

## 품종별 들깨잎 열수추출물의 caffeic acid와 rosmarinic acid의 함량 및 항산화력 비교

이현순<sup>1</sup> · 이현아<sup>2</sup> · 홍충의<sup>2</sup> · 양성용<sup>2</sup> · 홍성유<sup>3</sup> · 박상률<sup>4</sup> · 이호정<sup>5</sup> · 이광원<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 식품공학부, <sup>2</sup>고려대학교 생명자원연구소, <sup>3</sup>(주)바이오버드,  
<sup>4</sup>밀양시 농업기술센터, <sup>5</sup>고려대학교 생명공학부

### Quantification of Caffeic Acid and Rosmarinic Acid and Antioxidant Activities of Hot-water Extracts from Leaves of *Perilla frutescens*

Hyun-Sun Lee<sup>1</sup>, Hyun Ah Lee<sup>2</sup>, Chung-Oui Hong<sup>2</sup>, Sung Yong Yang<sup>2</sup>, Sung Yu Hong<sup>3</sup>,  
Sang Yul Park<sup>4</sup>, Ho Jung Lee<sup>5</sup>, and Kwang-Won Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Life Science and Natural Resource, Korea University

<sup>2</sup>Division of Food Bioscience and Technology, College of Life Science & Biotechnology, Korea University

<sup>3</sup>Biobud Inc.

<sup>4</sup>Miryang City Agricultural Technology Center

<sup>5</sup>Division of Life & Genetic Engineering, College of Life Science & Biotechnology, Korea University

**Abstract** The principal objective of this investigation was to identify adequate species for the harvest of *Perilla frutescens* leaves, which provide profound antioxidant activities, and harbor abundant caffeic acid and rosmarinic acid. Namchun, Donggeul-2, Bora, Sae-bora and Neul-bora variants of the plant were assessed herein. In this study, we evaluated the antioxidant effects of these plants, and utilized an HPLC system to verify their caffeic acid and rosmarinic acid contents. Dried *Perilla frutescens* leaves were boiled at a temperature of 100°C for three hours, and were lyophilized in a freeze-dryer. The extracts were then processed in order to confirm their antioxidant activities via 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radical-scavenging activity assay, ferric-reducing antioxidant power (FRAP) assay, total flavonoid content and total polyphenol content assays. According to the observed antioxidant results of the five tested species of *Perilla frutescens* leaves, Bora and Donggeul-2 were shown to have more potent antioxidant activities than the other tested variants. The scavenge 50% of DPPH radical (SC<sub>50</sub> of DPPH) values were 241 µg DM/mL in Donggeul-2 and 261 µg DM/mL in Bora. Based on the results of the FRAP assay, the Bora variant showed a value of 796 mM FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O/g DM, and Donggeul-2 exhibited a value of 748 mM FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O/g DM, of which the total polyphenol contents were measured as 69.4 g GAE/kg DM and 61.8 g GAE/kg DM, respectively. Moreover, the Bora variant had the highest level of caffeic acid, and Donggeul-2 showed the highest rosmarinic acid content among the tested samples (0.87 mg/100 g wet base and 121 mg/100 g wet base, respectively). According to the results of this experiment, we selected two species, Bora and Donggeul-2, which were both verified to contain adequate and favorable antioxidant activities.

**Key words:** leaves of *Perilla frutescens*, antioxidant activities, caffeic acid, rosmarinic acid

## 서 론

들깨(*Perilla frutescens* Britton var. *japonica* Hara)는 중국에서 처음으로 재배되기 시작하여 인도, 중국, 일본 그 밖의 동남아 지역에서 재배되었으며, 최근에는 러시아, 미국, 남아프리카, 이집트 등지에서도 재배되고 있는 꿀풀과(Labiatae)의 일년생 초로 우리나라에서는 농상집요(農桑輯要, 1273년)에 처음으로 기록되었고 참깨보다도 재배역사가 오래되었다(1). 과거에는 주로 종실유

를 채취할 목적으로 들깨가 재배되어 왔으나 최근 육류의 소비 증가, 외식문화의 발달 및 웰빙에 의한 짬채소 소비 시장의 급성장으로 최근 들깨잎용 품종이 개발되어 연중 생산이 가능해졌다(2). 최근 들깨잎의 항돌연변이 효과에 관한 보고에서 aflatoxin B1에 의하여 유발되는 돌연변이가 억제되었으며, 이러한 억제효과를 나타내는 물질로 phytol 및 methyl 11,14,17-eicosatrienoate 등이 동정된 바 있다(3). 또한 들깨잎은 중요한 생리활성물질로서 종양세포에 직접적인 증식 억제효과를 나타내며(4), UV나 ethyl methane sulfonate(EMS)에 의한 *Salmonella*와 *Drosophila*의 돌연변이 유발을 억제한다(3).

Glutathione(L-γ-glutamyl-L-cysteinylglycine, GSH)은 glutamic acid, cysteine, glycine으로 구성된 tripeptide로 생체에서 가장 풍부한 sulfhydryl group의 급원으로서 활성산소기(reactive oxygen radical, ROS)에 의한 세포 손상 등의 독성에 대하여 방어 작용을 하는 세포 내 방어물질의 하나로 알려져 있으며, GSH의 생합성

\*Corresponding author: Kwang-Won Lee, College of Life Science & Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea  
Tel: 82-2-3290-3027  
Fax: 82-2-925-1970  
E-mail: kwangwon@korea.ac.kr  
Received March 3, 2009; revised April 13, 2009;  
accepted June 1, 2009

에는  $\gamma$ -glutamylcystein synthetase( $\gamma$ -GCS)가 매우 중요한 효소이다(5). 본 연구진의 앞선 연구결과 들깨잎 열수 추출물이 *tert*-butyl hydroperoxide로 유도된 간세포의 산화적 손상을 억제하며 투여한 실험동물의 간 조직에서 정상 대조군보다 GSH의 함량이 증가한 것을 확인하였다(6). 예비실험결과로 그 활성의 본체가 caffeic acid임을 밝혀내었다. Caffeic acid는 polyphenol계 화합물로서 발암억제제로 작용하고, 생체안과 밖에서 항산화제로서 알려져 있으며 아플라톡신(aflatoxin)의 생산을 95% 이상 줄여 줄 뿐만 아니라, 산화 스트레스 유발 및 아플라톡신의 생산을 억제할 수 있다고 알려져 있고, *in vitro* 실험 결과, dicaffeoyl ester, chicoric acid (CRA)가 glucose uptake와 인슐린 분비를 촉진시키는 사실이 알려져 있다(7). 또한 caffeic acid의 dimer인 rosmarinic acid는 인체에서 형성되는 독성물질인 활성산소를 제거함으로써 인체의 노화와 각종 질병을 예방해주고 유지식품의 산화에 의한 부패를 막아주는 물질로(8), 이외에도 그 중 주요작용으로는 항산화작용(9), 항염증작용(10), 항돌연변이작용(3), 항미생물작용(11), 항바이러스작용(12), 그리고 항암활성(13)을 가지고 있다고 알려져 있다. 또한 식후에 영양소가 혈중으로 들어가기 위해 혈액상태가 일시적으로 걸쭉해 지는데 rosmarinic acid는 맥아당을 포도당으로 분해시키는 작용을 해서 혈중에 흡수된 당분을 체외로 배출시킨다. 그로 인해 혈당치의 상승을 억제하고 고혈압, 당뇨, 고지혈증을 예방한다고 보고되고 있다(2).

현재 우리나라에서는 다양한 품종의 들깨잎이 생산되고 있으나 각 품종별 생리활성에 대한 연구는 매우 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 생산되어 식용 되고 있는 들깨잎의 품종별 플라보노이드 함량, 항산화 활성 및 caffeic acid와 rosmarinic acid의 함량을 측정하여 현재는 단순히 식용소재로만 소비되는 들깨잎을 기능성 식품소재, 피부미용, 노화방지 등의 건강식품으로서 사용이 가능하도록 품종에 따른 성분을 종합적 비교로 분석하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료 및 품종별 들깨잎 열수추출물 조제

들깨잎은 영남농업기술시험장에서 분양받은 종자를 밀양농업기술센터에서 동일 구획 내에서 2008년 9월에 파종하여 11월에 온실재배 후 수확한 것을 약 50 g 정도씩 3-4번씩 흐르는 물에 세척하여 동결건조하였다. 이를 분쇄하여 약 3 g씩 증류수 100 mL에 넣어서 3시간 동안 환류 추출 후 여과한 후 동결건조하여 실험에 사용하였다.

**Table 1. Instrument and condition for identification and quantification of caffeic acid and rosmarinic acid in HPLC analysis**

Instrument	Varian Prostar
Column	Waters spherisorb 5 $\mu$ m ODS2 (4.6 $\times$ 250 mm)
Mobile phase	A: 0.05% trifluoroacetic acid B: MeOH 0 $\rightarrow$ 20 min (A:B=50:50), 20 $\rightarrow$ 21 min (A:B=0:100), 21 $\rightarrow$ 25 min (A:B=0:100), 25 $\rightarrow$ 26 min (A:B=50:50), 26 $\rightarrow$ 28 min (A:B=50:50)
Retention time	6 min (caffeic acid), 11.5 min (rosmarinic acid)
Flow rate	1 mL/min
Detector	340 nm

실험에 사용한 caffeic acid, rosmarinic acid, gallic acid, Folin and Ciocalteu's phenol reagent, sodium carbonate, aluminium (III) chloride hexahydrate, quercetin dihydrate, sodium acetate trihydrate, acetic acid glacial, 2,4,6-tripyridyl-s-triazine, iron (III) chloride hexahydrate, iron (II) sulfate heptahydrate, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, L-ascorbic acid는 Sigma(St Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

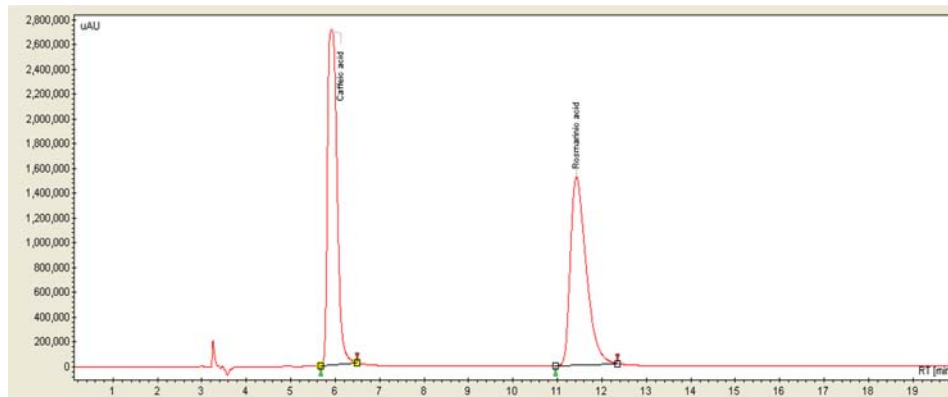
### 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 일부 변형하여 정량하였다(14). 즉, 추출물 100  $\mu$ L에 Folin-Ciocalteu reagent 0.25 mL를 가한 후 증류수 0.4 mL을 넣어 희석한 후 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 포화 용액 1.25 mL을 가하여 잘 섞고, 실온에서 40분 방치한 후 spectrophotometer(BioTek, Winooski, VT, USA)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid의 농도를 달리하여 조제한 후 표준 곡선을 작성하여 계산하였다(15).

총 플라보노이드의 함량은 각 추출액 100  $\mu$ L에 2%  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  용액을 100  $\mu$ L 가하고 5분 방치한 후, 흡광도 값 430 nm에서 측정하였다. 표준물질로는 quercetin dihydrate를 사용하였다(15).

### Ferric-reducing antioxidant power (FRAP) Assay

FRAP 활성은 Benzie와 Strain에 의한 방법(16)을 일부 변형하여 측정하였다. FRAP reagent로서 40 mM HCl에 용해시킨 10 mM TPTZ(2,4,6-tripyridyl-s-triazine) 2.5 mL에 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  2.5 mL과 pH 3.6의 0.3 M acetate buffer 25 mL을 가하였다. 그 후 FRAP reagent 3 mL에 농도별 들깨잎 추출액



**Fig. 1. Peaks of caffeic acid and rosmarinic acid.** As standard materials, a peak of caffeic acid was detected at 6 min and a peak of rosmarinic acid was found at 11.5 min by HPLC system.

**Table 2. Total polyphenol, flavonoid, FRAP, and DPPH SC<sub>50</sub> of hot-water extracts from various the leaves of *Perilla frutescens***

	Namchun	Donggeul-2	Bora	Sae-bora	Neul-bora
Total polyphenol (g GAE/kg DM)	53.1±0.7 <sup>c1)</sup>	61.8±2.3 <sup>b</sup>	69.4±4.5 <sup>a</sup>	48.6±3.4 <sup>cd</sup>	58.8±2.2 <sup>bc</sup>
Flavonoid (g QE/kg DM)	29.9±11 <sup>a</sup>	20.5±4.5 <sup>b</sup>	39.0±7.5 <sup>b</sup>	29.1±5.4 <sup>b</sup>	64.5±3.6 <sup>b</sup>
FRAP (mM FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O/g DM)	604±44 <sup>b</sup>	748±62 <sup>ab</sup>	796±80 <sup>a</sup>	530±13 <sup>bc</sup>	687±1.9 <sup>b</sup>
DPPH SC <sub>50</sub> (μg DM/mL)	324±6.7 <sup>a</sup>	241±3.6 <sup>b</sup>	261±7.0 <sup>c</sup>	324±19 <sup>a</sup>	429±14 <sup>d</sup>

Total polyphenol content expressed as gallic acid equivalents (GAE), flavonoid content expressed as quercetin equivalents (QE), and ferric-reducing antioxidant power (FRAP) in extracts. Each value is mean±standard deviation of three replicate experiments. Each sample was dry matter (DM).  
<sup>1)</sup>Different letters in a row indicate significant difference ( $p<0.001$ ).

100 μL를 넣어 혼합한 것을 37°C에서 5분 경과 후에 593 nm에서 흡광도를 측정하고 표준 곡선으로 FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O를 사용하여 산출하였다(15).

#### DPPH radical-scavenging assay

들깨잎 열수 추출액의 radical scavenging property는 유리기인 DPPH에 대한 소거능을 측정하였다(17). 에탄올에 녹인 200 μM DPPH reagent 100 μL에 농도별 시료 100 μL를 넣고 잘 섞어주고 어두운 상태로 30분간 보관한 후 515 nm에서 시간에 따른 흡광도의 변화를 측정하였고, 대조군으로 ascorbic acid를 사용하였다. 각 시료의 SC<sub>50</sub>(scavenging activity 50%)은 DPPH의 농도가 50% 감소하는데 필요한 시료의 농도로 하였다.

#### Caffeic acid와 rosmarinic acid 함량 측정 및 통계 처리

품종별 들깨잎 추출물에 들어있는 caffeic acid와 rosmarinic acid의 함량은 HPLC(Varian Prostar)를 이용하여 측정하였다. 분석조건은 Table 1과 같고, 표준물질인 caffeic acid와 rosmarinic acid의 peak는 Fig. 1과 같다.

통계처리는 SigmaStat(Systat Software Inc., Point Richmond, CA, USA)을 사용하여 ANOVA one-way로 유의차( $p<0.001$ ) 검정을 실시하였다.

### 결과 및 고찰

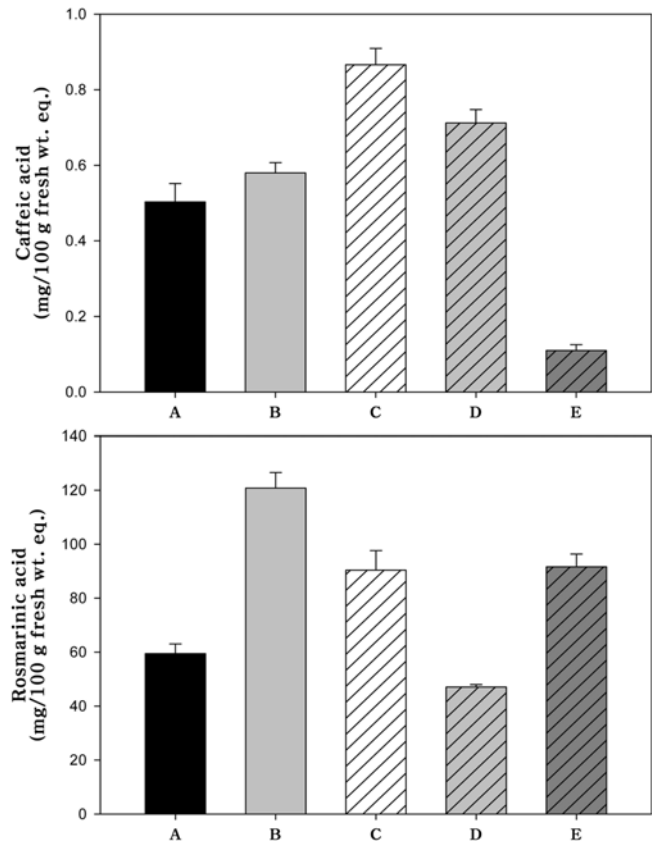
#### 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량

국내에서 생산되는 5종의 들깨잎 종자를 동일한 생육조건으로 생육시킨 후 수확하여 각 품종의 깻잎에 따른 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과 보라들깨가 69.4 g, 동글2호 61.8 g, 늘보라들깨 58.8 g, 남천들깨가 53.1 g, 새보라들깨가 48.6 g gallic acid equivalents(GAE)/kg dry matter(DM)로 가장 낮은 폴리페놀 함량을 나타내었다(Table 2).

각 품종에 따른 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과(Table 2), 늘보라들깨 64.5±3.6 g, 보라들깨 39.0±7.5 g, 새보라들깨 29.1±5.4 g, 남천들깨 29.9±11 g, 동글2호 20.5±4.5 g quercetin equivalents (QE)/kg DM로 플라보노이드를 함유하고 있었다.

#### Ferric-reducing antioxidant power (FRAP) assay

FRAP assay는 Fe(III)(TPTZ)<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>를 산화제로 사용하여, pH 3.6에서 항산화제에 의해 Fe(II)(TPTZ)<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>로 환원되는 것을 이용하는 분석법이다(14). 환원력은 보라들깨가 796±80 mM로 가장 높았고, 동글2호는 748±62 mM이었으며, 늘보라들깨는 687±1.9, 남천들깨는 604±44, 새보라들깨가 530±13 mM FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O/g DM로 가장 낮았다. 이를 통해 보라들깨가 가장 높은 항산화 활성을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다(Table 2).



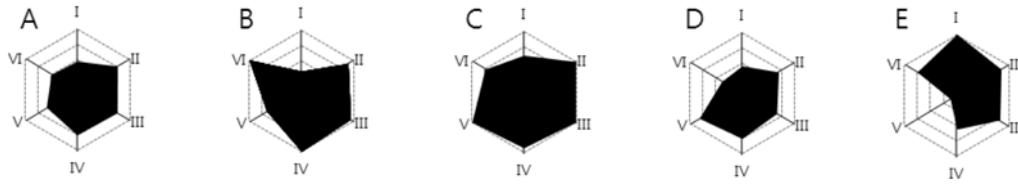
**Fig. 2. Caffeic acid contents and rosmarinic acid contents of various leaves of *Perilla frutescens*. A, NamChun; B, Donggeul-2; C, Bora; D, Sae-bora; E, Neul-bora**

#### DPPH radical-scavenging assay

DPPH는 화학적으로 안정화된 프리라디칼을 가지고 있는 수용성 물질로 515 nm에서 최대 흡광도를 가지며, 전자를 받으면 흡광도가 감소한다. 환원력이 있는 물질과 만나면 전자를 내어주면서 DPPH의 라디칼이 소멸되고 그 특유의 보라색이 투명하고 노란빛을 띄게 되는 원리이다(13). 늘보라들깨는 SC<sub>50</sub>값이 429±14 μg DM/mL로 확연하게 낮은 free radical-scavenging 능력을 가지고 있었고, 새보라들깨는 324±19 μg DM/mL, 남천들깨는 324±6.7 μg DM/mL, 보라들깨는 261±7.0 μg DM/mL을 나타내었다. 동글2호는 241±3.6 μg DM/mL로 가장 높은 항산화력을 가지고 있었다(Table 2).

#### Caffeic acid와 rosmarinic acid 함량 측정

HPLC를 통한 분석 결과(Fig. 2), 생물 100 g 기준으로 계산하



**Fig. 3. Radar charts demonstrating characteristic features in the antioxidant properties of various species of leaves of *Perilla frutescens*<sup>1)</sup>.**  
<sup>1)</sup>Scale expressed as the ratio when each value is compared with correspondingly maximum. A, NamChun; B, Donggeul-2; C, Bora; D, Sae-bora; E, Neul-bora; I, Flavonoid; II, Total polyphenol; III, FRAP; IV, DPPH; V, Caffeic acid content; VI, Rosmarinic acid content.

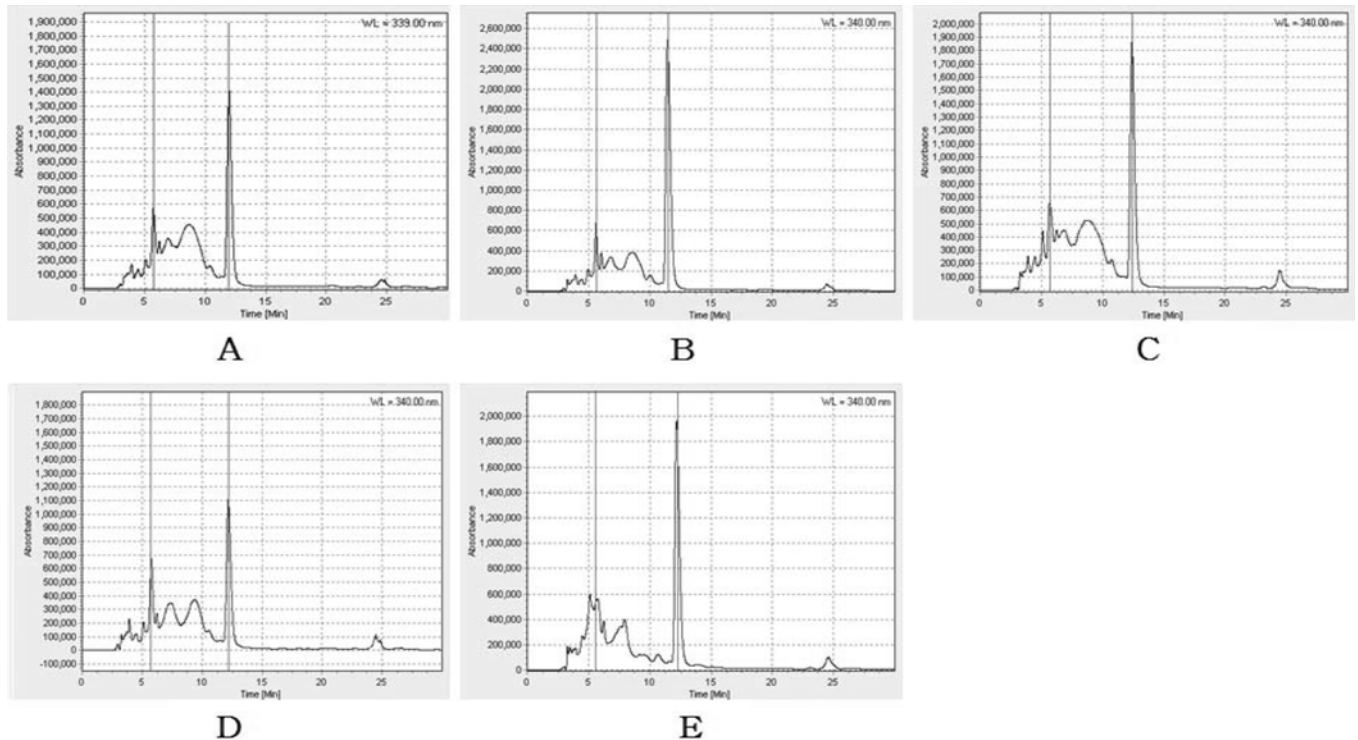
였을 때, caffeic acid는 보라들깨는 0.87 mg, 새보라들깨는 0.71 mg, 동글2호는 0.58 mg, 남천들깨는 0.50 mg 순으로 함량이 감소하였고, 늘보라들깨의 경우 0.11 mg으로 다른 품종에 비하여 매우 낮은 caffeic acid 함량을 나타내었다. Rosmarinic acid의 경우, 동글 2호가 121 mg으로 가장 높은 함유량을 보였고, 늘보라들깨가 91.6 mg, 보라들깨가 90.4 mg, 남천들깨가 59.5 mg, 새보라들깨가 47.1 mg을 나타내었다. 이를 통해서 caffeic acid와 rosmarinic acid의 함량은 각각 보라들깨와 동글2호가 가장 높은 것을 알 수 있고, 이 결과는 앞의 항산화력 측정 실험결과에서 항산화력이 높은 품종이 동글2호와 보라들깨였던 것과 연관지어 생각해 볼 수 있다. 첫 번째 총 폴리페놀 함량 측정에서 보라들깨와 동글2호가 높은 결과를 나타내었고, 두 번째 FRAP에서는 보라들깨가 첫 번째로, 동글2호가 두 번째로 높은 항산화력을 나타내었다. DPPH의 결과에서도 역시 동글2호가 가장 높은 항산화력을 나타내었고, 그 다음은 보라들깨였다. 이것은 높은 항산화력을 가진 caffeic acid와 rosmarinic acid의 함량이 많은 보라들깨와 동글2호가 항산화력 측정 실험결과에서 높은 값을 나타낸 것으로 보인다. 이에 반해, 늘보라들깨는 플라보노이드 함량에서 높은 결과

를 나타내었지만, caffeic acid나 rosmarinic acid의 함량이 낮았고, DPPH에서는 가장 낮은 결과를 나타내었으며, 나머지 다른 항산화 측정법에서도 높지 않은 결과를 나타내었다.

항산화측정법과 HPLC를 통한 caffeic acid와 rosmarinic acid의 함량을 종합적으로 방사형 그래프로 표현해 본 결과(Fig. 3), 면적은 보라들깨가 87.9%, 동글2호가 80.3%로 확인하게 높은 결과를 나타내었으며, 늘보라들깨가 68.6%, 남천들깨가 63.4%이었고, 새보라들깨가 62.9%로 가장 낮았다. 이를 통해 보라들깨와 동글2호가 caffeic acid와 rosmarinic acid의 함량과 항산화력 측면에서 보았을 때, 항산화관련 기능성 식품소재로 가장 적합한 품종이라고 결론지을 수 있다. 하지만 위와 같은 생화학적 연구 뿐만 아니라, 소비자 선호도와 농업인 선호도, 시장성을 고려하여 앞으로 더 심도있는 연구가 필요할 것이다.

**요 약**

본 연구는 품종별 들깨잎의 기능성 건강식품에 항산화력 측정과 생리활성물질인 caffeic acid와 rosmarinic acid의 함량 분석을



**Fig. 4. Peaks of rosmarinic acid and caffeic acid in various leaves of *Perilla frutescens*.** Rosmarinic acid and caffeic acid in various leaves of *Perilla frutescens* have been analysed by HPLC system at 6 min and 11.5 min, respectively. A, NamChun; B, Donggeul-2; C, Bora; D, Sae-bora; E, Neul-bora.

통하여 항산화관련 기능성 식품소재에 적합한 들깨잎의 품종을 찾기 위하여 수행하였다. 분쇄한 각 품종별 들깨잎을 환류 추출하여 여과한 후 동결 건조한 물질을 각 실험의 시료로 사용하였다. 총 폴리페놀 함유량을 측정된 결과, 보라들깨와 동글2호가 각각 69.4 g GAE/kg DM, 61.8 g GAE/kg DM로 높은 수치를 나타내었다. 그리고 항산화 실험 결과, FRAP에서는 보라들깨가 796 mM FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O/g DM로 가장 높은 항산화력을 가진 것으로 나타났으며, 그 뒤로 동글2호가 748 mM FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O/g DM으로 높았고, DPPH 결과에서는 SC<sub>50</sub>값이 동글2호가 241 µg DM/mL로 가장 항산화력이 높았고, 그 다음으로 261 µg DM/mL로 보라들깨였다. 플라보노이드 함유량 측정에서는 늘보라들깨가 64.5 g QE/kg DM로 가장 높은 결과를 나타내었다. HPLC를 통하여 이미 잘 알려진 항산화제인 caffeic acid와 rosmarinic acid의 함유량을 측정된 결과, caffeic acid는 보라들깨에서, rosmarinic acid는 동글2호에서 가장 높은 함유량을 나타내었다. 즉, 이 종합적인 비교를 통하여 항산화능력과 생리활성물질 함유량 측면에서 보라들깨와 동글2호가 가장 적합한 품종이라고 결론지을 수 있다.

## 문 헌

1. Lee JI, Han ED, See ST, Park HW. Study on the evaluation of oil quality and the differences of fatty acid composition between varieties in *perilla* (*Perilla frutescens* Britton bar. *japonica* Hara). Korean J. Breed. 18: 228-233 (1986)
2. Hyun KW, Kim JH, Song KJ, Lee JB, Jang JH, Kim YS, Lee JS. Physiological functionality in geumsan *Perilla* leaves from greenhouse and field cultivation. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 975-979 (2003)
3. Oh SI. Screening for antioxidative and antimutagenic capacities in 7 common vegetables taken by Korean. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 1344-1350 (2003)
4. Park HS, Ahn B, Yang CB. Studies on the functional properties of sesame and *Perilla* protein isolate. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 350-356 (1990)
5. John JH, Hisham LH. L-Gamma-glutamyl-L-cysteinyglycine (glutathione; GSH) and GSH-related enzymes in the regulation of pro- and anti-inflammatory cytokines: A signaling transcriptional scenario for redox(y) immunologic sensor(s). Mol. Immunol. 42: 987-1014 (2005)
6. Kim MK, Lee HS, Kim EJ, Won NH, Chi YM, Kim BC, Lee KW. Protective effect of aqueous extract *Perilla frutescens* on *tert*-butyl hydroperoxide-induced oxidative hepatotoxicity in rats. Food Chem. Toxicol. 45: 1738-1744 (2007)
7. Didier T, Anne-Dominique L, Eric H, Jacqueline AM, Karine F, Celine J, Gerard C, Pierre P. Chicoric acid, a new compound able to enhance insulin release and glucose uptake. Biochem. Biophys. Res. Commun. 377: 131-135 (2008)
8. Yang CB. Studies on lipid and fatty acid composition of Korean *perilla* leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* HARA). Korean J. Food Sci. Technol. 24: 610-615 (1992)
9. Meng L, Lozano YF, Gaydou EM, Li B. Antioxidant activities of polyphenols extracted from *Perilla frutescens* varieties. Molecules 14: 133-140 (2008)
10. Yu HE. Screening of bioactive compounds from mushroom *Pholiota sp.* Korean J. Mycol. 14: 79-84 (2006)
11. Park KW. Healthy function and research situation of herbs in Korea. TALS, ALRIC, Korea 2: 27-32 (2002)
12. Ryu HS, Kim HS. Studies on the effects of water extract from mixture of pine needles, *Sedum sarmentosum* BUNGE, hijki-aorme, buckwheat, and *perilla* leaves on the immune function activation. Korean J. Food Nutr. 21: 269-274 (2008)
13. Cho MS. A study of intakes of vegetables in Korea. Korean J. Food Culture 18: 601-612 (2003)
14. Appel HM. Limitations of folin assays of foliar phenolics in ecological studies. J. Chem. Ecol. 27: 761-778 (2001)
15. Zoran M, Dorde M, Nada K. Polyphenol contents and antioxidant activity of *Maydis stigma* extracts. Biores. Technol. 96: 873-877 (2005)
16. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Anal. Biochem. 239: 70-76 (1996)
17. Wang KJ, Zhang YJ, Yang CR. Antioxidant phenolic compounds from rhizomes of *Polygonum paleaceum*. J. Ethnopharmacol. 96: 483-487 (2005)
18. Kim JH, Bruce CC. Examination of fungal stress response genes using *Saccharomyces cerevisiae* as a model system: Targeting genes affecting aflatoxin biosynthesis by *Aspergillus flavus* link. Appl. Microbiol. Biotechnol. 67: 807-815 (2005)