

## 형개 추출물의 항산화 활성 및 Tyrosinase 저해 활성에 대한 원적외선 처리의 효과

양한열<sup>1</sup> · 백상민<sup>2</sup> · 임영택<sup>2</sup> · 박선형<sup>2</sup> · 이종화<sup>3</sup> · 이승철<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경남대학교 식품생명학과

<sup>2</sup>통영 한려초등학교

<sup>3</sup>안동대학교 식품생명공학과

### Effects of Far-Infrared Irradiation on the Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activities of Extracts from *Schizonepeta tenuifolia*

Han-Yeol Yang<sup>1</sup>, Sang-Min Baek<sup>2</sup>, Young-Taek Lim<sup>2</sup>, Seon-Hyeong Park<sup>2</sup>,  
Jong-Hwa Lee<sup>3</sup>, and Seung-Cheol Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Gyeongnam 631-701, Korea

<sup>2</sup>Hanryo Elementary School, Gyeongnam 650-150, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Science and Biotechnology, Andong National University, Gyeongbuk 760-749, Korea

**ABSTRACT** The objective of this study was to evaluate the effects of far-infrared (FIR) irradiation on the antioxidant and tyrosinase inhibitory activities of *Schizonepeta (S.) tenuifolia*. After FIR irradiation of *S. tenuifolia* for 30 min at 70, 90, or 110°C, water extracts (2 g/100 mL) were prepared at 60°C for 1, 3, or 5 h. Total phenol content (TPC), 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging activities (RSAs), and tyrosinase inhibitory activity of the extracts were determined. TPC, antioxidant and tyrosinase inhibitory activities of the extracts increased significantly with increasing FIR irradiation temperature of *S. tenuifolia*. For example, irradiation at 110°C for 5 h increased TPC, DPPH RSA, ABTS RSA, and tyrosinase inhibitory activity of the extract from 204.64 to 618.67 µg gallic acid equivalents/mL, from 30.15 to 80.84%, from 24.43 to 55.33%, and from 7.05 to 33.65%, respectively, compared to the extract of untreated *S. tenuifolia*. These results indicate that FIR irradiation may be useful as a processing method for enhancing the quality of *S. tenuifolia*.

**Key words:** *Schizonepeta tenuifolia*, far-infrared, antioxidant activity, tyrosinase inhibitory activity

## 서 론

형개(*Schizonepeta tenuifolia*)는 한해살이풀로 중국 북부지방이 원산지로서 중국의 하남, 하북, 산둥 등에서 주로 재배되고 있다. 국내에서도 약용식물로서 각지에서 재배되고 있으며 한방에서는 형개를 감기에 의한 발열, 발진, 알레르기, 천식 등에 사용한다(1,2). 정유 및 flavonoid 등이 형개의 주요한 성분으로 알려져 있으며 정유는 *d*-menthone, *l*-pulegone이 주성분이며, *l*-isomenthone, *d*-limonene, isopulegone, piperitenone 등의 monoterpene과 caryophyllene,  $\beta$ -elemene,  $\beta$ -humulene 등의 sesquiterpene이 있다(1,3). 형개는 통증과 가려움을 완화하며(4,5), 백혈구 DNA를 산화적 손상으로부터 보호해 주는 효과(6)가 보고되었다.

항산화제는 식용 유지나 지방질 식품의 가공·저장 중에 산화로 인한 냄새, 풍미, 변화, 유지의 산패, 변색 등의 방지뿐만 아니라 생체 내에서 DNA, RNA, 단백질, 지질 등과 반응하여 각종 염증, 암, 생체 내의 노화 등을 유발하는 superoxide anion radical, hydroxy radical, singlet oxygen 및 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 등의 활성산소 생성을 방지할 목적으로 널리 이용되고 있다(7,8). 최근 다양한 제품에서 널리 이용되고 있는 항산화제로는 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), tertiary butyl hydroquinone(TBHQ) 등의 페놀계 인공 합성 물질이다. 그러나 이들은 독성(9,10) 및 발암성(11,12)이 지적되었으며, 이를 대체하기 위해 안전성과 관능상으로 문제가 되지 않는 식품 유래의 천연 항산화제의 개발이 광범위하게 시도되고 있다(13).

원적외선은 약 3.0~1,000 µm의 파장을 가지고 있으며, 가열 또는 비가열 방법으로 이용된다. 원적외선은 생물학적 활성이 있으며, 물질의 중심까지 열을 고르게 전달하는 특성이 있다(14). 이에 Lee 등(15,16)은 원적외선 처리로 인하여 왕겨와 땅콩껍질의 고분자 polyphenol들이 유리되어 항

Received 15 May 2013; Accepted 27 July 2013

\*Corresponding author.

E-mail: sclee@kyungnam.ac.kr, Phone: 82-55-249-2684

산화능이 증가되었다는 결과를 보고한 바 있다. 이에 본 연구는 원적외선 조사가 형개 추출물의 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능 ABTS 라디칼 소거능과 같은 항산화력과 tyrosinase 저해능에 미치는 영향을 확인함으로써 원적외선 조사가 형개의 기능성에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 시약

본 연구에서 사용된 형개는 자연애제약(Sancheong, Korea)에서 2013년에 구입하였으며, L-ascorbic acid, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) tablets, 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH), gallic acid, L-tyrosine 시약은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였으며, Folin-Ciocalteu 시약은 Wako Pure Chemical Industries, Ltd.(Osaka, Japan)에서 구입하였다. 기타 시약 및 용매는 모두 일급 이상의 등급을 사용하였다.

### 원적외선 처리 및 형개 추출물의 조제

형개 2.0 g을 유리 페트리 접시(Ø 10.0 cm)에 놓고 원적외선 처리기(2~14 µm, 245×58 mm, output 300 W, Hakko Electric Machine Works Co., Ltd., Nagano, Japan)와 건조기(A-Sung Test Machine, Busan, Korea)를 이용하여 70, 90, 110°C에서 30분간 각각 처리하였다. 처리된 형개에 100 mL의 증류수를 첨가하여 60°C에서 1, 3, 5시간 100 rpm으로 각각 추출하였고, Whatman No. 1 여과지(Whatman plc, Kent, UK)에 여과하여 시료로 사용하였다.

### 총 페놀 함량

총 페놀 함량은 Gutfinger의 방법(17)을 변형하여 측정하였다. 즉 형개 추출액을 10배로 희석한 후 1 mL를 취하여 2%(w/v) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL를 가하고 3분간 방치 후, 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.2 mL를 첨가한 후 상온에서 30분간 방치하였다. 이 혼합물을 10분간 12,000 rpm에서 원심분리한 후, 상정액 1 mL를 취하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선과 비교하여 gallic acid 당량(GAE)/mL로 나타내었다.

### DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Jeong 등(18)의 방법에 준하여 10배로 희석한 형개 추출액 0.1 mL에 0.041 mM DPPH 용액 0.9 mL를 가한 후 상온에서 30분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 DPPH 라디칼 소거능은 아래의 식으로 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

### ABTS 라디칼 소거능

ABTS 라디칼 소거능은 Pellegrini 등(19)의 방법에 따라 측정하였다. 100배로 희석한 시료 100 µL에 0.1 M의 sodium phosphate buffer(pH 5.0) 100 µL와 10 mM의 hydrogen peroxide 20 µL를 가하고 이 혼합물을 37°C에서 5분간 예비 반응시켰다. 이 반응물에 1.25 mM의 ABTS와 peroxidase(1 U/mL)를 각각 30 µL 넣고 다시 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 405 nm에서 Multiplate Reader (Sunrise RC/TS/TS Color TC/TW/BC/6Filter, Tecan Austria GmbH, Grödig, Austria)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 아래의 식으로 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거능 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

### Tyrosinase 저해 활성

Tyrosinase 저해 활성은 Vanni 등(20)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 100 µL에 0.05 M sodium phosphate buffer(pH 6.8) 140 µL, 1.5 mM L-tyrosine 20 µL, tyrosinase(1500 U/mL) 20 µL를 혼합하여 37°C에서 15분간 반응시킨 후 492 nm에서 Multiplate Reader를 사용하여 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase 저해능은 아래의 식으로 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{Tyrosinase 저해능 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

### 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 이루어졌으며, 그 결과는 SPSS software(Ver. 12.0K, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 처리하였다. 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검정하였다. 또한 페놀 화합물과 항산화능, tyrosinase 저해능의 관계를 알아보기 위하여 상관분석을 실시하였다( $P < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 총 페놀 함량

식물의 2차 대사산물의 주요 물질인 페놀성 화합물은 수산기를 가지는 방향족 화합물을 총칭한다. 페놀성 화합물은 유리라디칼을 안정화시키는데, 이는 페놀이 수소원자를 라디칼에 제공하여 안정하게 만들고 공명 혼성체를 형성하기 때문에 산소와의 반응이 어려워 유리 라디칼을 안정화시키기 때문이다(21). 이에 원적외선 처리와 추출시간이 형개의 총 페놀 함량에 미치는 영향을 분석하였다(Table 1). 원적외선 처리 없이 1시간 추출 시 204.64±1.57 µg GAE/mL의 페놀 함량을 보인 것에 비해 70, 90, 110°C에서 원적외선 처리 후 1시간 추출한 경우 각각 293.36±3.86, 442.48±

**Table 1.** Effect of far-infrared irradiation and extraction time on total phenol content from *Schizonepeta tenuifolia* (unit: µg GAE/mL)

Temperature (°C)	Time (hour)		
	1	3	5
Untreatment	204.64±1.57 <sup>aw</sup>	258.77±4.83 <sup>bw</sup>	289.35±9.55 <sup>cw</sup>
70	293.36±3.86 <sup>ax</sup>	341.73±5.87 <sup>bx</sup>	389.35±4.53 <sup>cx</sup>
90	442.48±2.56 <sup>ay</sup>	499.12±17.48 <sup>cy</sup>	475.06±1.89 <sup>by</sup>
110	515.91±2.30 <sup>az</sup>	592.36±17.10 <sup>bz</sup>	618.67±7.53 <sup>cz</sup>

Different letters within a row (a-c) and a column (w-z) are significantly different ( $P<0.05$ ),  $n=3$ .

*Schizonepeta tenuifolia* (2 g) was far-infrared irradiated for 30 min and then extracted with water (100 mL) for 1, 3, or 5 h at 60°C. The extracts were filtered through Whatman No. 1, and diluted 10-fold with water before analysis.

2.56, 515.91±2.30 µg GAE/mL의 페놀 함량을 보였다. 특히 무처리구와 110°C에서 처리한 경우를 비교해 보면 페놀 함량이 2.5배 이상 증가된 것으로 고온에서의 원적외선 처리가 형개의 페놀성 화합물을 유리시키는데 매우 긍정적인 영향을 미친 것이라 볼 수 있다.

원적외선이 식물의 페놀 물질 추출에 효과적임이 여러 논문에서 보고되었는데, 왕겨의 경우 원적외선을 10~60분까지 80~120°C에서 조사한 후 추출을 하였을 때 왕겨가 원적외선에 노출되는 시간과 온도에 비례하여 총 페놀 함량이 증가하는 경향을 보였으며(22), 녹차의 경우 90°C에서 원적외선을 10분간 처리한 후 추출하였을 때 원적외선 처리 없이 추출한 경우보다 페놀 함량이 1.5배 이상 증가하였다(23). 이상의 결과는 원적외선이 형개를 비롯한 식물의 페놀 물질 유리화에 매우 효과적이라는 것을 나타낸다.

전자파의 일종인 원적외선은 직접 전자파가 열원으로부터 방사되어 복사 방식으로 피가열체에 열이 전달된다. 복사의 경우 전자파의 형태로 빛과 동일한 속도로 직접 피가열체에 흡수되며 파장이 짧은 고에너지파의 비해 침투력이 강하다. 게다가 유기 고분자물질과 진동수가 비슷하여 공명 흡수 상태를 유발하는데, 이로 인해 분자 결합의 진동운동이 활발해져(24) 식물에 존재하는 다양한 결합형태의 페놀 화합물의 유리를 유발한다.

또한 추출시간이 형개의 페놀 함량에 미치는 영향을 분석한 결과 추출시간에 길어질수록 형개의 페놀 함량도 대체로 증가하는 것으로 나타났다. 1시간 추출했을 때보다는 3시간을 추출했을 때, 그보다는 5시간을 추출하는 경우에 높은

페놀 함량을 보였다. 이를 통해 고온에서의 원적외선 처리와 오랜 추출시간이 형개의 페놀 함량에 매우 긍정적인 영향을 미친다고 할 수 있다. 그러나 자연계에 존재하는 페놀 화합물은 그 종류 및 결합이 다양하므로 대상 식물에 적합한 처리 온도와 시간이 조사되어야 할 것으로 생각된다.

**DPPH 라디칼 소거능**

원적외선 처리에 따른 형개의 DPPH 라디칼 소거능을 측정하여 Table 2에 나타내었다. 총 페놀 함량의 결과와 마찬가지로 원적외선이 처리되는 온도가 높을수록 형개 추출물의 항산화능이 증가하는 경향을 보인 가운데, 원적외선 처리 없이 1시간 추출 시 30.15±0.84%의 활성을 나타낸 반면, 110°C에서 원적외선 처리 후 1시간 추출 시 80.41±0.34%의 활성을 나타내었다. 이는 DPPH 라디칼 소거능이 2.6배 이상 향상된 것으로 총 페놀 함량과 비교해 볼 때 비슷한 수준의 증가를 나타내었으며, 이 결과를 통하여 형개의 항산화능의 주된 원인이 페놀 물질임을 알 수 있다.

그러나 추출시간에 따라서도 비례적으로 라디칼 소거능이 증가한다고 보기는 어렵다. 원적외선 처리 없이 3시간 추출하였을 때 49.82±2.00%의 DPPH 라디칼을 소거한 것에 비해 5시간 추출 시 44.87±1.11%로 오히려 활성이 감소하는 경향을 보였고, 90, 110°C에서 원적외선을 처리 후 1시간을 추출한 경우와 5시간을 추출한 경우 라디칼 소거능에 있어서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 즉 3시간 이상 추출되었을 때는 항산화능이 더 이상 증가하지 않는 것이다. 본 연구에서 사용된 Folin-Denis법은 페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 방법으로 시료의 항산화능 평가에 널리 사용되고 있다(25). 그러나 이 반응에서는 항산화능이 있는 페놀 화합물뿐 아니라 항산화능이 없더라도 페놀기를 가지고 있는 화합물은 반응을 일으켜 발색을 한다. 즉 추출시간이 길어짐에 따라 항산화능에 관여하지 않는 페놀성 물질이 추출되어 총 페놀 함량은 계속적으로 증가하지만 라디칼 소거능은 변화를 보이지 않는 것으로 생각된다.

한편 Jo와 Lee(26)는 어성초의 아임계수 추출물에 대한 연구에서 100°C에서 1시간 아임계수 추출하였을 때 10.24±0.66%의 DPPH 라디칼 소거능을 보였다. 본 연구의 110°C에서 원적외선 처리 후 1시간 추출물이 80.41±0.34%의 결과를 보인 것을 볼 때, 본 연구의 추출물 농도가 4배 높고

**Table 2.** Effect of far-infrared irradiation and extraction time on DPPH radical scavenging activity from *Schizonepeta tenuifolia* (unit: %)

Temperature (°C)	Time (hour)			L-Ascorbic acid (50 µg/mL)
	1	3	5	
Untreatment	30.15±0.84 <sup>aw</sup>	49.82±2.00 <sup>cw</sup>	44.87±1.11 <sup>bw</sup>	93.78±0.11
70	48.87±0.81 <sup>ax</sup>	63.22±0.38 <sup>bx</sup>	70.43±1.27 <sup>cx</sup>	
90	78.37±0.44 <sup>ay</sup>	79.68±0.37 <sup>by</sup>	78.81±0.22 <sup>ay</sup>	
110	80.41±0.34 <sup>az</sup>	81.50±0.24 <sup>bz</sup>	80.84±0.14 <sup>az</sup>	

Different letters within a row (a-c) and a column (w-z) are significantly different ( $P<0.05$ ),  $n=3$ .

**Table 3.** Effect of far-infrared irradiation and extraction time on ABTS radical scavenging activity from *Schizonepeta tenuifolia* (unit: %)

Temperature (°C)	Time (hour)			L-Ascorbic acid (10 µg/mL)
	1	3	5	
Untreatment	24.43±1.06 <sup>aw</sup>	28.81±3.07 <sup>bw</sup>	27.82±1.12 <sup>bw</sup>	63.29±0.63
70	29.23±0.68 <sup>ax</sup>	35.16±0.79 <sup>bx</sup>	35.73±1.15 <sup>bx</sup>	
90	45.65±0.50 <sup>ay</sup>	50.07±0.28 <sup>by</sup>	49.35±0.43 <sup>by</sup>	
110	52.59±0.38 <sup>az</sup>	57.10±0.36 <sup>bz</sup>	55.33±0.38 <sup>bz</sup>	

Different letters within a row (a,b) and a column (w-z) are significantly different ( $P<0.05$ ), n=3.

가공방법과 추출 온도가 다르므로 직접적인 비교는 어려우나 형개의 항산화능도 상당히 높은 편임을 알 수 있다.

### ABTS 라디칼 소거능

원적외선 처리에 따른 형개의 ABTS 라디칼 소거능을 측정하여 Table 3에 나타내었다. 총 페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능의 결과와 유사하게 원적외선 처리 온도에 비례하여 ABTS 라디칼 소거능이 증가하는 경향을 보였다. 원적외선 처리 없이 1시간 추출 시 가장 낮은 활성(24.43±1.06%)을 보였으며, 110°C에서 원적외선 처리 후 3시간 추출 시 라디칼 소거능이 2.3배 이상 증가(57.10±0.36%)하였다. 또한 DPPH 라디칼 소거능의 결과와 마찬가지로 추출시간에 따라서는 비례적으로 활성이 증가했다고 보기 어려운데, 이는 앞서 언급한 바와 같이 추출시간이 길어짐에 따라 항산화능과 관련된 물질이 더 이상 유리되지 않았음을 의미한다.

그러나 100배 희석한 시료를 실험에 사용하였다는 점을 감안하면 추출물을 10배 희석하여 사용한 DPPH 라디칼 소거능에 비해 ABTS 라디칼 소거능은 상당히 높은 편이라 할 수 있다. DPPH 라디칼은 유기용매에 잘 녹는 반면, ABTS 라디칼은 유기용매뿐 아니라 수용성 용매에도 잘 녹을 수 있다는 점을 고려해 볼 때(27), 본 연구에서는 원적외선을 처리한 형개의 추출 용매가 물이었으므로 추출물 내의 수용성 항산화제들이 DPPH 라디칼보다 ABTS 라디칼과 더 활발히 반응한 결과로 생각된다.

또한 Jeong 등(28)은 어성초의 60% 메탄올 추출물이 5 mg/mL의 농도에서 99.27%의 ABTS 라디칼 소거능을 보인다고 보고하였는데, 본 연구에서는 2 g의 형개를 100 mL의 물로 추출한 것을 100배 희석하여 분석하였으므로 직접 비교하기는 어려우나 원적외선을 처리한 형개 추출물의 ABTS 라디칼 소거능이 매우 높다는 것을 알 수 있다.

### Tyrosinase 저해 활성

멜라닌 합성과정의 단계에 관여하는 효소인 tyrosinase는 L-tyrosine을 가역적 산화반응을 통하여 L-DOPA로 만들고, L-DOPA를 L-DOPA quinone으로 만든다(29). 페놀 화합물을 가지는 식물이 모두 tyrosinase 저해능이 있는 것은 아니지만(30,31) 여러 페놀 화합물이 tyrosinase 저해능이 있다는 것은 이미 밝혀진바 있으며(32), 이에 따라 본 연구에서는 형개의 페놀 화합물이 tyrosinase 저해 효과가 있는지와 원적외선 처리에 따른 활성의 변화를 확인하고자 tyrosinase 저해 활성을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 원적외선 처리 없이 1시간 추출 시 7.95±0.36%의 활성을 보였으며, 110°C에서 원적외선 처리 후 1시간 추출 시 35.08±2.08%의 활성을 보이며 4.4배 이상 활성이 증가하였다. 이는 총 페놀 함량이 약 2.5배, DPPH 라디칼 소거능이 약 2.6배, ABTS 라디칼 소거능이 약 2.3배 증가 폭을 보인 것에 비해 훨씬 높은 증가율을 보인 것이다. 이는 원적외선 처리에 따라 페놀성 화합물이 효과적으로 유리된 것 외에도 효소활성을 억제하는 유용한 성분들이 원적외선 조사에 따라 다량 유리되어 tyrosinase의 가역적 산화반응을 효과적으로 억제시킴으로써 멜라닌의 생성이 저해되었다고 판단된다. Hwang 등(33)의 연구에 따르면 홍화자, 향부자, 형개의 에탄올 추출물의 tyrosinase 저해 활성이 1,000 µg/mL의 농도에서 27, 6, 23%를 보인 것을 볼 때, 형개의 tyrosinase 저해능이 다른 약초들과 비교하더라도 우수한 활성을 가지는 것을 알 수 있다.

### 상관관계 분석

본 연구에서 확인한 형개의 항산화능 및 tyrosinase 저해능과 총 페놀 함량과의 관계를 알아보기 위하여 상관관계를 분석하였다(Table 5). 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거

**Table 4.** Effect of far-infrared irradiation and extraction time on tyrosinase inhibitory activity from *Schizonepeta tenuifolia* (unit: %)

Temperature (°C)	Time (hour)			Arbutin (1 mg/mL)
	1	3	5	
Untreatment	7.95±0.36 <sup>aw</sup>	8.19±1.28 <sup>bw</sup>	7.05±1.30 <sup>bw</sup>	64.46±1.14
70	11.19±1.41 <sup>ax</sup>	11.06±0.79 <sup>bx</sup>	19.51±0.83 <sup>bx</sup>	
90	19.27±1.24 <sup>ay</sup>	20.28±0.74 <sup>by</sup>	18.75±0.29 <sup>by</sup>	
110	35.08±2.08 <sup>az</sup>	32.70±1.44 <sup>bz</sup>	33.65±1.55 <sup>bz</sup>	

Different letters within a row (a,b) and a column (w-z) are significantly different ( $P<0.05$ ), n=3.

**Table 5.** Correlation between TPC, antioxidant, and tyrosinase inhibitory activities

	TPC	DPPH RSA	ABTS RSA	Tyrosinase IA
TPC	1	0.921	0.977	0.921
DPPH RSA		1	0.928	0.817
ABTS RSA			1	0.906
Tyrosinase IA				1

Correlation is significant at the  $P < 0.01$ .

TPC, total phenolic content; DPPH RSA, DPPH radical scavenging activity; ABTS RSA, ABTS radical scavenging activity; Tyrosinase IA, tyrosinase inhibitory activity.

능, ABTS 라디칼 소거능, tyrosinase 저해능의 상관관계는 매우 높은 것으로 나타났다( $r=0.921, 0.977, 0.921$ ). 페놀성 물질은 일반적으로 항산화 활성 및 tyrosinase 저해능과 밀접한 연관이 있다는 보고에 근거하여(34) 형개의 항산화 활성과 tyrosinase 저해능은 페놀 화합물이 주된 원인인 것으로 생각된다.

### 요 약

형개(*Schizonepeta tenuifolia*) 2 g을 70, 90, 110°C에서 30분간 원적외선 처리 후 물 100 mL와 함께 60°C에서 1, 3, 5시간 추출하였다. 원적외선을 고온에서 처리함에 따라 추출물의 항산화 활성 및 tyrosinase 저해능이 증가하였다. 시료에 원적외선을 처리하였을 때 무처리구에 비해서 항산화능 및 tyrosinase 저해능이 증가하였으며, 특히 고온에서 원적외선을 처리할수록 좋은 활성을 보였다. 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, tyrosinase 저해능이 110°C에서 원적외선을 처리하였을 때 각각 약 2.5, 2.6, 2.3, 4.4배 증가하였고, 추출시간이 항산화 활성과 tyrosinase 저해능에 미치는 영향은 크지 않았다. 이러한 형개 추출물의 생리적 활성은 페놀성 화합물에 근거한 것으로 생각되며 형개를 건강기능식품이나 미백화장품의 소재로서 적용하고자 할 때 원적외선 처리는 매우 긍정적인 영향을 미칠 것으로 여겨진다.

### REFERENCES

- Fujita S, Fujita Y. 1973. Miscellaneous contributions to the essential oils of plants from various territories. XXXII. On the components of the essential oils of *Schizonepeta tenuifolia* Briq. *Yakugaku Zasshi* 93: 1622-1626.
- Mun JY. 2011. Distinction and phylogenetic analysis of *Citri unshiu semen*, *Schizonepetae spike* and *Prunella spike* on the basis of DNA sequences. *PhD Dissertation*. Kyunghee University, Seoul, Korea.
- Qiu Q, Ling J, Ding Y, Chang H, Wang J, Liu T. 2005. Comparison of supercritical fluid extraction and steam distillation methods for the extraction of essential oils from *Schizonepeta tenuifolia* Briq. *Se Pu* 23: 646-650.
- Kirby AJ, Schmidt RJ. 1997. The antioxidant activity of Chinese herbs for eczema and of placebo herbs-I. *J Ethno-*

- pharmacol* 56: 103-108.
- Tohda C, Kakihara Y, Komatsu K, Kuraishi Y. 2000. Inhibitory effects of methanol extracts of herbal medicines on substance P-induced itch-scratch response. *Biol Pharm Bull* 23: 599-601.
- Yoon MY, Lee HJ, Lee BB, Lee SM, Kim JY, Kim Y, Park E, Park HR. 2007. Protective effect of *Schizonepeta tenuifolia* Briquet extracts on oxidative DNA damage in human leucocytes and on hydrogen peroxide-induced cytotoxicity in PC12 cells. *Food Sci Biotechnol* 16: 858-862.
- Halliwell B, Gutteridge JM. 1984. Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochem J* 219: 1-14.
- Cross CE, Halliwell B, Borish ET, Pryor WA, Ames BN, Saul RL, McCord JM, Harman D. 1987. Oxygen radicals and human disease. *Ann Intern Med* 107: 526-545.
- Sun B, Fukuhara M. 1997. Effects of co-administration of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole and flavonoids on the activation of mutagens and drug-metabolizing enzymes in mice. *Toxicology* 122: 61-72.
- Hirose M, Takesada Y, Tanaka H, Tamano S, Kato T, Shirai T. 1998. Carcinogenicity of antioxidants BHA, caffeic acid, sesamol, 4-methoxyphenol and catechol at low doses, either alone or in combination, and modulation of their effects in a rat medium-term multi-organ carcinogenesis model. *Carcinogenesis* 19: 207-212.
- Namiki M. 1990. Antioxidants/antimutagens in food. *Crit Rev Food Sci Nutr* 29: 273-300.
- Pokorny J. 1991. Natural antioxidant for food use. *Trends Food Sci Technol* 2: 223-227.
- Jayaprakasha GK, Negi PS, Sikder S, Rao LJ, Sakariah KK. 2000. Antibacterial activity of *Citrus reticulata* peel extracts. *Z Naturforsch C* 55: 1030-1034.
- Inoue S, Kabaya M. 1989. Biological activities cause by far-infrared radiation. *Int J Biometeorol* 33: 145-150.
- Lee SC, Kim JH, Jeong SM, Kim DR, Ha JU, Nam KC, Ahn DU. 2003. Effect of far-infrared radiation on the antioxidant activity of rice hulls. *J Agric Food Chem* 51: 4400-4403.
- Lee SC, Jeong SM, Kim SY, Park HR, Nam KC, Ahn DU. 2006. Effect of far-infrared radiation and heat treatment on the antioxidant activity of water extracts from peanut hulls. *Food Chem* 94: 489-493.
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
- Jeong SM, Kim SY, Park HR, Lee SC. 2004. Effect of far-infrared radiation on the antioxidant activity of extracts from *Citrus unshiu* peels. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1580-1583.
- Pellegrini N, Re R, Yang M, Catherine RE. 1999. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis(3-ethylenebenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Methods Enzymol* 299: 379-389.
- Vanni A, Gastaldi D, Giunata G. 1990. Kinetic investigation on the double enzymatic activity of the tyrosinase mushroom. *Ann Chim* 80: 35-60.
- Ahn SI, Bok JH, Son JY. 2007. Antioxidative activity and nitrite-scavenging abilities of some phenolic compounds. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 19-24.
- Park JH, Jin JH, Kim HJ, Park HR, Lee SC. 2005. Effect of far-infrared irradiation on the antioxidant activity of extracts from rice hulls. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 131-134.
- Lee SC, Kim SY, Jeong SM, Park JH. 2006. Effect of far-in-

- frared irradiation on catechins and nitrite scavenging activity of green tea. *J Agric Food Chem* 54: 399-403.
24. Ji CK. 2004. *The characteristics and effects of far-infrared*. Living Books, Seoul, Korea. p 40-64.
  25. Lee JH, Lee SR. 1994. Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. *Korean J Food Sci Technol* 26: 310-316.
  26. Jo EK, Lee SC. 2011. Antioxidant and acetylcholinesterase inhibitory activities of subcritical water extracts from *Houttuynia cordata* Thunb. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1391-1396.
  27. Kim DO, Lee KW, Lee HJ, Lee CY. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *J Agric Food Chem* 50: 3713-3717.
  28. Jeong HR, Kwak JH, Kim JH, Choi GN, Jeong CH, Heo HJ. 2010. Antioxidant and neuronal cell protective effects of an extract of *Houttuynia cordata* Thunb (a culinary herb). *Korean J Food Preserv* 17: 720-726.
  29. Kim YJ, Uyama H. 2005. Tyrosinase inhibitors from natural and synthetic sources: structure, inhibition mechanism and perspective for the future. *Cell Mol Life Sci* 62: 1707-1723.
  30. Chan EWC, Lim YY, Wong LF, Lianto FS, Wong SK, Lim KK, Joe CE, Lim TY. 2008. Antioxidant and tyrosinase inhibition properties of leaves and rhizomes of ginger species. *Food Chem* 109: 477-483.
  31. Wang KH, Lin RD, Hsu FL, Huang YH, Chang HC, Huang CY, Lee MH. 2006. Cosmetic applications of selected traditional Chinese herbal medicines. *J Ethnopharmacol* 106: 353-359.
  32. Boissy RE, Manga P. 2004. On the etiology of contact/ occupational vitiligo. *Pigment Cell Res* 17: 208-214.
  33. Hwang EY, Kim DH, Hwang JY, Kim HJ, Park TS, Lee IS, Son JH. 2012. A study on the depigmenting effect of *Carthamus tinctorius* seed, *Cyperus rotundus* and *Schizonepeta tenuifolia* extracts. *Korean J Food Sci Technol* 44: 76-81.
  34. Hirota A, Taki S, Kawaii S, Yano M, Abe N. 2000. 1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical-scavenging compounds from soybean miso and antiproliferative activity of isoflavones from soybean miso toward the cancer cell lines. *Biosci Biotechnol Biochem* 64: 1038-1040.