

중국과 일본 들깨 수집 자원의 생육 특성 및 페놀 성분 분석

성은수* · 서은원** · 정일민*** · 김명조** · 김희영** · 유지혜** · 최재후** · 김남준** · 유창연**†

*강원대학교 한방바이오연구소, **강원대학교 바이오컨버전스공학과, ***건국대학교 응용생물과학

Growth Characteristics and Phenol Compounds Analysis of Collected *Perilla frutescens* Resources From China and Japan

Eun Soo Seong*, Eun Won Seo**, Il Min Chung***, Myong Jo Kim**, Hee Young Kim**, Ji Hye Yoo**, Jae Hoo Choi**, Nam Jun Kim** and Chang Yeon Yu**†

*Oriental Bio-herb Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

**Department of Bioconvergence Science and Technology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

***Department of Applied Bioscience, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea.

ABSTRACT : This study was conducted to find out the variation in agronomic trait and chemical composition in the collected *Perilla frutescens* from China and Japan. From the results of growth investigation, the maximum number of branches was 26.7ea in Japan 134 line, followed by 25 nodes number in China 119 line. Among the different lines investigated, maximum number of panicle number (108.8) were observed in China 114 line. 1000 seed weight was maximum (4.12 g) in China 118 line. Flowering time of different collected lines varied significantly with average value of 175.5 days and the average line required for maturation of seedlings was 205.1 days. Plant height was the highest (248.9 cm) in China 107 line. Highest number of total picking leaves was 965ea, and the average picked period was 54 days. The major phenol compounds contained in *Perilla frutescens* showed wide variation for Syringic acid, Benzoic acid, Naringin, o-Coumaric acid, Myricetin, Naringenin and Hesperetin. Japan 139 line showed the highest level of total phenol contents (8254.0 µg/g, dry weight).

Key Words : *Perilla frutescens*, Agronomic Trait, Phenolic Compounds

서 언

들깨 (*Perilla frutescens*)는 일년생 초본으로 자가수정 하며, 옛날부터 유약작물로서 동아시아를 중심으로 재배되어 왔다. 들깨는 파종기의 이동 범위가 넓어 다른 작물과 윤작이나 혼작이 가능하고, 토양적응성이 높은 중요 작물중 하나이다 (Choung, 2005). 들깨는 재배역사가 길지만 체계적인 연구기간이 짧아서 육성품종의 수가 너무 적고, 수량도 낮기 때문에 환금작물로서의 역할을 하지 못했다 (Nam *et al.*, 2004). 우리나라에서 들깨는 잎과 종자를 모두 식용으로 이용하고 있어서 채엽 목적의 농가는 꾸준히 증가하는 양상을 나타내고 있다 (Han *et al.*, 1997). 들깨 육종에 관한 연구에서 잎들깨와 종실용 들깨 평균개화기 차이는 잎들깨가 약 23일 정도 늦게

나타났고, 경장 및 마디수도 수치상 낮게 나타났다 (Choung, 2005). 들깨 품종중 ‘충주’종의 경우 파종기와 육묘일수에 관계없이 9월초쯤 모두 개화하는 단일성 작물임을 확인하였고, 종실수량도 5월 중순에 파종하여 6월 하순에 이식했을 때 최고의 수량을 얻을 수 있었다 (Chung, 2008).

들깨 잎에는 안토시아닌, 아미노산, 비타민, 양질의 지질 및 미네랄이 풍부하게 함유되어 있고, 들깨 종실로부터 추출한 들기름은 건성유가 40-50% 차지하고 있어서 식용 및 공업용으로 많이 이용되고 있다 (Han *et al.*, 1997; Oh *et al.*, 1995). 들깨유의 지방산 조성은 오메가 3계가 50-60%, 불포화 지방산은 리놀렌산 (linolenic acid)으로서 식품 영양학적 가치가 큰 것으로 알려져 있다 (Park *et al.*, 2000). 붉은 들깨의 추출물을 분석해보면 토코페롤 같은 항산화 성분, 스테롤,

†Corresponding author: (Phone) +82-33-250-6411 (E-mail) cyyu@kangwon.ac.kr

Received 2015 January 22 / 1st Revised 2015 February 3 / 2nd Revised 2015 March 3 / 3rd Revised 2015 March 18 / 4th Revised 2015 April 2 / 5th Revised April 9 / Accepted 2015 April 13

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

monoterpene류의 특수성분에 의한 다양한 생리활성을 나타내고 있다 (Lim *et al.*, 1994). 또한 들깨잎의 특유한 향기는 생선 및 육류 비린내를 제거하여 우리나라에서 쌈용 채소로 생식하는 소비 경향도 증가되고 있다 (Han *et al.*, 1997). 한 방에서는 옷의 해독 작용, 강장, 소화, 음증 등에 이용한다고 알려져 있다 (Lim *et al.*, 1994).

본 연구는 중국, 일본에서 수집한 들깨를 대상으로 육종을 통한 생육 특성의 차이를 가지수, 마디수, 꽃수, 꼬투리수, 천립중, 새화기, 성숙기, 식물체 크기, 잎의 길이와 폭, 수확한 잎 수 등을 조사하여 나타내었다. 또한 이들 공시재료의 향산화 관련 페놀 성분 28가지 분석을 통해 중국, 일본 들깨 수집종간 차이를 데이터화하여 용도별 들깨 품종 육성의 기초자료로 이용하고자 연구하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구의 식물재료로는 중국 수집종 10종과 일본 수집종 7종을 대상으로 하여 농업 형질 특성 및 기능성 물질 분석을 통한 계통간의 차이를 연구하였다. 온실에서 키운 이들 공시 재료를 5월 중순경 강원대학교 부속농장에 이식하였다. 재배 방법에 있어서는 재식거리 휴폭 60 cm × 주간 40 cm로 이식하였고, 비료는 10a당 질소 5 kg, 인산 4 kg, 칼륨 4 kg을 전량 기비로 이용하였다. 적엽은 파종 후 1-3엽은 제거하고 4본엽부터 수확하여 조사하였다.

2. 농업적 형질 특성 조사

중국, 일본 수집종의 농업 형질 관련 생육조사는 농림축산식품부 국립종자원의 특성조사요령 (특용작물-들깨; 경장, 마디수, 주당 분지수, 화방군수, 화방군장, 개화일수 및 잎과 종자 특성)에 따라 수행하였다 (KSVS, 2000). 천립중은 건조 후 완전립을 무작위로 조사하였고, 생육특성 조사는 파종일에서 성숙일까지 일수로 생육이 비교적 균일하고 중간정도 개체를 조사하는데 이용하였다. 들깨 잎의 수확은 완전히 전개된 잎을 채취하여 엽장, 엽폭, 장폭비, 채엽기간, 채엽횟수, 채엽량 등의 채엽 관련 수량 형질을 조사하였다.

3. 페놀화합물 분석

동결건조한 들깨잎의 수분을 제거한뒤 분쇄하여 분석시료로 이용하였다 (Kim *et al.*, 2008). 시료 2g에 10 ml 99.9% acetonitrile (HPLC grade)과 0.1N HCl을 넣고 실온에서 2시간 추출후, 감압농축기로 농축하여 0.45 μm syringe filter로 여과한 샘플을 HPLC 분석에 이용하였다. HPLC 분석은 Shimadzu HPLC system (SPD-M10A Diode Array Detector, Kyoto, Japan) 기기와 YMC-Pack ODS AM-303 (4.6 × 250 mm I.D.,

YMC Co., Kyoto, Japan) 컬럼을 이용하여 수행하였다 (Chung, 2004). 증류수와 0.1% acetic acid를 포함하는 3차 증류수를 혼합한 solvent A와 acetonitrile과 0.1% acetic acid를 포함하는 3차 증류수를 혼합한 solvent B를 gradient program으로 하여 UV 흡광도 280nm에서 이동상을 측정하였다. Flow rate의 양은 1 ml/min으로 하여 분석에 이용하였다. 페놀화합물 분석은 gallic acid를 포함하여 총 28가지 물질로 검량선 작성 후 분석하였다 (Fig. 1).

4. 통계처리

모든 실험은 3반복으로 수행하였으며, 실험결과는 평균 ± 표준편차 (Mean ± S.D.)로 나타내었다. 통계분석은 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)를 이용하여 실험구간 유의성 검정을 실시하였다 ($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 중국, 일본 수집종 들깨의 작물학적 생육특성

중국 수집종 10계통과 일본 수집종 7계통의 작물학적 형질 특성 조사한 결과는 Table 1-3에 나타내었다. 중국과 일본 수집종 전체에서 주당 분지수가 가장 많은 것은 일본 134계통으로서 26.7개로 나타났다. 15개 이하의 주당분지수를 갖는 계통은 중국 108계통과 일본 138계통으로 조사되었다. 마디수가 가장 많은 것은 중국 119계통으로 25개의 마디수를 갖는 것으로 나타났고, 일본 138계통의 경우는 마디수가 11.7개로서 저조한 수치를 보여주었다. 화방군수에 있어서는 중국 114계통이 180.8로서 가장 많은 것으로 조사되었고, 일본과 중국 수집종 전체 화방군수는 89.5의 화방군수를 나타내었다. 화방군당 삭수에 있어서는 중국과 일본 수집종 전체적으로 큰 차이를 나타내지 않았으며, 평균적으로 41.9개의 화방군당삭수를 갖는 것으로 조사되었다. 화방군의 길이는 중국 118계통이 11.2 cm로서 가장 큰 것으로 나타났고, 4cm 이하의 길이를 보이는 것도 중국 100과 중국 113 계통 2 가지인 것으로 나타났다. 천립중을 조사한 결과 중국 118계통이 4.12 g의 가장 무거운 것으로 조사되었다. 중국과 일본 수집종 전체의 파종기부터 개화기까지는 평균적으로 175.5일이 걸리는 것으로 나타났으며, 성숙하기까지는 평균 205.1일이 걸리는 것으로 조사되었다 (Table 1). 한국 들깨 수집종 85점을 가지고 생육 특성을 조사한 결과, 천립중은 평균 2.7 g이었고, 경남 함양종이 3.9 g으로 가장 무거웠고, 강원 평창종은 1.7 g으로 극소립종인 것으로 나타났다 (Nam *et al.*, 2004). 중국 수집종 118계통에서 천립중이 가장 무거운 것이 4.12 g을 보여주므로서 국내종에 비해 천립중이 더 무거운 것으로 나타났다. 국내 육성된 잎들깨와 종실들깨 대상 주요특성 분석을 한 결과, 잎들깨의 평균 개화기는 9월 28일로 종실용 들깨 평균 개화기 9월 5일

Table 1. Comparison of agronomic characteristics in collected *Perilla frutescens*.

Accession Number	No. of branches	No. of nodes	No. of panicle	No. of pods per panicle	Panicle length (cm)	1,000 seed weight (g)	Days from sowing to flowering	Days from sowing to maturity
China 100	16.0dc	20.0b	28.0e	38.7ab	3.7e	1.97fgh	189.0bcd	221.3b*
China 102	18.7abcd	21.0ab	68.0cde	42.7ab	4.6cde	2.13fg	173.0ef	207.0cde
China 104	16.0cd	21.3ab	56.3cde	34.7ab	5.8bcde	2.09fgh	203.3a	241.3a
China 107	23.7abc	22.0ab	122.0abc	40.0ab	6.8bcde	1.74hi	199.0ab	235.0a
China 108	11.3d	20.7ab	65.0cde	32.7b	5.5bcde	2.25defg	172.0ef	207.0cde
China 109	23.0abc	20.7ab	43.7de	40.0ab	3.9de	2.22efg	179.3de	234.7a
China 113	20.3abcd	21.3ab	107.3bcd	52.0a	6.3bcde	1.73hi	172.3ef	208.0cd
China 114	21.7abc	21.7ab	180.7a	40.0ab	9.0ab	2.63cd	188.0bcd	200.7def
China 118	19.0abcd	18.7b	59.0cde	50.7ab	11.2a	4.12a	179.0de	191.0fg
China 119	20.0abcd	25.0a	157.7ab	44.0ab	7.4abcde	1.37i	179.0de	190.0fg
Japan 133	22.3abc	18.3b	100.0bcde	44.0ab	6.8bcde	2.33def	163.0f	196.0ef
Japan 134	26.7a	21.0ab	58.0cde	38.7ab	6.9bcde	2.77c	182.0cde	216.3bc
Japan 136	22.0abc	19.7b	104.7bcd	48.0ab	8.3abc	2.61cd	161.3f	200.3def
Japan 137	24.0abc	21.0ab	91.0bcde	45.3ab	5.8bcde	2.58cde	177.0de	209.3cd
Japan 138	11.7d	11.7c	91.0bcde	43.3ab	6.7bcde	2.20efg	105.0g	136.7h
Japan 139	25.ab	21.7ab	146.0ab	44.0ab	7.5abcd	1.91gh	168.7ef	184.0g
Japan 141	16.7bcd	18.0b	42.3de	33.3b	6.1bcde	3.66b	193.0abc	208.7cd
Mean	19.9	20.2	89.5	41.9	6.6	2.4	175.5	205.1

*Values within columns having the same letters are not significantly different at the 0.05 level as determined by DMRT.

Table 2. Growth characteristics on plant height, leaf length, leaf width, ratio of length/width in collected *Perilla frutescens*.

Accession Number	Plant height (cm)	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Ratio of Length/Width
China 100	194.9de	15.47abc	11.57ab	1.34abc*
China 102	237.6ab	14.37abc	9.07b	1.61a
China 104	222.7abcd	15.40abc	10.87ab	1.42abc
China 107	248.9a	14.10abc	10.10ab	1.40abc
China 108	226.8abcd	17.73a	13.33a	1.34abc
China 109	232.1abc	15.20abc	11.00ab	1.39abc
China 113	222.8abcd	17.23ab	11.77ab	1.46abc
China 114	241.3ab	15.30abc	11.00ab	1.40abc
China 118	194.0de	13.47bc	8.60b	1.57ab
China 119	204.6bcde	15.73abc	9.83ab	1.61a
Japan 133	199.7cde	12.90c	9.77b	1.32abc
Japan 134	170.7ef	12.87c	10.33ab	1.25c
Japan 136	221.3abcd	13.73abc	9.90ab	1.40abc
Japan 137	210.7bcd	12.97c	9.00b	1.44abc
Japan 138	110.3g	15.37abc	10.93ab	1.40abc
Japan 139	205.0bcde	13.93abc	10.07ab	1.39abc
Japan 141	142.7fg	15.27abc	11.97ab	1.28ab
Mean	205.1	14.8	10.5	1.4

*Values within columns having the same letters are not significantly different at the 0.05 level as determined by DMRT.

보다 23일 늦은 것으로 조사되었는데, 이는 우리 결과처럼 파종기부터 계산된 개화기까지의 기간이 아니므로 정확한 비교는 할 수 없다 (Choung, 2005).

중국, 일본 수집종 들개의 생육 조사 항목중 간장을 조사한 결과, 중국 107계통이 248.9 cm로 가장 우량한 계통임을 나타내었다. 전체적으로 간장에 있어서는 일본수집종 보다는 중국

들깨 생육 특성과 성분 분석

Table 3. Growth characteristics on number of leaf picked, picking days, number of picking, picking interval, yield per plant in collected *Perilla frutescens*.

Accession Number	Total No. of leaf picked	Total picking days	No. of picking	Picking interval(day)	Yield per Plant(ea)
China 100	169o	51e	6f	8.50g	12.0f*
China 102	310l	58c	6f	9.67d	12.0f
China 104	760c	58c	8d	7.25l	16.0d
China 107	760c	64b	8d	8.00i	16.0d
China 108	498h	68a	9c	7.56j	18.0c
China 109	498h	68a	10b	6.80n	20.0b
China 113	319k	64b	12a	5.33o	24.0a
China 114	668d	56d	8d	7.00m	16.0d
China 118	296m	44g	5g	8.80f	10.0g
China 119	766b	51e	7e	7.29k	14.0e
Japan 133	483i	50f	6f	8.33h	12.0f
Japan 134	965a	50f	5g	10.00c	10.0g
Japan 136	645e	44g	5g	8.80f	10.0g
Japan 137	582g	58c	5g	11.60a	10.0g
Japan 138	291n	27l	6f	9.00e	12.0f
Japan 139	394j	43h	4h	10.75b	8.0h
Japan 141	621f	64b	8d	8.00i	16.0d
Mean	530.9	54.0	6.9	8.4	13.9

*Values within columns having the same letters are not significantly different at the 0.05 level as determined by DMRT.

수집종이 훨씬 우량한 계통이 많았으며, 전체 수집종의 평균 간장은 205.1 cm인 것으로 조사되었다. 엽장에 있어서는 중국 108계통이 17.73 cm를 보여서 가장 긴 잎을 가지는 것으로 나타났고, 전체 수집종 중 15 cm 이상의 잎 길이를 갖는 계통은 9계통으로 확인되었다. 엽폭도 역시 엽장과 마찬가지로 중국 108계통에서 가장 우량한 것으로 나타났고, 수집종 전체의 장폭비 평균은 1.4 cm인 것으로 조사되었다 (Table 2). 강원지역 들깨 42점을 수집하여 분석한 결과, 경장은 80-140cm 정도로 수집종간 차이가 많았고, 131 cm 이상되는 들깨 수집종은 전체에서 16.7%로 나타났다 (Nam *et al.*, 2004). 이는 중국과 일본 들깨 수집종의 본 연구 결과에서 205.1 cm를 나타낸 것으로 보아 강원지역 들깨 수집종에 비해 상당히 큰 것으로 나타났다. 우리나라 들깨 수집종 85점을 육성한 결과에서 경장은 평균 113 cm를 보이는 것으로 나타났으며, 또한 들깨는 수집 지역별 일장에 대한 민감성이 상당한 것으로 알려져 있다 (Nam *et al.*, 2004). 따라서 우리 보고에서의 들깨 경장의 차이는 수집 지역마다 일장이 다른 기후와 수집 품종의 차이 때문인 것으로 생각된다.

들깨 수집종의 채엽 관련 특성조사에서는 채엽수, 채엽기간, 채엽 횟수, 채엽 기간, 식물체당 채엽량을 조사하였다. 총 채엽수는 일본 134계통이 965개로 가장 많은 채엽을 하였고, 수집종 전체 총 채엽기간은 평균 54일로 나타났다. 개체당 채엽수는 중국 113계통이 12개로 가장 많았고, 중국 107계통과 일

본 141계통은 개화기가 다소 늦어서 다른 계통보다 채엽기간이 더 길어진 것으로 나타났다. 중국 113계통의 경우는 채엽기간이 가장 짧은 것으로 나타났고, 채엽 횟수에 있어서는 중국 113계통과 중국 109계통이 12회와 10회로 가장 많은 것으로 조사되었다. Kim 등 (2002)은 종실 수량 들깨의 채엽에 따른 개화 성숙기는 유의차가 없었으나, 파종이 늦어짐에 따라 채엽수량이 감소하거나 조파할수록 많아지는 결과가 보고되었다 (Kim *et al.*, 2002). 본 연구에서는 채엽횟수와 종실 수량과의 관계에 있어서 채엽횟수가 수량에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

2. 페놀화합물 분석 이용 총페놀 고함량 들깨 선발

중국, 일본 수집종 들깨의 페놀화합물 함량을 HPLC를 통해 28가지 페놀물질을 기본으로 하여 측정하였다. 들깨에 많이 함유되어 있는 페놀 물질은 2.95% Syringic acid, 8.83% Benzoic acid, 4.99% Naringin, 7.07% *o*-Coumaric acid, 25.57% Myricetin, 4.28% Naringenin, 7.10% Hesperetin인 것으로 나타난 반면, catechin, *p*-coumaric acid, *m*-coumaric acid는 극소량만 존재하는 것으로 분석되었다. 28가지 페놀물질 총 함량의 경우, 일본 139계통이 8245.0 μg/g 으로서 가장 높은 총 페놀 함량을 지닌 계통으로 나타났다. 중국 수집종 중에서는 중국 100계통이 2847 μg/g 으로서 중국 수집종 가운데 가장 높은 것으로 확인되었고, 일본 수집종 가운데 2000 μg/g

Table 4. Comparison of phenolic compounds in 17 accessions of perilla using HPLC analysis.

Phenolic com. accessions	GA	PY	HO	SU	PR	GE	PH	CT	CH	VA	CA	SY	VN	PC	FE	RU	MC	SA	BE	NA	OC	MY	RE	QU	TC	NE	KA	HN	TOT
	----- $\mu\text{g g}^{-1}$, dry weight -----																												
China 100	17.8	22.1	45.4	24.8	38.2	0.0	97.7	0.0	53.4	101.0	236.1	0.0	10.4	0.0	22.7	24.8	0.0	82.2	603.9	148.1	645.7	143.0	17.8	98.4	37.3	142.0	66.8	167.8	2847.0
China 102	18.7	68.8	16.2	21.4	19.9	0.0	88.8	0.0	52.7	17.9	292.5	0.0	7.1	0.0	22.0	24.1	0.0	66.1	229.5	75.4	242.6	236.0	14.6	111.4	13.8	94.3	60.6	162.6	1957.0
China 104	7.7	0.0	45.6	6.6	0.0	0.0	60.0	0.0	53.6	16.8	86.5	0.0	0.5	0.0	23.1	7.5	0.0	46.9	354.4	70.4	202.6	169.0	7.4	88.7	11.7	9.3	31.9	31.4	1331.0
China 107	27.1	84.9	0.0	42.6	0.0	204.3	69.7	22.1	0.0	22.7	244.8	0.0	0.2	0.0	18.6	10.3	0.0	51.5	101.9	51.2	0.0	107.0	8.3	84.6	10.1	0.3	36.4	26.4	1224.0
China 108	19.1	24.5	46.3	17.5	0.0	81.5	46.0	0.0	64.3	8.8	0.0	358.3	1.3	0.0	21.2	20.4	0.0	57.6	120.8	60.6	59.8	204.0	18.9	83.1	12.6	0.0	51.8	183.1	1562.0
China 109	22.2	21.6	45.4	0.0	38.8	0.0	11.8	0.0	55.9	0.0	44.2	329.5	15.5	9.1	24.7	17.8	0.0	105.4	124.6	58.2	1.5	292.0	15.0	108.1	15.4	202.1	70.9	284.3	1914.0
China 113	6.6	83.4	59.4	24.6	41.3	0.0	66.1	0.0	51.6	0.0	0.0	302.4	9.7	0.0	22.4	9.3	0.0	48.1	101.9	43.8	0.0	174.0	11.0	93.6	16.0	20.3	43.3	115.3	1344.0
China 114	22.6	27.6	49.4	5.7	18.6	0.0	57.1	0.0	23.5	30.1	0.0	322.0	0.0	0.0	18.4	10.3	1.8	46.2	59.3	39.8	0.0	196.0	9.9	86.2	10.2	35.9	36.3	127.0	1233.0
China 118	20.3	54.7	54.4	8.8	49.1	0.0	65.3	0.0	0.0	0.0	90.6	332.3	5.2	0.0	20.9	20.3	0.0	51.5	104.0	43.1	0.0	192.0	8.7	79.3	16.3	37.8	46.7	144.7	1448.0
China 119	26.4	49.6	55.1	9.5	0.0	0.0	62.8	0.0	23.2	0.0	43.7	220.8	0.0	0.0	19.0	7.2	0.0	44.3	105.4	40.2	0.0	187.0	7.4	71.3	8.9	0.0	33.0	15.4	1030.0
Japan 133	22.0	43.4	48.6	33.3	51.1	0.0	89.9	0.0	0.0	11.3	42.0	254.7	6.8	0.4	31.8	16.0	0.0	64.5	163.4	245.4	790.7	298.0	19.7	97.7	22.6	256.2	45.2	257.6	2913.0
Japan 134	18.9	61.2	44.1	41.8	50.6	0.0	96.6	34.5	78.3	13.1	0.0	358.7	2.4	0.0	33.0	15.4	0.0	69.6	222.1	241.6	658.8	385.0	21.6	104.8	24.9	147.0	80.3	114.5	2919.0
Japan 136	13.6	78.7	50.3	35.3	57.3	0.0	96.5	0.0	89.8	0.0	73.2	263.2	8.2	0.0	28.9	41.5	0.0	96.8	155.7	49.4	0.8	321.0	27.4	116.8	12.6	112.2	81.0	194.8	2005.0
Japan 137	23.1	50.1	47.8	16.3	54.3	0.0	85.1	0.0	50.3	22.7	0.0	299.5	17.6	0.0	23.7	9.6	0.0	71.1	188.7	75.3	3.4	165.0	13.5	75.0	19.9	85.0	73.5	172.8	1644.0
Japan 138	23.8	39.7	49.7	38.3	54.4	0.0	83.9	0.0	64.4	0.0	0.0	351.9	0.0	0.0	30.7	11.0	0.0	48.9	251.3	55.7	0.0	187.0	9.6	85.4	19.9	36.4	51.0	159.6	1652.0
Japan 139	18.3	61.2	59.6	52.6	17.7	0.0	117.9	29.7	64.9	15.5	45.3	137.8	13.0	20.5	39.2	50.3	0.0	112.7	209.8	441.9	3.9	597.3	0.296	132.1	17.3	246.3	67.2	267.7	8245.0
Japan 141	20.9	0.0	44.8	5.9	40.8	109.2	55.8	0.0	51.3	23.4	0.0	294.2	3.8	0.0	26.1	7.6	0.0	25.3	162.5	102.2	0.0	207.0	7.3	77.6	15.5	154.7	0.0	194.8	1631.0

GA; Gallic acid, PY; Pyrogallol, HO; Homogentisic acid, SU; 5-Sulfosalicylic acid, PR; Protocatechuic acid, GE; Gentisic acid, PH; *p*-Hydroxybenzoic acid, CT; (+)Catechin, CH; Chlorogenic acid, VA; Vanillic acid, CA; Caffeic acid, SY; Syringic acid, VN; Vanillin, PC; *p*-Coumaric acid, FE; Ferulic acid, RU; Rutin, MC; *m*-Coumaric acid, SA; Salicylic acid, BE; Benzoic acid, NA; Naringin, OC; *o*-Coumaric acid, MY; Myricetin, RE; Resveratrol, QU; Quercetin, TC; *t*-Cinnamic acid, NE; Naringenin, KA; Kaempferol, HN; Hesperetin, FO; Formononetin, BI; Biochanin A, TOT; Total compounds.

이상 총페놀 함량을 나타내는 수집종이 일본 133, 134, 136으로 3계통인 것으로 보여졌다 (Table 4).

각 페놀 물질의 수집종간 비교 분석한 결과, Gentisic acid는 중국 107계통이 204.3 $\mu\text{g/g}$ 을 나타내어서 가장 많은 함량을 보여주었고, 중국 108, 일본 141의 2계통이외의 수집종에서는 검출되지 않았다. 수집종 들께에 많은 함량을 가진 페놀 물질 Syringic acid는 14계통에서 137.8 $\mu\text{g/g}$ -358.3 $\mu\text{g/g}$ 이 검출되므로 대부분 들께에 존재하는 물질인 것으로 조사되었고, 중국 100, 102, 104, 107의 4계통에서는 검출되지 않았다.

p-Coumaric acid의 경우 중국 109계통, 일본 139 계통을 제외한 들께 수집종에서 검출되지 않은 것으로 나타났다. *m*-Coumaric acid의 경우도 *p*-Coumaric acid와 마찬가지로 중국 114계통에서만 1.8 $\mu\text{g/g}$ 정도로 아주 극소량 존재하는 것으로 나타났고, 나머지 들께에서는 전혀 검출되지 않은 것으로 보여졌다. Benzoic acid는 대부분 들께 수집종에서 많은 양을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 특히 중국 100계통은 603.9 $\mu\text{g/g}$ 로서 가장 높은 benzoic acid양을 나타내었고 대부분 수집종이 100 $\mu\text{g/g}$ 이상 검출된 반면 중국 114계통만 소량

인 것으로 나타났다. Naringin은 일본 139계통에서 441.9 $\mu\text{g/g}$ 로 높은 함량을 보여주었고, 100 $\mu\text{g/g}$ 이상 함유하는 들깨는 5계통인 것으로 나타났다. *o*-Coumaric acid의 경우 많은 들깨 수집종에서 검출되지 않았지만, 중국 100, 일본 133, 일본 134 계통에서는 600 $\mu\text{g/g}$ 이상 큰 함량을 지니는 것으로 나타났다. Myricetin은 대부분 들깨 수집종에서 많은 양을 함유하는 것으로 나타났고, 특히 일본 139 계통의 경우 5973.0 $\mu\text{g/g}$ 으로 엄청난 함량이 검출되었다. Naringenin은 7계통이 100 $\mu\text{g/g}$ -260 $\mu\text{g/g}$ 정도의 함량이 검출되었고, Hesperetin은 중국 104, 107, 119의 3가지 계통만 30 $\mu\text{g/g}$ 이하의 소량 함유하는 것으로 나타났다 (Table 4).

한국 들깨종 15가지의 항산화 활성 및 페놀 화합물 분석을 실시한 결과, 9가지 페놀 화합물인 caffeic acid-3-*O*-glucoside, caffeic acid, luteolin-7-*O*-glucoside, apigenin-7-*O*-glucoside, rosmarinic acid-3-*O*-glucoside, rosmarinic acid, luteolin, apigenin, chrysoeriol이 검출된 것으로 보고하였다 (Lee *et al.*, 2013). 이는 본 연구에서 실험한 중국, 일본 수집종 결과와는 다른 종류의 페놀 화합물이 한국종 들깨에 상당량 함유하고 있는 것을 나타낸 보고이다. 또다른 한국종 들깨 보고에서는 5가지 종류의 페놀 화합물인 caffeic acid-3-*O*-glucoside, rosmarinic acid-3-*O*-glucoside, rosmarinic acid, luteolin, apigenin을 함유하는 것으로 나타났다 (Ha *et al.*, 2012). 페놀 성분과는 예외적으로 30가지 들깨 수집종에서 정유성분이 75%를 넘지 않았고 다양한 성분 조성을 갖는 것으로 분석되어 향기 성분 증가 들깨 품종 육성의 기본정보를 보고한 논문도 발표되었다 (Kim *et al.*, 2008). 또한 정유성분 합성대사에 관련된 유전자의 클로닝을 통해 식물병 방어 관련 유전자의 발현 기능 분석을 하여 들깨 기능성 유전자의 이용성에 대한 연구도 보고되었다 (Seong *et al.*, 2009). 본 연구의 결과로부터 들깨 수집종의 페놀 화합물 기능별 분류를 데이터화 하고, 앞으로 기능성 대사 클러스터링과 분자적 접근을 통한 들깨 품종 육성에 대한 지속적 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업 (No: 2014H1C1A1067085)과 부분적으로 강원대학교 한방바이오연구소의 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Choung MG.** (2005). Comparison of major characteristics between seed perilla and vegetable *Perilla*. Korean Journal of Crop Science. 50:171-174.
- Chung CS.** (2008). Growth characteristics according to sowing season and seedling duration of perilla(*Perilla frutesces* BRITTON var. *japonica* HARA). Korean Journal of Plant Resources. 21:19-22.
- Han SI, Gwag JG, Oh KW, Pae SB, Kim JT and Kwack YH.** (1997). Flowering and maturing response to seedling date and short day treatment in vegetable perilla. Korean Journal of Crop Science. 42:466-472.
- Ha TH, Lee JH, Lee MH, Lee BW, Kwon HS, Park CH, Shim KB, Kim HT, Baek IY and Jang DS.** (2012). Isolation and identification of phenolic compounds from the seeds of *Perilla frutescens* (L.) and their inhibitory activities against α -glucosidase and aldose reductase. Food Chemistry. 135:1397-1403.
- Kim IJ, Kim MJ, Nam SY and Lee CH.** (2002). Effects of date and number of defoliation by different seedling date on growth and yield of perilla(*Perilla ocymoids* cv. Saeyupsildkkkae). Korean Journal of Plant Resources. 15:14-149.
- Kim SJ, Kang EY, Won SE, Gwak TS, Kim JW, Kim EH, Seo SH, Song HK, Ahn JK, Yu CY and Chung IM.** (2008). Chemical composition and comparison of essential oil contents of *Perilla frutescens* Britton var. *japonica* HARA leaves. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:242-254.
- KOREA SEED & VARIETY SERVICE(KSVS).** (2000). www.seed.go.kr.
- Lee JH, Park KH, Lee MH, Kim HT, Seo WD, Kim JY, Baek IY, Jang DS and Ha TH.** (2013). Identification, characterisation, and quantification of phenolic compounds in the antioxidant activity-containing fraction from the seeds of Korean perilla(*Perilla frutescens*) cultivars. Food Chemistry. 136:843-852.
- Lim SU, Seo YH, Lee YG and Baek NI.** (1994). Isolation of volatile allelochemicals from leaves of *Perilla frutescens* and *Artemisia asiatica*. Journal of Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology. 37:115-123.
- Nam SY, Hong ST, Kim IJ, Kim MJ, Lee CH and Kim TS.** (2004). Growth and yield component of Korean perilla collections. Korean Journal of Crop Science. 49:222-226.
- Oh MK, Yu SJ, Kim JT, Oh YS, Cheong YK, Jang YS, Park IJ and Park KY.** (1995). Flowering response to light intensity and night interruption in perilla. Korean Journal of Crop Science. 40:543-547.
- Park WK, Park BH and Park YH.** (2000). Encyclopedia of food and food science. Shin Kwang Publishibg Co. Seoul, Korea. p.234.
- Seong ES, Seo EW, Kim HS, Heo Kweon, Lee JK, Chung IM, Ghimire BK, Kim MJ, Lim JD and Yu CY.** (2009). Molecular characterization of the *Perilla frutescens* limonene gene(PFLS) by agroinfiltration into *Nicotiana benthamiana*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:33-38.