. obtusa* oil) determined by DPPH method.

소거능을 조사한 결과 Fig. 3과 같았다. 0.5  $\mu\text{l/ml}$ 의 농도에서 각 분획물의 활성라디칼 소거능은 분획별로 뚜렷한 차이를 보였다. 가장 항산화 활성이 높은 분획은 G분획으로 66.9%의 활성을 보였으며, DPPH 용액을 이용한 분획물의 TLC assay결과 G분획이 가장 활성이 높았던 것과는 일치하였다. B분획은 63.9%의 항산화활성을 보였으며 A, D, E, F분획은 각각 8.8%, 11.0%, 8.0%, 7.9%의 활성라디칼 소거능을 보였다. 반면, C분획에서는 이 실험에 사용된 농도에서는 활성라디칼 소거효과가 없는 것으로 나타났다.

### 3.4. Ammonium Thiocyanate법에 의한 항산화력

편백정유와 편백정유 분획물의 지질억제 효과를 평가하기 위해 배양기간 동안 linoleic acid emulsion에 형성되는 peroxide의 양을 측정하는 ferric thiocyanate 방법을 이용하여 일반적으로 항산화제로 사용되고 있는 BHT와 비교하였다.

편백정유와 편백정유 분획물에 대한 지질억제효과는 Fig. 4와 같다. 지질억제효과는 DPPH를 이용한 활성라디칼 소거능 결과와는 다른 양상을 보였으며 시간에 따라 활성이 감소하였다. 특히, 3일 이후에는

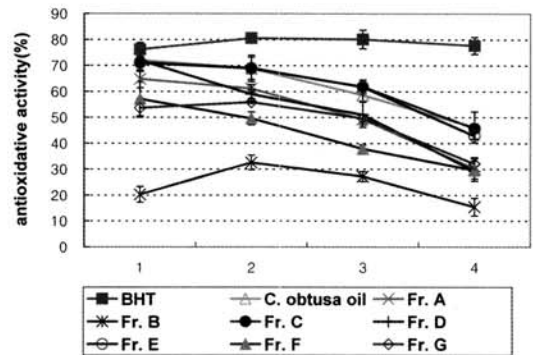


Fig. 4. Antioxidant activities of essential oil (*C. obtusa* oil) and its subfractions determined by the ammonium thiocyanate method.

항산화 활성의 감소 폭이 증가하였다. 편백정유는 활성라디칼 소거능과는 대조적으로 분획물과 동일한 농도에서도 지질억제효과가 높았으며, 배양 1일째 72.0%에서 4일째 46.2%로 감소하였다. 편백정유의 1일째 항산화효과는 BHT의 76.2%보다 약간 낮았다. 초기 편백 분획물 C, D, E는 71.2%, 71.9%, 71.0%로 BHT의 활성에 근접한 결과를 보였으나 4일째 45.8%, 29.3%, 42.9%로 감소하였으며 분획물 C와 E의 경우 편백정유 원액의 활성과 가장 유사하게 나타났다. 활성 라디칼 소거효과가 좋은 것으로 나타났던 B분획의 경우 다른 분획들에 비해 낮은 지질억제효과를 보였다. 분획물 A와 F는 1일째 64.8%와 57.1%의 활성을 보였으며 4일째 30.3%와 29.6%로 나타났다. G분획의 경우 1일째 53.7%, 2일 55.9%, 3일 49.7%, 4일 32.1%로 초기의 지질 억제효과는 다른 C, D, E분획들에 비해 낮지만 시간이 지남에 따라 항산화 효과의 감소 폭은 적었다.

일반적으로 항산화제로 많이 사용되고 있는 BHT에 비해 시간이 지남에 따라 편백정유와 분획물들의 항산화효과는 많이 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 이것은 정유의 휘발성에 기인하는 것으로 사료된다. 편백정유나 분획물을 이용한 항산화제 개발 시 제품의 효능 유지를 위해서는 시간이 지남에 따른 항산화효과가 감소되는 문제를 최소화 할 수 있는 방안을

Table 1. Major constituents of fraction G identified by GC/MS analysis

Retention time (min)	Area (%)	Constituents	Mass peak*1
7.218	9.84	$\alpha$ -terpineol	59, 93, 121, 136, 81 (BP*2: 59, MP*3: 154)
17.603	24.80	elemol	59, 93, 161, 107, 121, 81, 43 (BP: 59, MP: 222)
19.180	7.56	widdrol	151, 95, 109, 43, 69, 81 (BP: 151, MP: 222)
20.606	18.46	$\alpha$ -cadinol	95, 121, 161, 204, 105, 81 (BP: 151, MP: 222)

\*1 Major mass peaks of the corresponding compound

\*2 BP; base peak

\*3 MP; molecular ion peak

모색하여야 될 것이다.

### 3.5. 활성분획의 주요성분

편백정유의 항산화 활성을 DPPH radical 소거 효과와 ammonium thiocyanate법을 이용한 지질산화억제 효과 평가로 시험한 결과, 활성라디칼 소거능은 B분획과 G분획에서 그리고 지질산화억제효과는 C분획과 E분획이 높은 것으로 나타났다. G분획의 경우 라디칼소거능이 높고 지질산화억제력은 시험체 중 중간의 효과를 가지고 있었다.

이러한 결과를 토대로 편백정유 분획물 중 항산화 활성이 높은 분획을 G분획으로 판단했으며 이 분획에 함유되어 있는 활성성분을 분석한 결과는 Table 1과 같았다.

G분획의 주성분으로  $\alpha$ -terpineol (9.84%), elemol (24.80%), widdrol (7.56%),  $\alpha$ -cadinol (18.84%) 등이 검출되었다.

정유는 항산화활성을 갖는 것으로 보고되고 있으며 특히 정유의 성분 중 monoterpene과 diterpene이 주로 활성을 갖는 것으로 알려져 있다(Gramann, 2005). 또한 carnosol, carnosic acid, carvacrol, thymol과 같은 phenolic compound의 함량이 항산화활성에 많은 영향을 미친다. 최근엔 이러한 phenolic compound가 함유되어 있지 않는 정유에서도 높은 항산화활성을 나타내며 주요 활성물질로는  $\alpha$ -terpinene,  $\gamma$ -terpinene, terpinolene과 같은 terpene이 보고되고 있다(Choi *et al.*, 2000). 그러나 본 연구에서 항산화활성을 갖는 편백정유의 활성분

획으로 확인된 G분획에서는 주요 성분으로서 monoterpene이나 diterpene보다는 sesquiterpene의 함량이 더 높았음에도 불구하고 높은 활성을 보였다.

## 4. 결 론

편백정유의 항산화활성과 활성물질을 탐색하기 위해 편백분획물에 대한 활성을 구명하였다. 편백정유의 DPPH radical 소거능을 검정한 결과 IC<sub>50</sub>은 40  $\mu$ l/ml였다. 편백정유 분획물에 대한 활성라디칼 소거능은 편백정유의 활성보다는 뛰어났으며 특히 분획물 B와 G에서 높은 활성을 보였다. Ammonium thiocyanate법을 이용한 지질산화억제효과를 검정한 결과 편백정유와 편백정유 분획물 C, D, E의 활성이 초기에는 항산화제로 많이 사용되는 BHT와 유사하였으나 시간이 지남에 따라 항산화효과가 급격히 감소하였다.

편백정유 분획물 중 활성라디칼 소거능과 지질산화억제 효과 모두에서 긍정적으로 평가된 G분획은  $\alpha$ -terpineol, elemol, widdrol,  $\alpha$ -cadinol 등으로 주로 구성되어 있었다.

이러한 결과로 볼 때 편백정유나 편백정유 분획물은 항산화제로서 충분히 사용이 가능할 것으로 보이며, 항산화 활성을 높이기 위해서는 편백정유 분획물이나 활성물질을 첨가하여 사용하는 것이 보다 효율적인 것으로 판단된다. 또한 활성라디칼 소거능과 지질산화 억제능에 있어서 편백정유 분획물에 따라 그 활성이 다르기 때문에 목적에 따라 활성분획을 선택해야 할 것으로 사료된다. 그러나 편백정유나 편백정유 분획물은 휘발성으로 인해 효능이 오래 지

속되지 않는다는 제한요소를 가지고 있어서 사용되는 용도에 따른 올바른 제형과 변형 혹은 후가공 방법의 선택이 중요하다고 판단된다. .

## 사 사

이 연구의 일부분은 BK21 (임산공학 연구인력 양성사업팀), 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해서 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

1. 강하영, 최인규. 2000. 편백재의 흰개미 살충활성에 관한 연구. 한국농화학회지. 43(1): 67~71.
2. 광기섭, 박미진, 정의배, 장제원, 최인규. 2006. 피부사상균에 대한 편백정유의 Mono- 및 Sesquiterpene 항진균 활성 비교. 목재공학. 34(3): 46~55.
3. 나기정, 강하영, 오종환, 최인규, 윤영원, 정의배. 1998. 침엽수종으로부터 분리된 정유의 스트레스 완화효과. 한국실험동물학회지. 14(1): 93~96.
4. 박미진, 이수민, 광기섭, 정의배, 장제원, 최인규. 2005. 피부사상균 *Microsporium canis* 및 *Trichophyton mentagrophytes*에 대한 편백정유의 항진균활성물질 탐색. 목재공학. 33(3): 72~78.
5. 안정엽, 이성숙, 강하영. 2004. 편백(*Chamaecyparis obtusa*) 정유의 항균, 항염, 항산화 효과. 대한화장품학회. 30(4): 503~507.
6. 이근광. 1999. 측백나무(*Thuja orientalis*)와 편백나무(*Chamaecyparis obtusa*) 정유(Essential oil)의 항균력 검색. 한국미용학회지. 5(2): 567~577.
7. 이근광, 김영길, 이민웅, 이형환. 1999. 양식가물치(*Channa argus*)에 대한 *saprolegnia* sp.의 병리학적 특성과 물곰팡이의 생장을 제어하는 정유의 영향. 한국균학회지. 27(1): 32~38.
8. 이상극, 최돈하, 배영수. 2006. 국내산 주요 침엽수 잎의 추출성분(I), 구상나무(*Abies koreana Maximowicz*)와 전나무(*Abies holophylla Wilson*) 잎 추출성분의 항산화활성. 목재공학. 34(3): 73~83.
9. 이성숙, 강하영, 최인규. 2002. 수목정유의 생리활성에 관한 연구(I). 목재공학. 30(1): 48~55.
10. Ashok, B. T. and R. Ali, 1999. The aging paradox: Free radical theory of aging, Experimental Gerontology. 34(3): 293~303
11. Cheng, S.-S., H.-T. Chang, C.-L. Wu, and S.-T. Chang. 2007. Anti-termitic activities of essential oils from coniferous trees against *Coptotermes formosanus*. Bioresource Technology. 98(2): 456~459.
12. Choi, H. S., H. S. Song, H. Ukeda, and M. Sawamura, 2000. Radical-scavenging activities of citrus essential oils and their components: Detection using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 48: 4156~4161.
13. Choi, I. G., K. J. Kim, Y. M. Kim, M. J. Park, and Y. S. Lee, D. I. Jeoung. 2006. Fractions of *Chamaecyparis obtusa* display antiallergic effect in RBL2H3 cells. Journal of Microbiology and Biotechnology. 16(11): 1747~1752.
14. Dordević, S., S. Petrović, S. Dobrić, M. Milenković, D. Vučićević, S. Žižić, and J. Kukić. 2007. Antimicrobial, anti-inflammatory, anti-ulcer and antioxidant activities of *Carlina acanthifolia* root essential oil. Journal of Ethnopharmacology. 109: 458~463.
15. Gramann, J. 2005. Terpenoids as plant antioxidants. Vitamins and Hormones. 72: 505~535.
16. Hong, E.-J., K.-J. Na, I.-G. Choi, K.-C. Choi, and E.-B. Jeung. 2004. Antibacterial and antifungal effects of essential oils from coniferous trees. Biological and Pharmaceutical Bulletin. 27(6): 863~866.
17. Park, I.-K., S.-G. Lee, D.-H. Choi, J.-D. Park, and Y.-J. Ahn. 2003. Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). Journal of Stored products Research. 39: 375~384.
18. Perry, G., A. K. Perry, A. Raina, T. Nunomura, L. M. Wataya, and M. A. Sayre, 2000. How important is oxidative damage? Lessons from Alzheimer's disease. Free radical Biology and Medicine. 28: 831~834.
19. Sharififar, F., M. H. Moshafi, S. H. Mansouri, M. Khodashenas, and M. Khoshnoodi. 2007. *In vitro* evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss. Food control. 18: 800~805.
20. Singh G., S. Maurya, M. P. deLampa-sona, and C. A. N. Catalan. 2007. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and



- their constituents. *Food and Chemical Toxicology*. 45(9): 1650~1661.
21. Su, Y.-C., C.-L. Ho, and E. I.-C. Wang. 2006. Analysis of leaf essential oils from the indigenous five conifers of Taiwan. *Flavour and Fragrance Journal*. 21: 447~452.
22. Yatagai M, M. Ohira, T. Ohira, and S. Nagai. 1995. Seasonal variations of terpene emission from trees and influence of temperature, light and contact stimulation on terpene emission. *Chemosphere*. 30(6): 1137~1149.