

## 들깨 대실/잎들깨<sup>1</sup>호 재조합 자식계통(RILs)의 농업적 특성 및 품질 분석

박재은<sup>1</sup>, 이명희<sup>2</sup>, 오기원<sup>2</sup>, 김성업<sup>3</sup>, 오은영<sup>3</sup>, 하태정<sup>2</sup>, 조광수<sup>2</sup>, 정찬식<sup>2</sup>, 김정인<sup>3,†</sup>

### Agricultural and Quality Characteristics in Recombinant Inbred Lines (RILs) Population in Perilla (*Perilla frutescens*)

Jae Eun Park<sup>1</sup>, Myoung Hee Lee<sup>2</sup>, Ki Won Oh<sup>2</sup>, Sungup Kim<sup>3</sup>, Eunyong Oh<sup>3</sup>, Tae Joung Ha<sup>2</sup>, Kwang-Soo Cho<sup>2</sup>, Chan Sik Jung<sup>2</sup>, and Jung In Kim<sup>3,†</sup>

**ABSTRACT** This study was conducted to obtain basal information for the development of perilla cultivars with improved quality. The F<sub>7</sub> population of recombinant inbred lines (RILs) from a cross between the parents of Daesil for seeds and Ipdeulkkae1 for vegetables was used as the material. We evaluated several agricultural characteristics and seed quality. Variations were observed in most of the measurements; for example, stem length (ranging from 66.0 to 150.0 cm), number of branches (from 5 to 23), flower cluster length (ranging from 5.1 to 10.5 cm), number of flower clusters (from 17 to 131),  $\alpha$ -linolenic acid content (from 54.2 to 64.1%), and functional compound content (rosmarinic acid 869.5~3,508.1  $\mu\text{g/g}$ ; luteolin 47.4~864.3  $\mu\text{g/g}$ ; apigenin 57.1~296.7  $\mu\text{g/g}$ ) all showed variation. Significant correlations between stem length and the number of branches (0.561) and number of branches versus number of flower clusters (0.638) were detected in the RIL F<sub>7</sub> population. Most agricultural characteristics and seed qualities showed a normal distribution with large variation, and transgressive segregation was observed in many descendants with characteristics to those of their parents. Daesil/Ipdeulkkae1 RIL F<sub>7</sub> populations could be useful for future QTL analysis as well as for intermediate breeding lines for high-quality perilla cultivars.

**Keywords** : breeding, daesil, ipdeulkkae1, perilla, RIL

들깨(*Perilla frutescens* Britton var. japonica Hara)는 우리나라의 대표 유지작물 중 하나로 인도에서 중국, 동아시아에 이르는 지역에 주로 분포하는 꿀풀과(Labiatae)에 속하는 일년생 초본식물이다(Kim *et al.*, 2019). 들깨는 비교적 생육기간이 짧고 파종기 범위가 넓어 타 작물과의 윤작이 용이하며, 유희지에 재배하거나 여름 작물의 초기생육이 좋지 않을 때 재해 대체작물로 오래 전부터 재배되어 왔다(Kim *et al.*, 2002). 들깨의 종실은 주로 식용 기름 및 차, 죽, 제과 등에 이용되며, 잎은 신선채소, 절임 및 튀김 등에 활용되고 있다(Jeong *et al.*, 2014). 특히 최근에는 종자와

잎의 기능성이 알려지면서 다양한 형태로 소비량이 증가하고 있으며, 재배 기술의 발달을 통하여 다양한 품종의 보급과 연중 생산이 가능해졌다(Hyun *et al.*, 2003).

국내 들깨 종실의 조지방 함량은 31~47%를 가지며, 지방산 구성은 포화 지방산보다 불포화 지방산의 함량이 높게 차지한다. 지방산 조성 중 평균 60%의 높은 함량으로 포함되어 있는  $\alpha$ -linolenic acid (ALA, C18:3)는 사람을 포함한 동물에서는 합성되지 않는 필수지방산으로 체내에서 효소적인 작용을 받아 EPA와 DHA로 전환된다(Song *et al.*, 2012). ALA를 포함한 EPA와 DHA는  $\omega$ -3 계열의 지방산

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 발작물개발과 석사후전문연구원 (Post-master Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang 50424, Republic of Korea)

<sup>2</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 발작물개발과 농업연구관 (Senior Scientist, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang 50424, Republic of Korea)

<sup>3</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 발작물개발과 농업연구사 (Junior Scientist, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang 50424, Republic of Korea)

<sup>†</sup>Corresponding author: Jung In Kim; (Phone) +82-55-350-1228; (E-mail) [kji1204@korea.kr](mailto:kji1204@korea.kr)

<Received 14 June, 2021; Revised 13 August, 2021; Accepted 17 August, 2021>

으로 혈중 콜레스테롤을 낮추며, 항암 효과 등의 활성을 가진다(Cha *et al.*, 2016; Lim, 2009). 또한 다양한 종류의 폴리페놀 화합물이 들깨에서 분석되었으며, 특히 폴리페놀류 중 caffeic acid, rosmarinic acid, luteolin, apigenin 등의 함량이 높은 것으로 보고되었다. 이들 성분이 많이 포함된 들깨 품종에서 보다 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 나타났다(Lee *et al.*, 2013). 들깨 종실에는 과산화 지질의 생성 억제, 인지 기능 개선, 항알러지, 항염증, 항종양 촉진, 체지방과 중성지방 감소 등에 효과가 있다고 알려져 있다(Banno *et al.*, 2004; Chung *et al.*, 1995; Feng *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2008; Makino *et al.*, 2003).

들깨잎에는 shisonin, malonylshisonin, cyanin 등의 안토시아닌 계열 색소 및 플라보노이드 성분이 다량 함유되어 있다(Asif, 2012). Rosmarinic acid의 경우 인체에서 형성되는 독성물질인 활성산소를 제거함으로써 인체의 노화와 각종 질병을 예방해주고 유지식품의 산화에 의한 부패를 막아주는 물질로, 이외에도 일본 뇌염 바이러스에 대한 항염증과 항바이러스 효과, 간 독성 감소, 항균 등의 기능성이 보고되었다(Lee *et al.*, 2009a; Swarup *et al.*, 2007; Osakabe *et al.*, 2002; Yamamoto & Ogawa, 2002).

현재까지 국내에서 육성된 들깨 품종은 종실용 들깨와 잎전용 들깨로 구별되므로 용도에 따른 품종의 재배가 가능하다. 종실용 들깨는 작부체계에서 전작물로 재배 가능한 조·중생종이 적합하고, 등숙률이 높으며 기름함량이 많은 고품질의 종실을 생산할 수 있다(Lee *et al.*, 2010). 잎들깨는 영양생장기간이 긴 만생종이 적합하고, 특히 시설에서 장일처리를 함으로써 영양생장기간을 연장할 수 있어 장기간 품질이 좋은 잎을 생산할 수 있다(Kim *et al.*, 2001). 종실과 잎겸용 들깨 품종이 재배되고 있으나 신품종의 육성 경위에 따라 종실용과 잎전용 들깨 품종 간의 교잡에 의한 계통의 특성 연구가 이루어진 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 고품질 들깨의 육종을 위해 종실용 품종인 ‘대실’과 잎전용 표준품종인 ‘잎들깨1호’의 교배를 실시하여 자식 계통의 주요 농업형질과 종자의 품질 특성을 분석하고 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 시험재료

국립식량과학원 남부작물부 시험 포장 및 유리온실에서 본 연구를 위한 집단이 육성되었다. 본 연구에서 이용된 공시재료는 ‘대실’과 ‘잎들깨1호’를 교배 조합의 모본과 부분으로 선발한 후 2014년 인공교배하여 F<sub>1</sub>을 양성하였고, F<sub>2</sub>세대부터 F<sub>7</sub>세대까지 Single Seed Descent (SSD)법으로 2018

년 하계에 F<sub>7</sub> RIL 집단 277계통을 육성하였다.

### 농업형질 분석

들깨는 표준재배법을 이용하여 시험포장에 전개하였으며, 주요 농업적 형질인 경장(성숙기 때 개체당 지체부에서 주경선단부까지 길이), 마디수(성숙기 때 개체당 원줄기의 마디수), 유효분지수(3마디 이상 되는 가지의 총수), 화방군수(성숙기 때 개체당 이삭길이 5 cm 이상 달린 화방군의 수), 화방군장(성숙기 때 주경 최정단 화방군의 길이), 화방군당삭수(성숙기 때 주경 최정단 화방군의 총 삭수), 개화일수(파종일부터 개화기까지의 일수), 성숙일수(파종일부터 성숙기까지의 일수) 등을 농업과학기술 조사분석기준(RDA, 2012)에 따라 조사하였다.

### 품질 분석

분석에 사용한 들깨의 잎은 동결건조하여 분쇄하였고, 종실은 수확 후 정선하여 분쇄하였으며, 모든 시료는 냉장 보관하며 실험에 사용하였다. 단백질 함량은 질소 분석기(Rapid N Cube, Elementar, Germany)로 분석하였으며, 조지방 함량은 자동 지방 추출 장치(B-811, Buchi Switzerland)를 이용한 soxhlet법으로 추출하였다.

종실의 지방산 조성 분석을 위해서 추출된 조지방에 반응시약(sulfuric acid, methyl alcohol, toluene, 1:20:10, v/v/v) 5 mL를 첨가하고 수조 100°C에서 1시간 반응시켜 fatty acid methyl ester형태로 변환하였다. 반응액을 상온에서 식힌 다음 5 mL의 증류수를 첨가하여 혼합 후 분리된 상등액을 무수황산나트륨으로 탈수한 것을 분석에 이용하였다. 지방산 조성은 HP-FFAP column (25 m x 0.42 mm x 0.25 µm, Agilent Technologies, USA)이 장착된 GC (Agilent 7890A, Agilent Technologies, USA)로 분석하였다. Oven 온도는 150°C에서 1분 동안 유지하고 2.5°C/min로 230°C까지 온도를 올린 후 230°C에서 5분간 유지하도록 설정하였다. Injector와 FID detector는 각각 250°C와 260°C의 온도로 설정하였으며, carrier gas로 N<sub>2</sub>를 흘려주었다.

들깨 종실의 rosmarinic acid, luteolin, apigenin 분석과 잎의 rosmarinic acid 분석을 실시하였다. 시료 1 g을 80% methanol 30 mL를 넣고 240 rpm의 속도로 3시간 진탕 추출한 후 상등액을 0.2 µm membrane filter로 여과 후 YMC Triart C18 column (1.9 µm, 50 mm x 2 mm, YMC Co., Ltd., Japan)이 장착된 HPLC (Dionex Ultimate 3000, Thermo Fisher Scientific, USA)로 분석하였다. 이동상은 각각 0.1% acetic acid이 포함된 증류수(A)와 acetonitrile (B)을 이용하여 0.4 mL/min의 유속으로 0 min, 5% B; 3 min 5% B; 5

min, 15% B; 9 min, 19% B; 12 min, 28% B; 14 min, 60% B; 17 min, 5% B; 20 min 5% B의 조건으로 분석하였다. 검출 파장은 UV 290 nm; 시료 주입량 10  $\mu$ L; 컬럼 온도는 30°C로 분석하였다. 앞 시료는 10배 희석하여 분석에 이용하였다.

### 통계처리

시험 결과의 통계분석은 SAS 9.2 (Statistical analysis systems Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석을 하였으며, 던컨의 다중범위검정(Duncans' multiple range test)으로 5% 유의수준에서 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 농업형질 분석

주요 모·부분의 농업 형질의 특성을 조사한 결과(Table 1), 모본인 대실의 경장은 113 cm로 부분인 잎들깨1호(108 cm)보다 5 cm 가량 길었으며, 대실의 마디수, 유효분지수는 각각 15개, 17개로 잎들깨1호(14개, 12개)보다 많았다. 대실의 화방군장은 8.4 cm, 화방군수와 화방군당삭수는 각각 66개, 34개로 나타났으며, 잎들깨1호의 화방군장은 5.2 cm, 화방군수는 31개로 대실보다 짧은 화방군장과 절반 정도의 화방군수로 조사되었고, 잎들깨1호의 화방군당삭수는 33개로 대실과 비슷하게 나타났다. 개화일수는 대실이 94일, 잎들깨1호가 113일로 조사되었고, 성숙일수는 대실이 124일, 잎들깨1호가 144일로 생육상의 뚜렷한 차이를 나타내었다. 이는 잎들깨 품종의 개화기가 종실용 들깨의 개화기보다 늦으며, 경장 및 마디수도 종실들깨보다 낮은 양상을 나타낸다는 연구 결과와 일치한다(Choung, 2005).

대실/잎들깨1호 RIL F<sub>7</sub> 집단의 대부분의 농업 형질이 평

균을 중심으로 좌우로 고르게 분포되는 정규곡선 양상을 보였고, 모본과 부분의 값보다 넓은 범위에서 조사되었다(Fig. 1). RIL F<sub>7</sub> 집단의 경장은 66 cm부터 150 cm까지의 범위로 변이 폭이 넓었으며, 마디수는 10개부터 18개의 범위로 평균 13개로 조사되었고, 유효분지수는 5개부터 23개의 범위로 평균 14개로 조사되었다(Fig. 1a, b, c). 유효분지수는 재식밀도 및 재배환경에 따라 차이가 큰 가변특성으로 유전력은 낮으며, 직접적인 수량구성요소는 아니지만 화방군수를 확보하기 위한 중요한 요소이다(Kim *et al.*, 2001). 화방군장은 최소 5.1 cm에서 최대 10.5 cm의 길이로, 평균 7.1 cm의 길이로 조사되었다. 화방군수는 17개부터 131개의 범위로 변이 폭이 매우 넓었으며 평균 화방군수는 45개로 조사되었고, 화방군당삭수는 23개부터 39개의 범위로 평균 화방군당삭수는 31개로 조사되었다(Fig. 1d, e, f). 개화일수와 성숙일수는 평균 103일과 133일로 각각 양친을 최댓값과 최솟값으로 가지는 범위 내에 분포하였다(Fig. 1g).

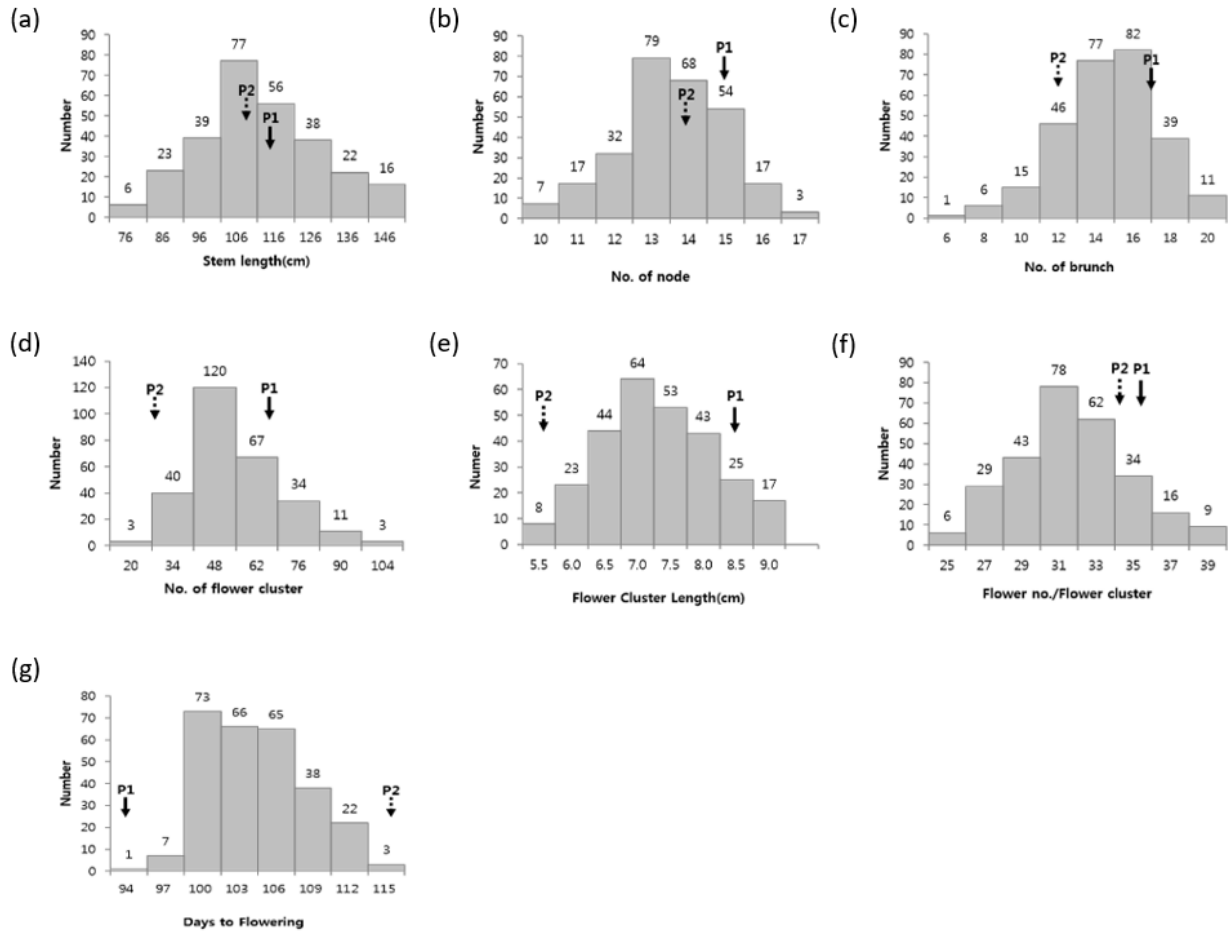
종실들깨 품종의 개화기는 9월 상순이고 마디간 길이와 경장이 길어 성숙기에 도복에 약한 특징이 있다. 이에 반해 잎들깨 품종의 경우는 개화기가 9월 하순이며 마디간 길이와 경장이 짧아 도복에 강하다. 대실/잎들깨1호의 재조합 자식계통중에 개화기는 종실들깨 특징인 9월 15일 이전이면서 잎들깨의 초형을 가져 도복에 강한 특성을 보인 15계통을 선발하여 품종 육성에 이용할 계획이다.

### 품질 분석

종실의 품질을 분석한 결과(Table 2), 모본인 대실의 조지방과 조단백의 함량은 각각 48.4%, 22.7%로 부분인 잎들깨1호의 함량(35.5%, 16.1%)보다 높게 나타났으며, 지방산 조성 분석 결과 들깨의 주요 지방산인 리놀렌산(C18:3)의 함량은 대실이 62.6%, 잎들깨1호는 58.3%로 대실이 다

**Table 1.** Agricultural characteristics of the parents and recombinant inbred lines (RILs) F<sub>7</sub> population.

Traits	Parents (Mean)		RIL population	
	Daesil	Ipdeulkkae1	Mean±SD	Range
Stem length (cm)	113	108	107±16.5	66~150
No. of Node	15	14	13±1.4	10~18
No. of Branch	17	12	14±2.7	5~23
No. of flower cluster	66	31	48±15.8	17~131
Flower Cluster Length (cm)	8.4	5.2	7.1±0.9	5.1~10.5
Flower no./Flower cluster	34	33	31±3.1	23~39
Days to Flowering	94	113	103±4.2	94~113
Days to Maturity	124	144	133±4.5	124~144



**Fig. 1.** Variation in agricultural characteristics of the recombinant inbred lines (RILs) F<sub>7</sub> population and their parents P<sub>1</sub> and P<sub>2</sub>, which represent the maternal and paternal parent, respectively. (a) stem length, (b) number of nodes, (c) number of branches, (d) number of flower clusters, (e) flower cluster length, (f) flower number/flower cluster, and (g) days to flowering.

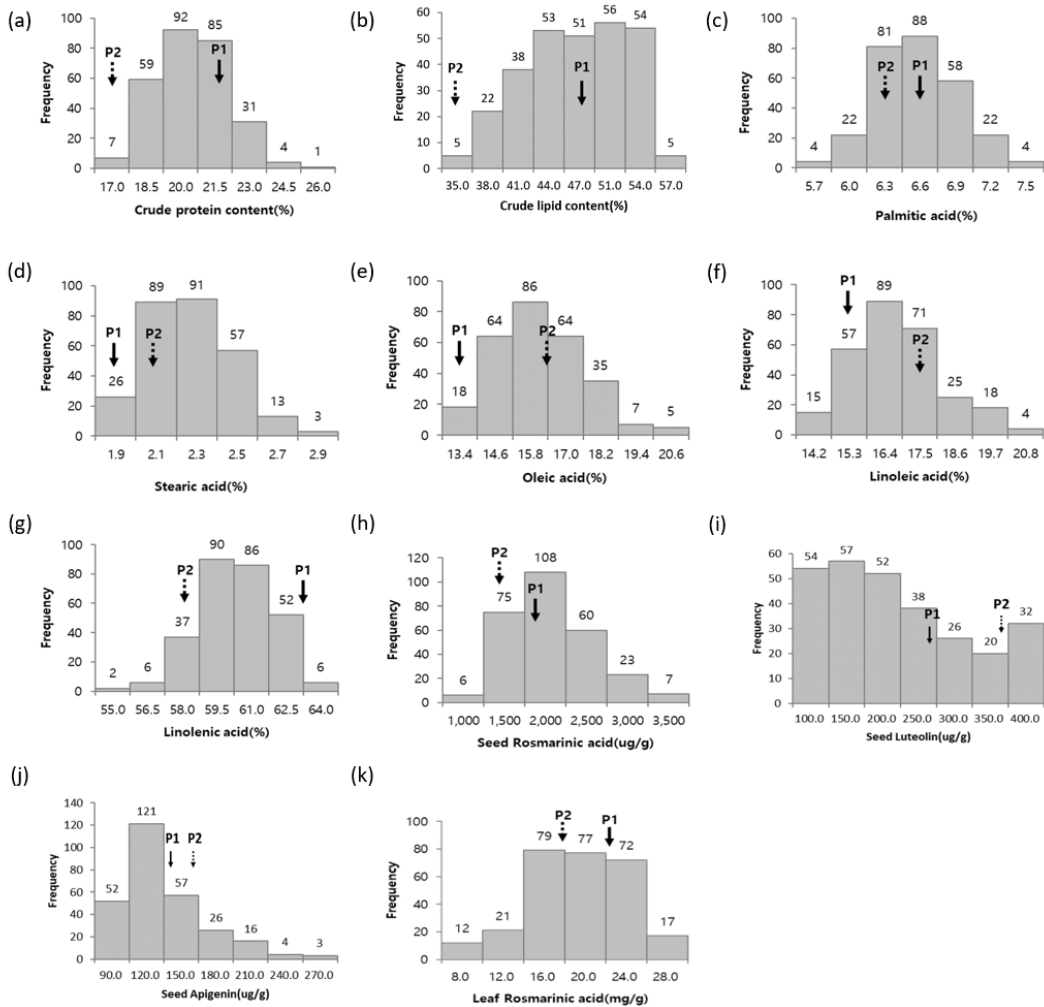
**Table 2.** Seed and leaf qualities of the parents and recombinant inbred lines (RILs) F<sub>7</sub> population.

Traits	Parents (Mean)		RIL populations		
	Daesil	Ipdeulkkae1	Mean±SD	Range	
Crude Fat (%)	48.4	35.5	43.7±6.8	33.7~54.8	
Fatty acids (%)	Palmitic acid	6.6	6.3	6.4±0.3	5.4~7.5
	Stearic acid	1.8	2.0	2.2±0.2	1.7~2.9
	Oleic acid	13.7	16.0	15.5±1.5	12.2~20.5
	Linoleic acid	15.3	17.3	16.3±1.4	13.1~20.7
	Linolenic acid	62.6	58.3	59.6±1.6	54.2~64.1
Crude Protein (%)	22.7	16.1	19.7±1.5	15.1~25.7	
Rosmarinic acid (µg/g)	1,928.3	1,477.9	1,806.9±523.0	869.5~3,508.1	
Luteolin (µg/g)	286.5	384.4	208.6±137.1	47.4~864.3	
Apigenin (µg/g)	154.5	172.2	124.4±43.5	57.1~296.7	
Leaf	Rosmarinic acid (mg/g)	23.0	20.5	17±5.4	1.1~34.034.0

소 높게 나타났다. 들깨의 기능성 성분 중 rosmarinic acid, luteolin, apigenin 등 3종을 분석한 결과, 종실의 rosmarinic acid의 함량은 대실이 높았으나, luteolin과 apigenin의 함량은 잎들깨1호가 더 높은 것으로 나타났다. 잎의 rosmarinic acid의 함량은 대실(23.0 mg/g)이 잎들깨1호(20.5 mg/g)보다 다소 높은 것으로 나타났다.

대실/잎들깨1호 RIL F<sub>7</sub> 집단의 수확한 종실의 조지방, 지방산, 단백질 등을 분석한 결과 대부분의 특성이 평균을 중심으로 좌우로 고르게 분포되는 정규곡선 양상을 보였고, 모본과 부분의 값보다 넓은 범위에 분포하였다(Fig. 2). RIL F<sub>7</sub> 집단에서 조지방의 함량은 33.7%부터 54.8%의 범위 내에 분포하였으며, 조단백의 함량은 15.1%부터 25.7%의 범위 내에 분포하였고, 평균 함량은 각각 43.7%, 19.7%로 나타났다

(Fig. 2a, b). 리놀렌산(C18:3)의 함량은 54.2%부터 64.1%까지의 범위로 분포하였고, 평균 59.6%의 조성으로 나타났다. 기능성 성분 분석 결과 rosmarinic acid의 함량은 869.5 µg/g부터 3,508.1 µg/g까지의 범위로 변이 폭이 넓었고, luteolin의 함량은 47.4 µg/g부터 864.3 µg/g의 범위로 분포하였으며, apigenin의 함량은 57.1 µg/g부터 296.7 µg/g의 범위로 분포하였다(Fig. 2h, i, j). 이러한 결과는 들깨 2배체 F<sub>2</sub>를 이용한 기능성 성분의 분석 결과와 유사한 경향으로 나타났다(Lee *et al.*, 2018). 잎의 rosmarinic acid의 함량은 1.1 mg/g부터 34.0 mg/g까지의 범위로 변이 폭이 넓었으며 (Fig. 2k), 평균 rosmarinic acid의 함량은 17.0 mg/g로 종실의 평균 함량(1,806.9 µg/g)보다 10배 정도 높은 것으로 나타났다.



**Fig. 2.** Seed and leaf quality variation in the recombinant inbred lines (RILs) F<sub>7</sub> population and their parents P<sub>1</sub> and P<sub>2</sub>, which represent the maternal and paternal parent, respectively. (a) crude protein, (b) crude lipid, (c) palmitic acid, (d) stearic acid, (e) oleic acid, (f) linoleic acid, (g) linolenic acid, (h) seed rosmarinic acid, (i) luteolin, (j) apigenin, and (k) leaf rosmarinic acid.

종실의 rosmarinic acid, luteolin, apigenin 함량과 잎의 rosmarinic acid 함량의 분석 결과에서 모본과 부분의 값보다 넓은 범위에 분포하였다. 이들 성분을 포함한 phenolic compound는 유전자원을 이용한 분석 결과에서 품종에 따른 함량 차이를 보였으며(Lee *et al.*, 2009b), 이외에도 재배 중 온도, 강우량, 토질 등의 다양한 환경적 요인에 의해 차이를 나타낸다(Iqbal & Bhangar, 2006; van der Sluis *et al.*, 2001). 본 연구의 실험결과 환경적 요인이 크게 관여하는 양적형질임을 확인하였고 이후 재배종 들깨의 QTL 분석에 유의미한 결과를 얻을 수 있으리라 판단된다.

향후 고품질 들깨 품종의 육성을 위해 대실/잎들깨1호의 재조합 자식계통중에 모본인 대실보다 조지방 함량이 높은 115계통, 리놀렌산 함량이 높은 5계통과 종실의 rosmarinic acid 함량이 3,000 µg/g 이상인 6계통 등 우수한 계통을 각각 선발하여 종실들깨 육종에 활용하고, 잎의 rosmarinic acid

함량이 높은 우수한 2계통을 선발하여 잎들깨 육종에 활용할 예정이다.

**농업형질간의 상관관계 분석**

주요 농업형질간의 상관분석을 수행한 결과는 Table 3과 같다. 대부분의 형질간 상관관계는 유의성이 인정되었다. 경장은 마디수, 유효분지수, 화방군수, 화방군장의 형질과 고도의 유의한 정의 상관관계를, 마디수는 유효분지수, 화방군수 및 화방군장과 고도의 유의한 정의 상관관계를, 유효분지수는 중요한 수량구성요소인 화방군수 및 화방군장과 고도의 유의한 정의 상관관계를 보였다. 화방군장은 화방군수 및 화방군당삭수와 고도의 유의한 정의 상관관계를, 화방군당삭수와 유효한 정의 상관관계를 보였다. 개화일수와 성숙일수는 화방군당삭수와 고도의 유의한 정의 상관관계를 보였으며, 개화일수와 성숙일수 간에는 고도의 유의한 정의 상관관계를 보였다.

**Table 3.** Pearson correlation coefficients among eight traits in the recombinant inbred line (RILs) F<sub>7</sub> population.

Trait	SL	NN	BN	FCN	FCL	FN	DtoF
NN	0.566**						
BN	0.561**	0.648**					
FCN	0.291**	0.431**	0.638**				
FCL	0.218**	0.162**	0.213**	0.349**			
FN	-0.102	-0.011	0.076	0.126*	0.215**		
DtoF	0.085	-0.055	-0.100	-0.078	-0.364	-0.174**	
DtoM	0.058	-0.059	-0.115*	-0.077	-0.376	-0.157**	0.977**

\*, \*\*Correlation is significant at p < 0.05 and 0.01, respectively.

SL: Stem length, NN: Node number, BN: Branch number, FCN: Flower cluster number, FCL: Flower cluster length, FN: Flower number/flower cluster, DtoF: Days to flowering, DtoM: Days to maturity.

**Table 4.** Pearson correlation coefficients among 10 traits in the recombinant inbred lines (RILs) F<sub>7</sub> population.

Trait	Pal	Ste	Ole	Lin	LnI	CL	CP	RA	LUT
Ste	-0.220**								
Ole	-0.229**	0.521**							
Lin	0.548**	-0.471**	-0.507**						
LnI	-0.455**	-0.1559**	-0.508**	-0.460**					
CL	0.543**	-0.429**	-0.515**	0.541**	-0.055				
CP	0.351**	-0.158**	-0.262**	0.206**	0.008	0.598**			
RA	0.279**	-0.123*	-0.407**	0.277**	0.093	0.568**	0.359**		
LUT	0.262**	-0.093	0.078	0.141**	-0.242**	0.435**	0.316**	0.112	
API	0.075	0.083	0.300**	-0.097	-0.223**	-0.018	-0.003	-0.145**	0.662**

\*, \*\*Correlation is significant at p < 0.05 and 0.01, respectively.

Pal: Palmitic acid, Ste: Stearic acid, Ole: Oleic acid, Lin: Linoleic acid, LnI: Linolenic acid, CL: Crude lipid, CP: Crude protein, RA: Rosmarinic acid, LUT: Luteolin, API: Apigenin

종실의 품질 특성 간의 상관분석을 수행한 결과는 Table 4와 같다. 대부분의 형질들간 상관관계는 유의성이 인정되었다. 들깨의 주요 지방산인 linolenic acid와 linoleic acid 간에는 고도의 유의한 부의 상관을 보였다. 이차대사산물인 기능성 성분에서는 luteolin과 apigenin이 0.662의 고도의 유의한 정의 상관을 보였으며, 이는 들깨 유전자원의 연구 결과와 일치하였다(Lee *et al.*, 2009b).

조사된 농업적 형질들 대부분이 연속적인 정규분포를 보이는 것을 통해 1개 이상의 복수 유전자에 의해 조절되는 양적형질임을 확인하였다. 최근 2배체 야생 들깨의 중간 교잡을 통한 유전자 지도 작성이 완료되었으나(Lee *et al.*, 2018), 4배체 재배종 들깨의 유전자 지도 작성은 연구 중에 있다. 본 연구를 통해 육성된 F<sub>7</sub> RIL 집단은 유전적 변화가 발생하지 않는 고정된 집단으로 다른 환경에서의 연구를 수행하기에 적합한 반복성을 유지할 수 있어 유전자 지도 작성이 완료되면 필요한 형질에 대해서는 다시 집단을 전개하여 분석이 가능하다. 또한, 양친의 특성보다 우월한 특성을 가진 후대들이 많이 나타나는 초월분리 현상을 확인함으로써 F<sub>7</sub> RIL 집단은 QTL 분석뿐만 아니라 우수 품종 육성을 위한 중간 모본 양성에도 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다(Kim *et al.*, 2013). 2019년 하계에 F<sub>8</sub> 세대(277 계통)를 포장에 전개하여 증식하였으며, 수확한 종자는 정선하여 농업유전자원센터에 입고하였다.

## 적 요

본 연구는 고품질의 들깨 신품종 육성을 위한 기초 자료로서 모본으로 종실용 품종인 ‘대실’과 부분으로 앞전용 품종인 ‘잎들깨1호’를 이용하여 교배된 재조합 집단(F<sub>1</sub>)을 양성하였고, F<sub>2</sub>세대부터 SSD법으로 계통을 전개한 고세대(F<sub>7</sub>) RIL집단 277계통들에 대해서 농업적 형질과 종실의 품질 특성을 비교하였다. 재조합 집단의 주요 농업적 형질의 변이를 분석한 결과 경장은 66~150 cm, 유효분지수는 5~23개, 화방군장은 5.1~10.5 cm, 화방군수는 17~131개 및 화방군당삭수는 23~39개 등으로 분포하였다. 종실의 품질 특성을 분석한 결과 주요 지방산인 리놀렌산(C18:3)은 54.2~64.1%, 기능 성분인 rosmarinic acid는 869.5~3,508.1 µg/g, luteolin은 47.4~864.3 µg/g 및 apigenin은 57.1~296.7 µg/g 등으로 분포하였다. 조사된 대부분의 농업적 형질이 변이의 폭이 크면서 정규곡선 양상을 보였으며, 양친의 특성보다 우월한 특성을 가진 후대들이 많이 나타나는 초월분리 현상을 확인하였다. 이러한 결과는 F<sub>7</sub> RIL 집단이 향후 QTL 분석뿐만 아니라 우수 품종 육성을 위한 중간 모본 양성에도 유

용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(No. PJ01335502)의 지원에 의해 이루어진 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

## 인용문헌(REFERENCES)

- Asif, M. 2012. Phytochemical study of polyphenols in *Perilla frutescens* as an antioxidant. *Avicenna J. Phytomed.* 2(4) : 169-178.
- Banno, N., T. Akihisa, H. Tokuda, K. Yasukawa, H. Higashihara, M. Ukiya, K. Watanabe, Y. Kimura, J. Hasegawa, and H. Nishino. 2004. Triterpene acids from the leaves of *Perilla frutescens* and their anti-inflammatory and antitumor-promoting effects. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 68(1) : 85-90.
- Cha, Y., J. Y. Jang, Y. H. Ban, H. Guo, K. Shin, T. S. Kim, S. P. Lee, J. Choi, E. S. An, D. W. Seo, J. M. Yon, E. K. Choi, and Y. B. Kim. 2016. Anti-atherosclerotic effects of perilla oil in rabbits fed a high-cholesterol diet. *Lab. Anim. Res.* 32(3) : 171-179.
- Choung, M. G. 2005. Comparison of Major Characteristics between Seed *Perilla* and Vegetable *Perilla*. *Korean J. Crop Sci.* 50(S) : 171-174.
- Chung, I. M., S. J. Yun, J. T. Kim, J. G. Gwang, J. D. Sung, and H. S. Suh. 1995. Test of Seroxide Dismutase Characteristics and Antioxidant Activity in *Perilla* Leaves. *Korean J. Crop Sci.* 40(4) : 504-511.
- Feng, L. J., C. H. Yu, K. J. Ying, J. Hua, and X. Y. Dai. 2011. Hypolipidemic and antioxidant effects of total flavonoids of *Perilla frutescens* leaves in hyperlipidemia rats induced by high-fat diet. *Food Res. Int.* 44(1) : 404-409.
- Hyun, K. W., J. H. Kim, K. J. Song, J. B. Lee, J. H. Jang, Y. S. Kim, and J. S. Lee. 2003. Physiological Functionality in Geumsan *Perilla* Leaves from Greenhouse and Field Cultivation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35(5) : 975-979.
- Iqbal, S. and M. I. Bhangar. 2006. Effect of season and production location on the antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaves grown in Pakistan. *J. Food Comp. Anal.* 19(6) : 544-551.
- Jeong, S. I., H. S. Kim, I. H. Jeon, H. J. Kang, J. Y. Mok, C. J. Cheon, H. H. Yu, and S. I. Jang. 2014. Antioxidant and Anti-inflammatory Effects of Ethanol Extracts from *Perilla frutescens*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46(1) : 87-93.
- Kim, D. J., A. D. Assefa, Y. J. Jeong, Y. A. Jeon, J. E. Lee, M. C. Lee, H. S. Lee, J. H. Rhee, and J. S. Sung. 2019. Variation in Fatty Acid Composition, Caffeic and Rosmarinic Acid Content, and Antioxidant Activity of *Perilla* Accessions. *Korean J. Med. Crop Sci.* 27(2) : 96-107.
- Kim, E. K., S. J. Lee, B. O. Lim, Y. J. Jeon, M. D. Song, T. K.

- Park, K. H. Lee, B. Kim, S. R. Lee, S. H. Moon, B. T. Jeon, and P. J. Park. 2008. Antioxidative and Neuroprotective Effects of Enzymatic Extracts from Leaves of *Perilla frutescens* var. *japonica*. *Food Sci. Biotechnol.* 17(2) : 279-286.
- Kim, I. J., M. J. Kim, S. Y. Nam, and C. H. Lee. 2002. Effects of date and number of defoliation by different seeding date on growth and yield of perilla (*Perilla ocymoids* cv. Saeyupsildkkae). *Korean J. Plant Res.* 15(1) : 144-149.
- Kim, J. H., M. C. Cho, Y. I. Cho, J. G. Woo, D. S. Kim, H. E. Lee, W. H. Kang, and Y. K. Ahn. 2013. Evaluation of Horticultural Characteristics in F<sub>7</sub> RIL Populations for Pungency Level Studies in Chili Pepper. *Korean J. Breed. Sci.* 45(3) : 220-231.
- Kim, S. T., Y. K. Kang, M. R. Ko, and J. S. Moon. 2001. Effect of Planting Date on Growth and Grain Yield of Vegetable Perilla. *Korean J. Crop Sci.* 46(6) : 434-438.
- Lee, H. S., H. A. Lee, C. O. Hong, S. Y. Yang, S. Y. Hong, S. Y. Park, H. J. Lee, and K. W. Lee. 2009a. Quantification of Caffeic Acid and Rosmarinic Acid and Actioxidant Activities of Hot-Water Extracts from Leaves of *Perilla frutescens*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41(3) : 302-306.
- Lee, J. H., K. H. Park, M. H. Lee, H. T. Kim, W. D. Seo, J. Y. Kim, I. Y. Baek, D. S. Jang, and T. J. Ha. 2013. Identification, characterisation, and quantification of phenolic compounds in the antioxidant activity-containing fraction from the seeds of Korean perilla (*Perilla frutescens*) cultivars. *Food Chem.* 136(2) : 843-852.
- Lee, M. H., C. S. Jung, S. B. Pae, J. D. Hwang, C. H. Park, K. B. Shim, K. Y. Park, H. K. Kim, S. K. Park, and T. J. Ha. 2009b. Variation of Caffeic acid, Rosmarinic acid, Luteolin and Apigenin Contents in *Perilla* Germplasm. *Korean J. Breed. Sci.* 41(4) : 391-396.
- Lee, M. H., K. W. Oh, M. S. Kim, S. U. Kim, J. I. Kim, E. Y. Oh, S. B. Pae, U. S. Yeo, T. H. Kim, J. H. Lee, C. S. Jung, D. Y. Kwak, and Y. C. Kim. 2018. Detection of QTLs in an Interspecific Cross between *Perilla citriodora* × *P. hirtella* Mapping Population. *Korean J. Breed. Sci.* 50(1) : 13-20.
- Lee, M. H., T. J. Ha, C. S. Jung, S. B. Pae, C. D. Hwang, S. I. Han, C. H. Park, K. Y. Park, S. K. Lee, and C. B. Park. 2010. A New *Perilla* Cultivar for Edible Seed 'Anyu' with Early Maturity and High Oil Content. *Korean J. Breed. Sci.* 42(3) : 218-221.
- Lim, S. Y. 2009. Inhibitory Effect of *Linum Usitatissimum* and *Perilla frutescens* as Sources of Omega-3 Fatty Acids on Mutagenicity and Growth of Human Cancer Cell Lines. *J. Life Sci.* 19(12) : 1737-1742.
- Makino, T., Y. Furuta, H. Wakushima, H. Fujii, K. Saito, and Y. Kano. 2003. Anti-allergic effect of *Perilla frutescens* and its active constituents. *Phytother. Res.* 17(3) : 240-243.
- Osakabe, N., A. Yasuda, M. Natsume, C. Sanbongi, Y. Kato, T. Osawa, and T. Yoshikawa. 2002. Rosmarinic acid, a major polyphenolic component of *Perilla frutescens*, reduces lipopolysaccharide (LPS)-induced liver injury in d-galactosamine (d-GalN)-sensitized mice. *Free Radic. Biol. Med.* 33(6) : 798-806.
- Song, J. Y., J. R. Lee, S. Oh, C. Y. Kim, C. H. Bae, G. A. Lee, K. H. Ma, Y. M. Choi, H. J. Park, and M. C. Lee. 2012. Assessment of Genetic Diversity and Fatty acid Composition of *Perilla* (*Perilla frutescens* var. *frutescens*) Germplasm. *Korean J. Plant Res.* 25(6) : 762-772.
- Swarup, V., J. Ghosh, S. Ghosh, A. Saxena, and A. Basu. 2007. Antiviral and anti-inflammatory effects of rosmarinic acid in an experimental murine model of Japanese encephalitis. *Antimicrob. Agents Chemother.* 51(9) : 3367-3370.
- van der Sluis, A. A., M. Dekker, A. de Jager, and W. M. F. Jongen. 2001. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple. Effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. *J Agric Food Chem.* 49(8) : 3606-3613.
- Yamamoto, H. and T. Ogawa. 2002. Antimicrobial activity of perilla seed polyphenols against oral pathogenic bacteria. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66(4) : 921-924.