



## 삼주 육성품종 간 생육특성 및 유효성분 분석

정진태\*\*\* · 이희정\* · 이정훈\* · 홍충의\* · 이윤지\* · 정양선\* · 이대영\* · 이승은\* · 장재기\* · 하보근\*\* · 박춘근\*†

\*국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과, \*\*전남대학교 농업생명과학대학 식물생명공학부

### Comparison of Growth Characteristics and Active Ingredients in *Atractylodes* Inter-Specific Hybrid Cultivars

Jin Tae Jeong\*\*\*, Hee Jung Lee\*, Jeong Hoon Lee\*, Chung Oui Hong\*, Yun Ji Lee\*, Yang Seon Jeong\*, Dae Young Lee\*, Seung Eun Lee\*, Jae Ki Chang\*, Bo Keun Ha\*\* and Chun Geon Park\*†

\*Department of Herb Crop Resources, NIHHS, RDA, Emseong 27709, Korea.

\*\*Department of Plant Biotechnology, College of Agriculture and Life Science, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea.

#### ABSTRACT

**Background:** *Atractylodes japonica* Koidz. and *Atractylodes macrocephala* Koidz. belong to the family (Asteraceae). Their rhizomes, called white *Atractylodes* rhizomes, are used in traditional medicine. To address some issues with their cultivation, we recently developed eight hybrid cultivars by interspecific hybridization of *A. japonica* and *A. macrocephala*. This study was conducted to screen the hybrid cultivars that have high amounts of active ingredients and yield ability.

**Methods and Results:** Experiments were conducted using the eight hybrid cultivars and *A. macrocephala* (control cultivar) in the experimental field of the department of Herbal Crop Research located in Eumseong, South Korea. We investigated the growth characteristics of the aerial and underground parts. Among the cultivars, ‘Sanwon’ had the highest rhizome dry weight (53.8 g/plant), followed by ‘Dachul’ (50.0 g/plant). In addition, the content of atractylenolide I, II, III and total active ingredients were investigated using high-performance liquid chromatography. Compared with *A. macrocephala*, most of the inter-specific hybrid cultivars had a higher content of active ingredients and yield ability.

**Conclusions:** Through study, we established the superior quality of *Atractylodes* inter-specific hybrid cultivars. In particularly, it was found that ‘Dachul’ may be grown as a superior cultivar, with high amount of active ingredients as well as yield ability.

**Key Words:** *Atractylodes japonica*, *Atractylodes macrocephala*, Active Ingredient, White *Atractylodes* Rhizome, Yield Ability

## 서 언

삼주속 (*Atractylodes* spp.)은 국화과 (Asteraceae)에 속하는 다년생 초본으로서 이 중 *A. carlinodes*를 제외하고 동아시아에서 2000년 동안 근경을 약재로 사용해 왔으며 약효에 따라서 백출과 창출로 분류하여 사용되고 있다 (Lee et al., 2002). 과거 국내에서는 삼주 (*Atractylodes japonica* Koidzumi)만이 자생하며 신근 (新根)을 백출로 구근 (舊根)을 창출로 구분하였다. 하지만 중국에서 백출로 규정하는 큰꽃삼주 (*Atractylodes*

*macrocephala* Koidzumi)가 국내에 도입되어 재배가 늘어감에 따라 『대한약전 7개정』 1997년부터 삼주 또는 큰꽃삼주의 뿌리줄기로서 그대로 또는 주피를 제거한 것을 백출로 규정하여 사용하고 있다 (MFDS, 2000).

백출의 기원식물 두 종간에는 약간의 차이가 있는데 먼저 괴근의 형태에 있어서는 삼주는 비교적 횡으로 비대하는 반면, 큰꽃삼주는 주먹모양으로 불규칙하게 분지되어 있다. 특히, 가장 차이가 큰 화기 형태를 보면 삼주는 흰 꽃을 피며 크기가 1.7 - 2.0 cm인데 이는 자홍색의 꽃을 피며 꽃의 크기가 2.5 cm

†Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5664 (E-mail) pcg@korea.kr

Received 2018 April 19 / 1st Revised 2018 May 15 / 2nd Revised 2018 May 29 / 3rd Revised 2018 June 14 / Accepted 2018 June 15

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.

에 달하는 큰꽃삼주 보다 작다 (Takeda *et al.*, 1994; Fukuda *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 2009).

백출은 한방에서 소화촉진 및 위장을 보호하는 용도로 이용하며 대표적인 수입 의존 약재로서 2017년 농림축산검역본부 검역통계자료에 의하면 675 톤 가량이 중국 등지에서 수입에 되고 있다. 큰꽃삼주를 충북, 충남, 경북지역에서 주로 재배하고 있으며 재배면적은 1998년도에 55 ha에 이르렀으나, 그 후로 점차 감소하다 다시 늘기 시작하여 현재 59 ha에서 143 톤을 생산하고 있다 (MAFRA, 2016).

백출의 주요 성분으로는 sesquiterpenoid류 화합물인 atractylenolide I, atractylenolide II, atractylenolide III, atractylon 등이 있다 (Yun *et al.*, 2013; Kim *et al.*, 2013). 특히 atractylenolide I의 경우 백출의 성분 중 가장 암세포증식 저해 효과가 우수하였고 (Yun *et al.*, 2015), 만성염증에 의한 혈관 신생억제 (Wang *et al.*, 2009), TNF- $\alpha$ , NO 등 과잉생산을 동반한 염증 억제 (Li *et al.*, 2009), 알레르기 및 아토피 피부염 등에 효과 등이 보고되었으며 (Lim *et al.*, 2012), atractylenolide II는 악성 흑색종세포 사멸 효과 (Ye *et al.*, 2011), atractylenolide III은 위궤양 유발모델에서 위장관 보호 기능과 폐암세포 (A549) 사멸효과가 보고되었다 (Kang *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2011). 이 외에도 항바이러스작용 (Cheng *et al.*, 2016), 간 보호작용 (Hwang *et al.*, 1996), 신장의 Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase 활성 억제로 인한 이뇨 작용촉진 (Satoh *et al.*, 1996), 항염증 및 통증완화 (Chen *et al.*, 2016), 백혈병 세포의 성장 억제 효과 (Wang *et al.*, 2002), 항궤양 효과 (Matsuda *et al.*, 1991) 등이 보고되었다.

삼주는 재배기간이 길고 수량성이 낮아 재배보다는 주로 야생채취에 의존하고 있으며 큰꽃삼주의 경우 수량성이 높아 주로 재배가 되나 뿌리썩음병에 매우 취약한 단점이 재배 제한 요인이 되고 있다 (Cho *et al.*, 2001a; Cho *et al.*, 2001b).

이를 극복하기 위하여 국립원예특작과학원 약용작물과에서는 1990년대부터 삼주와 큰꽃삼주 중간교잡 (*A. japonica* ×

*A. macrocephala*)을 통해 내병성 다수성 품종육성이 시작되어 현재 다출 등 8 품종이 생산력검정시험, 지역적응성검정시험 거쳐 농작물직무육성 신품종선정 심의회를 통과하였으며 (Table 1), 이 가운데 현재 6 품종이 2016년 11월에 보호출원하여 재배심사 진행 및 품종등록을 앞두고 있으나 이들 품종 간의 생육 특성 및 성분 분석에 관한 연구는 전무하다.

따라서 본 연구에서는 삼주 품종 간 생육 특성과 atractylenolide I, atractylenolide II, atractylenolide III 등 유효성분 함량을 비교 하여 농가 보급이나 기능성 제품 개발 등을 목적으로 하는 품종 선발에 기초자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 재료 및 재배법

본 실험에 사용된 재료는 육성 품종인 다출 등 8 품종 (Table 1)과 함께 농가에서 주로 재배하고 있는 큰꽃삼주 (*Atractylodes macrocephala* Koidzumi)를 조사하였으며 충북 음성군 소이면 비산리에 위치해 있는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 시험포장에서 이랑 110 cm와 고랑 50 cm 시험구에 재식밀도 30 × 30 cm 간격으로 하였다.

전년도에 수확하여 5-6 등분으로 분근한 종근을 2017년 5월 4일에 정식하였고, 그 해 11월에 수확한 샘플을 채취하여 수세 후 동결건조 하여 분석에 사용하였다.

시험포장의 관행시비는 N:P<sub>2</sub>O:K<sub>2</sub>O 성분을 7:4:3 kg/10a의 양으로 정식하기 2 주 전에 시험포장에 시용하여 경운 정지 하였고, 기타 재배법은 농촌진흥청 삼주 표준재배법에 준하였다. 품종 별로 무작위로 시험구당 20 개체 씩 총 60 개체의 샘플을 채취하여 분석에 사용하였다.

**Table 2.** Mobile phase condition of chromatographic separation.

Time (min)	Flow (mL/min)	Mobile phase (%)	
		0.1% Formic acid/Water	Acetonitrile
0	1.0	50	50
35	1.0	35	65
50	1.0	0	100

**Table 3.** Calibration curve equations of atractylenolide I, atractylenolide II, and atractylenolide III.

Sample	Equation <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>
Atractylenolide I	y = 9.1008x - 10.1380	0.9989
Atractylenolide II	y = 27.2090x - 24.5880	0.9999
Atractylenolide III	y = 15.8990x - 15.7580	0.9997

<sup>1)</sup>Equation, y: peak area, x: concentration.

**Table 1.** List of *Atractylodes* hybrid cultivar development.

Cultivar name	Development year	Line name	Scientific name	Development institution	Application number
Gowon	2010	Suwon 7	AJ <sup>1)</sup> × AM <sup>2)</sup>	NIHHS <sup>3)</sup>	2016-24
Gochul	2013	Emseong 6	AJ × AM	NIHHS	2016-25
Dawon	2011	Suwon 8	AJ × AM	NIHHS	2016-26
Dacul	2008	Suwon 4	AJ × AM	NIHHS	2016-27
Manchul	2016	AJM 16	AJ × AM	NIHHS	-
Samgwon	2012	Emseong 1	AJ × AM	NIHHS	2016-28
Samgchul	2009	Suwon 2	AJ × AM	NIHHS	2016-29
Huchul	2014	Emseong 10	AJ × AM	NIHHS	-

<sup>1)</sup>AJ; *Atractylodes japonica* Koidzumi, <sup>2)</sup>AM; *Atractylodes macrocephala* Koidzumi, <sup>3)</sup>NIHHS; National Institute of Horticultural & Herbal Science.

## 2. 생육 특성 조사

농촌진흥청 시험연구조사 기준에 준하여 지상부는 정식 140 일 후 (9월 21일)에 생육이 비교적 균일한 개체를 이용하여 초장, 경경, 경수, 분지수, 엽장, 엽폭 등을 조사 하였으며, 지하부는 정식 후 170 일 (10월 23일)후에 시험포장에서 굴취 하여 근장, 근경, 지근수, 건근중 및 생근 수량을 조사하였다 (RDA, 2012).

## 3. 성분 분석

주요 유효성분인 atractylenolide I, atractylenolide II, atractylenolide III를 분석하기 위하여 표준품은 Wuhan ChemFaces Biochemical (Hubei, China)제품을 구입하여 사용 하였고, 동결건조한 시료는 분말화한 후 50호 (300 μm)체로 균 질화 하였다. 균질화된 분말은 100 mg 씩 취하여 70% EtOH 1 ml 을 추출 용매로 1 시간 동안 초음파 추출하였다.

Atractylenolide I, atractylenolide II와 atractylenolide III는 Yun 등 (2013)의 방법을 응용하여 사용하였다. 분석한 column 은 INNO Column C18 (Yong Jin Biochrom Co., Ltd., Seongnam, Korea, 4.6 mm × 250 mm, 5 μm)이고 column temperature는 25°C로 유지하였다. 시료의 injection volume은 10 μl 이고 UV-wavelength는 236 nm 에서 분석하였으며 flow rate를 분당 1 ml로 용출시켰으며, 이동상의 조건은 Table 2에 제시하였다. 정량분석을 위해서 표준물질을 6, 12.5, 25, 50, 100 μg/ml의 농도별로 70% 에탄올에 녹인 후 HPLC (Agilent 1260 series, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 성분 분석을 실시하였다.

확립한 HPLC 조건으로 분석한 결과 세 물질 모두 상관계 수 (R<sup>2</sup>)가 각각 0.9989, 0.9998 및 0.9997로 양호한 직선성을 나타내었고 (Table 3), 이 식을 이용해서 atractylenolide I, atractylenolide II, atractylenolide III 정량분석을 실시하였다 (Table 3).

## 4. 통계 분석

실험 결과는 SAS Enterprise Guide 4.2 (Statistical analysis system, 2009, Cray, SAS Institute Inc., NC, USA) 로 분석하고, 3 반복한 결과 값을 평균치 ± 표준편차 (Means ± SD)로 나타내었다. 시료간의 유의적인 차이는 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 유의수준 5% (p < 0.05)에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 품종 별 생육 특성 비교

품종 별 삽주 (*Atractylodes japonica* Koidzumi)의 생육 특성을 조사한 결과 Table 4, Table 5에 나타내었다.

지상부 특성을 조사한 결과로 초장은 고출이 45.10 ± 6.96 cm 로 가장 큰 수치를 나타내었고, 경경은 큰꽃삽주 (*Atractylodes macrocephala* Koidzumi)가 4.79 ± 1.54 cm 로 가장 굵었으며, 경 수는 다출이 3.10 ± 1.04 개로 가장 큰 수치를 나타내었다. 분지 수는 '고출'이 13.64 ± 2.84 개로 가장 많았고 엽장과 엽폭은 큰꽃삽주가 9.74 ± 0.94 cm 와 3.91 ± 0.32 cm 로 가장 길고 넓었다.

품종 간 경경과 경수에서는 크게 유의적인 차이를 보이지 않았지만 경장, 분지 수, 엽장, 엽폭 등에서는 차이가 있어 본 결과가 기본식물 유지 및 품종간 구별에 도움이 되는 기초자료가 될 것으로 사료된다.

지하부 생육 특성을 조사한 결과 근장은 큰꽃삽주가 8.4 ± 1.91 mm 로 가장 길었고, 근경은 상원이 9.0 ± 1.09 mm 로 가장 큰 수치를 나타내었다. 생근중과 건근중의 경우 근경에서 최고치를 보인 상원이 149.5 ± 31.47 g, 53.8 ± 15.90 g으로 가장 큰 수치를 나타내었고, 생근 수량 에서도 상원이 1789.7 ± 21.2 kg/10a로 가장 높았다. 또한 모든 육성품종이 큰꽃삽주에 비하여 수량성이 높음을 알 수 있었다.

전반적으로 육성품종은 큰꽃삽주에 비하여 경경이 얇고 분

**Table 4.** Growth characteristics of aerial parts of *Atractylodes* spp. Hybrid cultivars.

Cultivar name	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of stem	No. of branch	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
GW <sup>1)</sup>	37.01 ± 6.00 <sup>b</sup>	4.11 ± 1.51 <sup>ab</sup>	3.24 ± 0.83 <sup>a</sup>	10.76 ± 3.95 <sup>bc</sup>	8.00 ± 1.16 <sup>b</sup>	3.17 ± 0.69 <sup>bc</sup>
GC <sup>2)</sup>	45.10 ± 6.96 <sup>a</sup>	3.96 ± 0.86 <sup>ab</sup>	2.93 ± 0.83 <sup>ab</sup>	13.64 ± 2.84 <sup>a</sup>	7.86 ± 1.67 <sup>b</sup>	2.83 ± 0.71 <sup>bc</sup>
DW <sup>3)</sup>	35.54 ± 4.73 <sup>bc</sup>	3.50 ± 0.94 <sup>b</sup>	3.05 ± 0.67 <sup>ab</sup>	9.19 ± 3.12 <sup>c</sup>	7.84 ± 0.98 <sup>b</sup>	3.05 ± 0.65 <sup>bc</sup>
DC <sup>4)</sup>	34.28 ± 4.68 <sup>bc</sup>	3.48 ± 1.35 <sup>b</sup>	3.10 ± 1.04 <sup>a</sup>	8.67 ± 3.53 <sup>c</sup>	7.84 ± 0.90 <sup>b</sup>	3.01 ± 0.80 <sup>bc</sup>
MC <sup>5)</sup>	38.07 ± 5.01 <sup>ab</sup>	4.02 ± 0.75 <sup>ab</sup>	2.76 ± 1.00 <sup>ab</sup>	9.29 ± 2.39 <sup>c</sup>	6.41 ± 1.06 <sup>c</sup>	2.14 ± 0.45 <sup>d</sup>
SW <sup>6)</sup>	34.13 ± 5.58 <sup>b</sup>	3.89 ± 0.97 <sup>b</sup>	2.95 ± 0.86 <sup>ab</sup>	12.76 ± 5.44 <sup>ab</sup>	6.25 ± 1.08 <sup>c</sup>	2.69 ± 1.52 <sup>c</sup>
SC <sup>7)</sup>	32.53 ± 4.59 <sup>c</sup>	4.16 ± 1.37 <sup>ab</sup>	2.95 ± 0.92 <sup>ab</sup>	7.90 ± 3.49 <sup>d</sup>	7.73 ± 1.04 <sup>b</sup>	3.27 ± 0.57 <sup>b</sup>
HC <sup>8)</sup>	42.08 ± 8.77 <sup>a</sup>	4.18 ± 1.20 <sup>ab</sup>	2.43 ± 0.81 <sup>b</sup>	7.62 ± 3.46 <sup>cd</sup>	6.73 ± 0.87 <sup>c</sup>	1.80 ± 0.33 <sup>d</sup>
AM <sup>9)</sup>	33.83 ± 2.95 <sup>b</sup>	4.79 ± 1.54 <sup>a</sup>	3.42 ± 0.90 <sup>a</sup>	11.00 ± 2.41 <sup>bc</sup>	9.74 ± 0.94 <sup>a</sup>	3.91 ± 0.32 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>GW; Gowon, <sup>2)</sup>GC; Gochul, <sup>3)</sup>DW; Dawon, <sup>4)</sup>DC; Dachul, <sup>5)</sup>MC; Manchul, <sup>6)</sup>SW; Sangwon, <sup>7)</sup>SC; Sangchul, <sup>8)</sup>HC; Huchul, <sup>9)</sup>AM; *Atractylodes macrocephala* Koidzumi. \*Means within a column followed by the same letter are not significant based on the DMRT (p < 0.05).

삼주 품종 간 생육특성 및 유효성분 분석

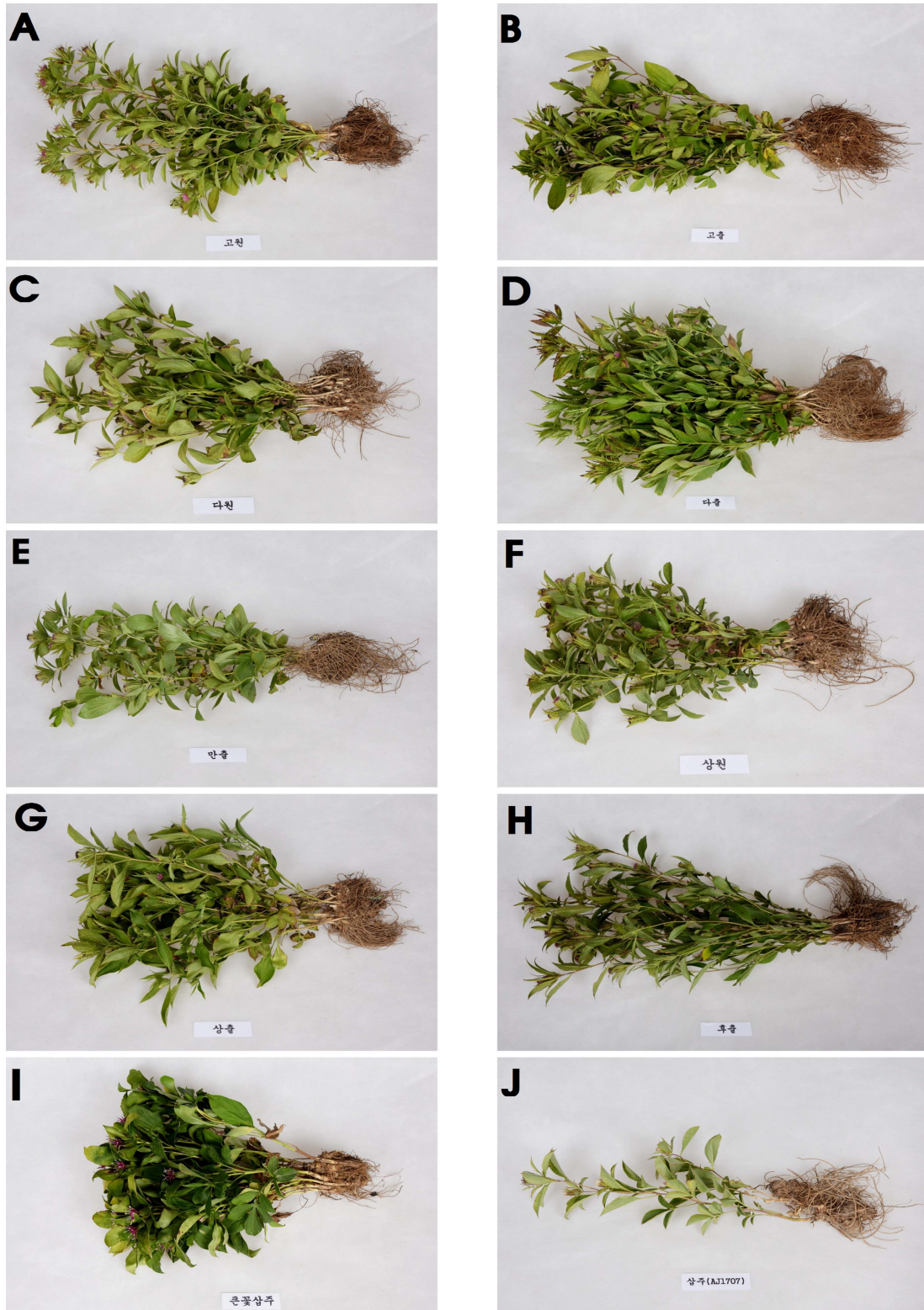


Fig. 1. Morphological characteristics of *Atractylodes* spp. and hybrid cultivars. A; Gowon, B; Gochul, C; Dawon, D; Dachul, E; Manchul, F; Sangwon, G; Sangchul, H; Huchul, I; *A. macrocephala* J: *A. japonica*.

**Table 5.** Growth characteristics of underground parts of *Atractylodes* spp. hybrid cultivars.

Cultivar name	Rhizome; length (mm)	Rhizome; diameter (mm)	Rhizome; fresh weight (g)	Rhizome; dry weight (g)	Rhizome yield (kg/10a)
GW <sup>1)</sup>	6.80±1.42 <sup>cd</sup>	8.70±2.17 <sup>ab</sup>	134.20±51.94 <sup>ab</sup>	50.20±19.64 <sup>ab</sup>	1235.80±296.10 <sup>bc</sup>
GC <sup>2)</sup>	7.90±0.85 <sup>ab</sup>	8.30±1.30 <sup>ab</sup>	123.10±40.01 <sup>ac</sup>	44.90±15.93 <sup>b</sup>	1477.80±338.80 <sup>ab</sup>
DW <sup>3)</sup>	7.20±1.07 <sup>abcd</sup>	8.40±0.88 <sup>ab</sup>	135.60±29.39 <sup>a</sup>	47.40±15.77 <sup>ab</sup>	1655.60±89.80 <sup>a</sup>
DC <sup>4)</sup>	6.40±1.00 <sup>d</sup>	8.70±1.38 <sup>ab</sup>	145.80±27.04 <sup>a</sup>	50.00±17.60 <sup>ab</sup>	1773.20±104.10 <sup>a</sup>
MC <sup>5)</sup>	7.70±0.59 <sup>abc</sup>	9.00±1.09 <sup>a</sup>	145.10±43.93 <sup>a</sup>	43.70±15.01 <sup>b</sup>	1663.80±153.40 <sup>a</sup>
SW <sup>6)</sup>	7.40±1.30 <sup>bcd</sup>	8.50±1.36 <sup>ab</sup>	149.50±31.47 <sup>a</sup>	53.80±15.90 <sup>a</sup>	1789.70±21.20 <sup>a</sup>
SC <sup>7)</sup>	6.90±1.43 <sup>cd</sup>	8.30±0.96 <sup>ab</sup>	126.90±32.80 <sup>a</sup>	49.20±12.40 <sup>ab</sup>	1467.70±150.00 <sup>ab</sup>
HC <sup>8)</sup>	6.60±1.24 <sup>d</sup>	8.10±2.39 <sup>b</sup>	98.70±34.72 <sup>c</sup>	36.50±11.74 <sup>c</sup>	1184.20±236.90 <sup>bc</sup>
AM <sup>9)</sup>	8.40±1.91 <sup>a</sup>	7.00±1.90 <sup>c</sup>	108.70±23.96 <sup>bc</sup>	36.40±9.48 <sup>c</sup>	998.90±92.10 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>GW; Gowon, <sup>2)</sup>GC; Gochul, <sup>3)</sup>DW; Dawon, <sup>4)</sup>DC; Dachul, <sup>5)</sup>MC; Manchul, <sup>6)</sup>SW; Sangwon, <sup>7)</sup>SC; Sangchul, <sup>8)</sup>HC; Huchul, <sup>9)</sup>AM; *Atractylodes macrocephala* Koidzumi. \*Means within a column followed by the same letter are not significant based on the DMRT ( $p < 0.05$ ).

**Table 6.** Atractylenolide I, atractylenolide II and atractylenolide III contents of cultivars (mg/g).

Cultivar name	ATD <sup>10)</sup> I mean±SD	ATD II mean±SD	ATD III mean±SD	Total mean±SD
GW <sup>1)</sup>	0.07±0.00 <sup>g</sup>	0.09±0.00 <sup>e</sup>	0.06±0.00 <sup>c</sup>	0.26±0.00
GC <sup>2)</sup>	0.08±0.00 <sup>g</sup>	0.06±0.00 <sup>f</sup>	0.05±0.00 <sup>f</sup>	0.23±0.00
DW <sup>3)</sup>	0.09±0.00 <sup>d</sup>	0.22±0.01 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>e</sup>	0.37±0.01
DC <sup>4)</sup>	0.09±0.00 <sup>c</sup>	0.24±0.00 <sup>a</sup>	0.07±0.00 <sup>a</sup>	0.40±0.00
MC <sup>5)</sup>	0.08±0.00 <sup>e</sup>	0.07±0.00 <sup>e</sup>	0.06±0.00 <sup>c</sup>	0.25±0.00
SW <sup>6)</sup>	0.08±0.00 <sup>f</sup>	0.05±0.00 <sup>g</sup>	0.05±0.00 <sup>g</sup>	0.22±0.01
SC <sup>7)</sup>	0.10±0.00 <sup>b</sup>	0.10±0.00 <sup>d</sup>	0.06±0.00 <sup>b</sup>	0.29±0.00
HC <sup>8)</sup>	0.10±0.00 <sup>a</sup>	0.13±0.00 <sup>c</sup>	0.06±0.00 <sup>d</sup>	0.31±0.00
AM <sup>9)</sup>	0.08±0.00 <sup>f</sup>	0.04±0.00 <sup>h</sup>	0.06±0.00 <sup>d</sup>	0.22±0.00

<sup>1)</sup>GW; Gowon, <sup>2)</sup>GC; Gochul, <sup>3)</sup>DW; Dawon, <sup>4)</sup>DC; Dachul, <sup>5)</sup>MC; Manchul, <sup>6)</sup>SW; Sangwon, <sup>7)</sup>SC; Sangchul, <sup>8)</sup>HC; Huchul, <sup>9)</sup>AM; *Atractylodes macrocephala* Koidzumi, <sup>10)</sup>ATD; atractylenolide. \*Means within a column followed by the same letter are not significant based on the DMRT ( $p < 0.05$ ).

지수와 경수가 적었으며 엽장과 엽폭이 작는데 반해 경장이 긴 특성을 보였는데 이는 지상부를 과번무 하지 않게 하고 전체적인 수광태세를 좋게 만들어 지하부 수량 증가에 영향을 끼친 것으로 사료된다.

외형적으로 봤을 때 육성품종과 큰꽃삼주간에는 차이가 컸으나 육성품종 간에는 차이가 작았다 (Fig. 1). 이는 모든 육성품종이 모본은 평창에서 수집한 삼주 단일 개체이며 부분은 같은 개체는 아니지만 큰꽃삼주이기 때문인 것으로 사료된다.

삼주는 생산량이 많지 않고 재배가 잘 되지 않아서 주로 자연산 채취에 의존하는데 노지에 재배한 결과 생육조사에 필요한 충분한 개체 확보가 어려워 결국 이번 조사 결과에서 제외하였다. 추 후 비교 연구 시 삼주의 작물화에 대한 연구가 선행되어야 할 것으로 보인다.

## 2. 품종 별 유효성분 분석

육성품종 별 유효성분 분석 결과는 Table 6에서 나타내었다. 육성품종과 큰꽃삼주 (*A. macrocephala*)의 유효성분 함량을 측정한 결과 atractylenolide I은 후출 > 상출 > 다출 > 다원 > 만출 > 상원, 큰꽃삼주 > 고출, 고원 순이었으며 후출이 0.10±0.00 mg/g 함유하여 가장 높았다.

Atractylenolide II의 경우 다출 > 다원 > 후출 > 상출 > 만출 > 고출 > 상원 > 큰꽃삼주 순이었으며 0.24±0.00 mg/g를 함유한 다출이 가장 높았는데 가장 낮은 상원에 비해 6 배 이상 높았다.

Atractylenolide III은 다출 > 상출 > 만출 > 후출, 큰꽃삼주 > 다원 > 고출 > 상원 순으로 0.07±0.00 mg/g를 함유한 다출이 가장 높았다. 총 유효성분 함량은 다출, 다원, 후출, 상출, 고원, 만출, 고출, 큰꽃삼주, 상원 순으로 높았다.

본 결과를 통하여 삼주 유효성분인 atractylenolide I, atractylenolide II, atractylenolide III은 상원을 제외한 대부분의 육성품종 (*A. japonica* × *A. macrocephala*)에서 큰꽃삼주보다 높은 함량을 함유하고 있음을 알 수 있었고, 특히 다출의 경우 큰꽃삼주에 비하여 월등한 수량성과 유효성분 함량을 갖춘 것으로 조사되었다.

선행 연구에 따르면 삼주와 큰꽃삼주에서 추출된 물질 중에서 특히 atractylenolide I은 강력한 항염 효과가 있는 물질이라고 보고된 바가 있으며 atractylenolide II과 atractylenolide III 또한 항염증 효과가 있는 것으로 보고되어 있다 (Endo *et al.*, 2012).

여러 질환의 발병에 관여하는 염증 반응은 현대인에게 급증하는 비만, 동맥경화, 암과의 연관성이 알려져 있으며 (Forsythe *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2010), 이러한 연구 결과에 따라 최근에는 항염증작용이 있는 약용작물을 이용한 기능성 물질에 대한 연구가 활발한 상황이다 (Kim *et al.*, 2012; Kang *et al.*, 2014).

과거 주로 한약재로서 쓰여 왔던 두충이 약용작물기능성 화장품 (Gu *et al.*, 2013)이나 식품첨가물 (Kim *et al.*, 2012) 등으로도 주목 받고 있는 사례에서 보듯, 수량성과 유효성분 함량이 우수한 다출 등의 육성품종은 향후 한약재뿐만 아니라 항염증 제품, 기능성 화장품 등에 용이하게 쓰일 수 있을 것으로 보인다. 또한, 다출 등 육성품종은 영양변식방법으로 증식하기 때문에 매우 균일한 특성을 가지는데, 본 결과를 통해 국산 품종의 보급 확대 뿐 만 아니라 한약재 원료의 표준화 측면에서도 귀중한 기초자료가 될 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ010292042018)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

### REFERENCES

- Chen LG, Jan YS, Tsai PW, Norimoto H, Michihara S, Murayama C and Wang CC. (2016). Anti-inflammatory and antinociceptive constituents of *Atractylodes Japonica* Koidzumi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 64:2254-2262.
- Cheng Y, Mai JY, Hou TL, Ping J and Chen JJ. (2016). Antiviral activities of atractylon from *Atractylodis* rhizoma. *Molecular Medicine Reports*. 14:3704-3710.
- Cho JH, Kim YW, Park CG, Bang KH and Seong NS. (2001a). Genetic variation of *Atractylodes macrocephala* in morphological traits and Phytophthora root rot resistance. *Korean Journal of Breeding Science*. 33:191-198.
- Cho JH, Kim YW, Park CG, Bang KH and Seong NS. (2001b). Occurrence of phytophthora root rot of *Atractylodes macrocephala* in field conditions. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 9:211-219.
- Endo K, Taguchi T, Taguchi F, Hikino H, Yamahara J and Fujimura H. (1979). Antiinflammatory principles of *Atractylodes* rhizomes. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 27:2954-2958.
- Forsythe LK, Wallace JMW and Livingstone BE. (2008). Obesity and inflammation: The effects of weight loss. *Nutrition Research Reviews*. 21:117-133.
- Fukuda, T, Nakajima J, Aragane M, Yoshizawa M, Suzuki Y and Shimizu T. (1995). Studies of cultivation of *Atractylodes ovata* Part 3. Hybridization and the change of morphological characteristics caused by the hybridization. *Natural Medicines*. 49:431-437.
- Gu HA, Kim HS, Kim MJ, Yu ER, Joe GJ, Jang JD, Kim B and Park SN. (2013). Characterization and transdermal delivery of ethosomes loaded with *Eucommia ulmoides* extract. *Applied Chemistry for Engineering*. 24:639-644.
- Hwang JM, Tseng TH, Hsieh YS, Chou FP, Wang CJ and Chu CY. (1996). Inhibitory effect of atractylon on tert-butyl hydroperoxide induced DNA damage and hepatic toxicity in rat hepatocytes. *Archives of Toxicology*. 70:640-644.
- Kang BK, Kim K, Kim MJ, Bark SW, Pak WM, Kim BR, Ahn NK, Choi YU and Ahn DH. (2014). Anti-inflammatory activity of an ethanol extract of *Laminaria japonica* root on lipopolysaccharide-induced inflammatory responses in RAW 264.7 cells. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 46:729-733.
- Kim JH, Lee GS, Choi GY, Hwang SY, Kim HJ, Jeong SI and Ju YS. (2009). A Study on External · internal morphology and pattern analysis of *Atractylodes* rhizomes. *Korean Journal of Herbology*. 24:77-85.
- Kim KS, Park CG, Kim DH, Park SH and Chung MG. (2006). Evaluation of sesquiterpenoids content and growth characters in clonal lines from a cross between *Atractylodes japonica* Koidz. ex Kitam. and *A. macrocephala* Koidz. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 14:107-112.
- Kim YO, Lee SW, Sohn SH, Kim SY, Oh MS and Kim SK. (2012). Anti-inflammatory effects of water extract of *Eucommia ulmoides* oliver on the LPS-induced RAW 264.7 cells. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 20:381-386.
- Lee JH, Kim YK, Hong SP and Kim CS. (2002). Studie of taxonomic origins of *atractylodis* rhizoma alba and *atractylodis* rhizoma. *Korean Journal of Oriental Medicine*. 8:55-63.
- Lee YW, Kim PH, Lee WH and Hirani AA. (2010). Interleukin-4, oxidative stress, vascular inflammation and atherosclerosis. *Biomolecules and Therapeutics*. 18:135-144.
- Li CQ, He LC and Jin JQ. (2007). Atractylenolide I and atractylenolide III inhibit lipopolysaccharide-induced TNF- $\alpha$  and NO production in macrophages. *Phytotherapy Research*. 21:347-353.
- Li CQ, He LC, Dong HY and Jin JQ. (2007). Screening for the anti-inflammatory activity of fractions and compounds from *Atractylodes macrocephala* koidz. *Journal of Ethnopharmacology*. 114:212-217.
- Lim H, Lee HY, Kim JW, Kim YS and Kim HP. (2012). Effects of the rhizomes of *Atractylodes japonica* and atractylenolide I on allergic response and experimental atopic dermatitis. *Archives of Pharmacal Research*. 35:2007-2012.
- Matsuda H, Li YH, Taniguchi K, Yamahara J and Tamai Y. (1991). Imaging analysis of antiulcer action and the active constituent of *atractylodis* rhizoma. *Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*. 111:36-39.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). (2016). Final results of the 2015 census of agriculture, forestry and fisheries. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.335.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS). (2000). The Korea pharmacopoeia. Ministry of Food and Drug Safety. Seoul, Korea. p.773-774.
- Peng HS, Yuan QJ, Li QQ and Huang LQ. (2012). Molecular systematics of genus *Atractylodes*(compositae, cardueae): Evidence from internal transcribed spacer(ITS) and *trnL-F* sequences. *International Journal of Molecular Sciences*. 13:14623-14633.
- Satoh K, Nagai F, Ushiyama K and Kano I. (1996). Specific inhibition of Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-ATPase activity by atractylon, a major component of byaku-jutsu, by interaction with enzyme in the E2 state. *Biochemical Pharmacology*. 51:339-343.
- Takeda O, Mike E, Morita M, Okada M, Lu Y, He HS and He S. (1994). Variation of essential oil components of *Atractylodes lancea* growing in Mt. Maoshan area in Jiangsu province,

- China. *Natural Medicines*. 48:11-17.
- Wang C, Duan H and He L.** (2009). Inhibitory effect of atractylenolide I on angiogenesis in chronic inflammation *in vivo* and *in vitro*. *European Journal of Pharmacology*. 612:143-152.
- Wang CC, Chen LG and Yang LL.** (2002). Cytotoxic activity of sesquiterpenoids from *Atractylodes Ovata* on leukemia cell lines. *Planta Medica*. 68:204-208.
- Wang H and Cho CH.** (2010). Effect of NF- $\kappa$ B signaling on apoptosis in chronic inflammation-associated carcinogenesis. *Current Cancer Drug Targets*. 10:593-599.
- Wang KT, Chen LG, Wu CH, Chang CC and Wang CC.** (2011). Gastroprotective activity of atractylenolide III from *Atractylodes ovata* on ethanol-induced gastric ulcer *in vitro* and *in vivo*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 62:381-388.
- Ye Y, Wang H, Chu JH, Chou GX, Chen SB, Mo H, Fong WF and Yu ZL.** (2011). Atractylenolide II induces G1 cell-cycle arrest and apoptosis in B16 melanoma cells. *Journal of Ethnopharmacology*. 136:279-282.
- Yun BR, Weon JB, Lee BH, Lee JW, Eom MR and Ma CJ.** (2013). Quantitative analysis of atractylenolides I and III in *Atractylodes japonica*. *Korean Journal of Pharmacognosy*. 44:53-59.