



천속단의 수확시기에 따른 수량과 Loganin 성분 변이

안찬훈* · 김영국*[†] · 안태진* · 허 목* · 이정훈* · 이윤지* · 차선우* · 송범헌**

*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, **충북대학교 식물자원학과

Variation of Yield and Loganin Content According to Harvesting Stage of *Dipsacus asperoides* Wall

Chanhoon An*, Young Guk Kim*[†], Tae Jin An*, Mok Hur*, Jeonghoon Lee*, Yunji Lee*, Seon Woo Cha* and Beom Heon Song**

*Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, 92 Bisanro, Eumseong 27709, Korea.

**Department of Plant Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea.

ABSTRACT

Background: This study aimed to investigate the effect of harvest time on the growth, yield characteristics and loganin content in *Dipsacus asperoides* Wall.

Methods and Results: *Dipsacus asperoides* seedlings were planted within a nursery environment in early May 2015 and harvested in early, middle and late October 2015, and early November 2015. Harvest time did not result significant differences in the plant height, stem diameter, branch length, leaf width and aboveground dry weight moreover, no significant differences were observed in root length, number of roots and root diameter. However, the diameter of lateral roots was greater in the harvests from the late October and period thereafter. The highest values of root dry weight and yield were recorded in early November. Specifically, the yield significantly increased from 205 kg/10 a (index: 100) in early October to 358 kg/10 a (index: 175) in early November, in terms of root part weight. Loganin contents of *D. asperoides* differed significantly among harvest times ranging from 0.0766% in early October to 0.1704% in late November, thereby showing an increasing trend in later harvest times.

Conclusions: These results suggest that the optimum harvest time for *D. asperoides* is early November, when the yield is the highest. Harvest time significantly affected loganin contents, which constantly increased from early October until early November.

Key Words: *Dipsacus asperoides*, Content, Growth Characteristics, Root Yield

서 언

천속단 (*Dipsacus asperoides*)은 산토끼꽃과 (Dipsacaceae)에 속하는 다년생 초본으로 뿌리는 생약으로 이용되며 생약명으로는 속단으로 불린다 (KFDA, 2011). 이는 꿀풀과 (Labiatae)에 속하는 한속단 (*Phlomis umbrosa*)과 명칭이 유사하여 혼용되기도 하지만 두 식물은 다른 종이다. 한속단은 국내에 일부 재배가 되고 있지만 천속단의 주요산지는 중국의 사천성, 호북성, 호남성, 운남성과 서장에 분포하여 (Kwon *et al.*, 2003), 전량 수입에 의존하고 있는 것으로 알려져 있다 (Cho *et al.*, 2012).

al., 2003), 전량 수입에 의존하고 있는 것으로 알려져 있다 (Cho *et al.*, 2012).

천속단의 뿌리는 요배산통, 족슬무력, 태루와 봉루의 치료제로 이용되고 있다고 하며 (Kim *et al.*, 1998), 최근에는 알츠하이머에 대한 약리효과가 보고된 바 있다 (Zhang *et al.*, 2003). 이외에도 성분에 관한 연구로는 protocatechuic acid, caffeic acid, 3,4-di-caffeoylquinic acid 및 methyl 3,4-di-caffeoylquinic 구조를 결정된 것이 보고되었으며 (Kim *et al.*, 1999), 화합물 분리 (Kwon *et al.*, 2003) 및 물 추출물의 대

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5565 (E-mail) kimyuguk@korea.kr

Received 2015 December 23 / 1st Revised 2016 January 15 / 2nd Revised 2016 February 1 / 3rd Revised 2016 February 12 / Accepted 2016 February 12
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.

식세포에서의 염색반응 억제효과 (Min and Park, 2009) 등이 보고된 바 있다. 또한 유사 식물인 속단의 동시분석 (Cho *et al.*, 2012)과 천속단 (*dipsaci radix*)과 한속단 (*phlomis radix*)으로부터 로가닌을 포함한 5가지 주요 생리활성 성분 (Zhao *et al.*, 2013) 등 두 식물의 차이에 관한 연구도 보고되었다.

뿌리를 이용하는 약용작물의 지하부 생육은 지상부의 생육이 중지된 이후에 일어나기도 하기 때문에 수확시기를 달리하여 수확량 및 주요성분의 변화에 관한 조사가 요구된다. 식물의 지상부와 지하부 생육 차이와 관련된 연구로는 맥문동의 수확시기에 따른 수량 및 전당함량 (Seong *et al.*, 1995), 황기의 생육과 근 수량 (Kim *et al.*, 1996) 및 수확시기별 사료용 비트의 수량과 질 (Albayrak and Yksel, 2010) 등이 보고된 바 있다.

천속단의 성분 중 로가닌은 이리도이드 배당체 (iridoid glucoside) 중의 하나로 잘 알려진 물질로 추출 조건이 구명된 바 있다 (Cao *et al.*, 2013). 로가닌은 인동덩굴 (*Lonicera japonica*)에서도 보고된 바 있으며 수확시기별로 분석하였을 때 11월 중순에서 12월 초에 수확하는 것이 가장 유리한 것으로 보고되었다 (Han and Fang, 2013). 이외에도 수확시기에 따른 약용작물의 주요성분 및 생리활성에 차이가 보고되었다. 그 예로 지치의 시코닌계 색소의 항산화 활성 (Kim *et al.*, 2011), 단삼의 salvianolic acid B (Kim *et al.*, 2015), 오미자의 항산화 활성 (Choi *et al.*, 2011) 및 꾸지뽕나무의 메탄올 추출물의 항균성 (Choi *et al.*, 2009) 등이 수확시기에 따라 차이를 보인다고 보고된 바 있다. 그러므로 약용작물은 수확량과 주요 성분 함량이 높은 시점을 고려하여 적정 수확시기를 구명하는 것이 요구된다.

천속단과 관련하여 RAPD 분석을 이용한 한속단과 천속단의 감별 (Lee *et al.*, 2007)과 성분에 관한 연구가 보고되기는 하였으나 재배와 이에 관련된 성분 변화의 연구는 전무한 실정이다. 따라서 주로 수입에 의존하는 천속단의 국내 생산 기술 개발이 필요한 실정이다. 이와 관련하여 국내에서 천속단 재배법 확립을 위하여 수확시기에 따른 생육과 수량 및 주요 성분 변이를 구명하고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

1. 수확시기에 따른 천속단의 생육 및 수량 특성

천속단 (*Dipsacus asperoides* Wall.)의 수확시기별 생육 및 수량 특성과 주요 성분 변이를 보기 위하여 다음과 같이 실험을 수행하였다. 시험재료는 국립원예특작과학원 약용작물과에서 보존하고 있는 재래종 종자를 2월 하순 (2월 27일)에 200 공 연결육묘상자 (Bumngong Co. Ltd., Jeongeup, Korea)에 파종하고 온실에서 2개월 동안 육묘하여 5월 상순 (5월 4일)

에 정식하였다. 시험 포장은 정식하기 2주 전에 밑거름으로 유기질 비료를 2,000 kg 10 a⁻¹ 씩 사용하고 경운하였다. 정식은 이랑넓이 90 cm (고랑 60 cm)로 만들고 비닐을 피복한 다음 재식밀도 30 × 10 cm 간격으로 정식을 하였다.

수확시기는 10월 상순 (10월 4일), 10월 중순 (10월 15일), 10월 하순 (10월 24일), 11월 상순 (11월 5일) 등 10일 간격으로 수확하여 물에 깨끗이 씻어 건조기 (DS-80-1, Dasol Scientific, Hwaseong, Korea)에서 40°C로 건조하여 생육 및 수량 특성과 성분 변이를 분석하였다.

시험구는 난괴법으로 배치하였으며, 각 3반복으로 수행하였다. 조사항목은 지상부는 초장, 경경, 엽수, 엽폭 및 건중을 조사하였으며, 지하부는 근장, 근수, 근경, 지근경 및 건중을 조사하였다.

2. 수확시기에 따른 천속단의 로가닌 (loganin) 함량 변이

수확시기를 달리하여 수확한 천속단의 뿌리를 건조한 후 분쇄기 (WF2211214, Waring Commercial, Torrington, CT, USA)로 균질하게 파쇄하여 80 mesh 체를 통과시킨 후 정확히 0.5 g을 취하였다. 그 후 50% methanol 40 ml를 넣고 30분간 초음파 추출 (CPX 5800, Branson Co., Danbury, CT, USA)하여 여과하였다. 다음 여과액을 모아 50 ml 플라스크에 담고 손실된 양은 50% methanol로 채워 정확히 50 ml로 맞추었다. 이 액을 2 ml를 취하여 methanol을 사용하여 10 ml로 희석하였다. 희석액은 0.45 μm 필터로 여과하고 20 μl를 취하여 검액으로 하였다. 시료는 시기를 달리하여 각 시험구로부터 3반복으로 채취하여 분석에 사용하였다. 표준액 제조는 식품의약품안전처로부터 분양받은 로가닌 표준품 (loganin) 10 mg을 정밀히 달아 100 ml 플라스크에 methanol로 채워 용해하였다. 이 액을 5, 10, 20, 40, 80 ml를 정확히 취하여 각각의 100 ml 플라스크에 넣고 methanol로 100 ml를 채웠다. 다음 이 용액을 0.45 μm 필터로 여과하고 20 μl를 취하여 표준액으로 하였다.

함량 분석은 2998 Photodiode array (PDA) detector for alliance HPLC system (Waters, Milford, MA, USA)을 이용하였다. 컬럼은 Sun fire C18 (3.5 μm, 4.6 × 150 mm, Waters, Milford, MA, USA)을 이용하였으며, 검출기는 UV 240 nm를 사용하였다. 이동상은 물 (solvent A)과 아세트나이트릴 (solvent B)을 각각 85%와 15%로 시작하여, 50분 경과 후에 solvent A와 solvent B가 각각 65%와 35%로 되도록 조절하여 구배용매 조건 (gradient mode)으로 분석을 수행하였다. 유속은 1.0 ml min⁻¹로 고정하였으며, 주입 부피는 20 μl로 하였다.

3. 통계분석

통계분석은 SAS program (SAS Enterprise Guide 4.3,

SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 난괴법 실험에 대한 분산분석을 수행하였다. 처리구 간 유의성 분석을 위하여 Duncan's Multiple Range Test (DMRT) 분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 수확시기에 따른 천속단의 생육 및 수량 특성

천속단 (*Dipsacus asperoides* Wall.) 수확시기별 생육특성을 조사한 결과 초장은 58.2 - 62.6 cm로 수확시기별로 유의적인 차이가 없었고, 경경도 51.5 - 55.9 mm로 수확시기별 유의성이 없는 것으로 나타났다 (Table 1). 엽수도 47.3 - 49.7개로 수확시기별로 차이가 없었으며, 건물중은 10월 상순 수확의 80.0 g에서 수확시기가 늦어질수록 감소되어 11월 상순에는 70.6 g이었으나 통계적인 유의성은 없었다.

근장은 26.2 - 29.4 cm로 10월 상순에서 11월 상순까지 수확기간을 달리하였을 때 유의적인 차이가 나타나지 않았다 (Table 2). 근수도 마찬가지로 10월 상순과 중순의 11.5개와 11.7개에 비해 10월 하순과 11월 상순에 14.4개와 14.9개로 증가되었으나 통계적인 유의성은 없었다. 근경은 10월 상순의 49.1 mm와 10월 중순의 49.4 mm에 비해 10월 하순의 53.9 mm와 11월 상순의 53.2 mm로 더 굵게 나타났으나 유의성은 없었다. 지근경은 10월 상순과 중순 수확인 12.6과 12.8 mm에 비해 10월 하순과 11월 상순 수확에서 14.9 mm와 16.8 mm로 굵어졌으며 유의적인 차이가 나타났다. 건근중은 10월 상순과 중순 수확에서 24.7 g/plant과 29.0 g/plant으로 차이가 없었으나, 10월 하순에는 36.6 g/plant와 11월 상순 수확에서 43.1 g/plant로 각

각 증가되어 유의성이 나타났다. 수량은 10월 상순 수확시 10 a당 205 kg 대비 10월 중순은 241 kg으로 18% 증가되었으나 유의성은 없었고, 10월 하순에는 304 kg으로 48%가 증가되었고 11월 상순에는 358 kg으로 75%가 증가되어 가장 많았으며 통계적인 유의성이 있었다 (Fig. 1, 2).

뿌리를 약용으로 이용하는 작물의 경우 지상부 생육이 중단된 이후에도 근의 생장 및 비대가 진행되는 경우가 발생한다. 뿌리를 약용으로 이용하는 식물 중 시호는 9월 이후 경장과 마디수는 변화가 없었으나, 근장과 지근경수는 11월까지 계속 증가하는 경향을 나타낸 바 있다 (Kim *et al.*, 2000). 택사의 경우 첫 서리 후 지상부 경엽이 고사한 후에도 지하부의 근의 성숙 및 비대가 지속되어 이상적인 수확시기로 보고된 것보다 비슷하다 (Hyun *et al.*, 2006). 또한 단삼은 10월 초 - 11월

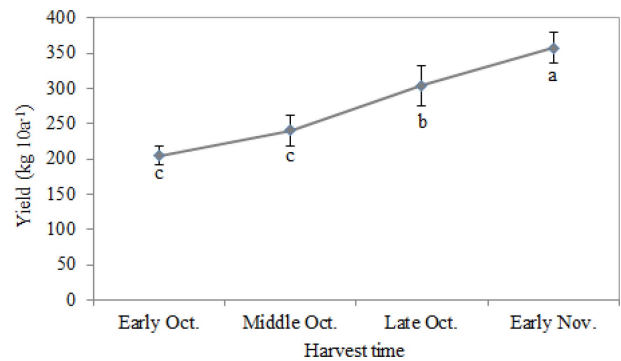


Fig. 1. Effects of harvest time on the root yield of *Dipsacus asperoides* Wall. Mean values from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT ($p < 0.05$).

Table 1. Effects of harvest time on the aerial part growth of *Dipsacus asperoides* Wall.

Harvest time	Plant height (cm)	Stalk diameter (mm)	Number of leaf (no./plant)	Leaf width (cm)	Dry weight of aerial part (g/plant)
Early October	59.9 ± 3.2n.s*	55.9 ± 5.3n.s	49.7 ± 7.6n.s	15.4 ± 0.8n.s	80.0 ± 13.9n.s
Middle October	62.6 ± 1.3n.s	51.5 ± 2.5n.s	47.7 ± 6.3n.s	15.2 ± 1.0n.s	79.8 ± 12.2n.s
Late October	61.5 ± 1.1n.s	53.2 ± 3.9n.s	47.3 ± 1.5n.s	15.1 ± 0.5n.s	71.3 ± 3.2n.s
Early November	58.2 ± 2.6n.s	53.0 ± 2.1n.s	49.2 ± 1.1n.s	15.2 ± 0.9n.s	70.6 ± 2.2n.s

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significant based on the DMRT ($p < 0.05$).

Table 2. Effects of harvest time on the root growth of *Dipsacus asperoides* Wall.

Harvest time	Root length (cm)	Number of root (no./plant)	Root diameter (mm)	Sub root diameter (mm)	Dry root weight (g/plant)
Early October	26.6 ± 2.1n.s*	11.5 ± 1.2n.s	49.1 ± 3.5n.s	12.6 ± 0.6b	24.7 ± 1.6c
Middle October	26.2 ± 0.6n.s	11.7 ± 0.6n.s	49.4 ± 2.2n.s	12.8 ± 0.5b	29.0 ± 2.6c
Late October	29.4 ± 2.1n.s	14.4 ± 3.2n.s	53.9 ± 2.2n.s	14.9 ± 0.3a	36.6 ± 3.4b
Early November	29.3 ± 1.3n.s	14.9 ± 2.9n.s	53.2 ± 2.4n.s	16.8 ± 1.9a	43.1 ± 2.6a

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significant based on the DMRT ($p < 0.05$).



Fig. 2. Effects of harvest time on the root part of *Dipsacus asperoides* Wall. A; early October, B; middle October, C; late October, and D; early November.

초까지 지상부의 초장, 근경 및 건물중은 차이를 나타내지 않았으나, 지하부 건근중은 시간이 지남에 따라 증가하여 11월 초에 가장 높았다고 보고되었다 (Kim *et al.*, 2015).

이와 같은 결과를 토대로 볼 때 뿌리를 약용으로 이용하는 천속단의 지하부 생육은 지상부 생육이 둔화 혹은 정지 이후에도 11월 초순까지 이루어지는 것을 확인할 수 있었다. 다만 추위에 의한 근의 피해 등을 고려하여 11월 초순 수확하여 조사하였으나, 월동 및 이와 관련한 근의 피해 등이 추후 조사 되면 이 후 생육에 관한 연구가 수행될 수 있을 것이다.

2. 수확시기에 따른 천속단의 로가닌 (loganin) 함량 변이

천속단 (*dipsaci radix*)의 성분으로는 sweroside와 loganin 등의 이리도이드 (iridoid) 계열의 화합물과 triterpenoid saponins 등이 알려져 있다 (NCOMTCC, 2007). 수확시기별 천속단 뿌리에 함유되어 있는 로가닌 성분은 10월 상순 수확시 0.0766%, 10월 중순 0.1391%, 10월 하순 0.1585% 및 11월 상순 0.1704%로 수확시기가 늦어질수록 증가되는 것을 확인하였다. 이는 지상부의 생육이 둔화 혹은 낙엽이 시작된 이후에도 지하부에서는 생육이 이루어지고 이와 함께 로가닌의 축적도 이루어지는 것으로 볼 수 있다. 이와 같이 수확시기에 따른 유효 성분 함량의 차이가 나타나는 것은 식물 생합성 대

사기작에 의한 차이로 보여진다 (Shin *et al.*, 1998).

지하부를 이용하는 약용작물 중 도라지 (길경)는 생육기 이후인 3월과 12월에 수확한 것에서 유효성분인 crude saponin 함량이 높게 나타났다 (Lee *et al.*, 1999). 또한 천마의 경우 이듬해 봄 수확이 당해 가을 수확보다 Ergothioneine (ERG)의 함량이 1.7배 높은 것으로 보고되기도 하였다 (Kim and Park, 2013). 지상부를 이용하는 탐라오갈피나무 줄기의 주요 약리물질인 eleutheroside B와 E 함량을 분석하였을 때 생육 최성기인 7월에 비하여 5월과 9월에 수확하였을 때 함량이 높은 것으로 보고된 바 있다 (Jwa *et al.*, 2000).

이상의 결과를 종합하여 볼 때 천속단은 10월 상순부터 지하부 수량 및 로가닌 성분이 증가하는 것으로 조사되어 11월 상순에 수확하는 것이 유리한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ009856022015)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Albayrak S and Yksel O. (2010). Effects of nitrogen fertilization and harvest time on root yield and quality of fodder beet (*Beta vulgaris* var. *crassa* Mansf.). Turkish Journal of Field Crops. 15:59-64.
- Cao GX, Wang XY and Jiao K. (2013). Determination of loganin in radix dipsaci decocting pieces by HPLC. Anhui Medical and Pharmaceutical Journal. 17:768-769.
- Cho HE, Son IS, Kim S, Son KH, Woo MH and Moon DC. (2012). Simultaneous determination of asperosaponins and iridoid glycosides from dipsaci radix by using LC-ESI-MS spectrometry. Korean Journal of Pharmacognosy. 43:137-146.
- Choi SR, Kim CS, Kim JY, You DH, Kim JM, Kim YS, Song EJ, Kim YG, Ahn YS and Choi DG. (2011). Changes of antioxidant activity and lignan contents in *Schisandra chinensis* by harvesting times. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:414-420.
- Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Kim DH, Ryu J, Choi DG and Park HM. (2009). Antimicrobial activity of methanol

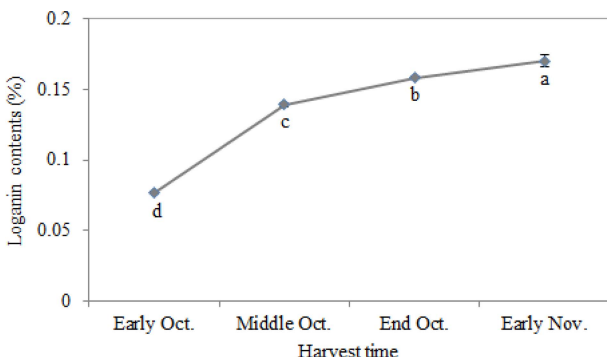


Fig. 3. Effects of harvest time on loganin contents of *Dipsacus asperoides* Wall. Mean values from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT ($p < 0.05$).

- extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to the parts harvested and time. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:335-340.
- Han N and Fang Z.** (2013). Determination of loganin in *Lonicera japonica* Thunb. in different harvest period. Journal of Pediatric Pharmacy. 19:47-49.
- Hyun KH, Kwon BS, Lim JT, Shin DY and Shin JS.** (2006). Proper harvesting time and drying temperature for improving the *Alisma plantago* quality and yield. Korean Journal of Crop Science. 51:224-228.
- Jwa CS, Yang YT and Koh JS.** (2000). Changes in eleutherosides contents of *Acanthopanax koreanum* by harvest time. Korean Journal of Postharvest Science Technology. 7:362-365.
- Kim CM, Shin MK, Ahn DK and Lee KS.** (1998). A complete translation dictionary of China medicine. Jeongdam Publisher. Seoul, Korea. p.3201-3206.
- Kim GS, Park CG, Lee KH, Choi J, Lee SE, Noh HJ, Lee JH and Kim SY.** (2011). Investigation of shikonin pigments and antioxidant activity of the roots from *Lithospermum erythrorhizon* according to the different growth stages and areas of cultivation. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:435-440.
- Kim HT and Park E.J.** (2013). Change of major functional components of *Gastrodia elata* Blume with cultivation conditions and harvest times. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:282-288.
- Kim KS, Chae YA and Lee BH.** (2000). Growth characters and their seasonal changes in *Bupleurum falcatum* L. cultivars, 'Jeongsun' and 'Mishima'. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 8:234-242.
- Kim SY, Kwon YS and Kim CM.** (1999). Chemical constituents from *Dipsacus asper*. Korean Journal of Pharmacognosy. 30:420-422.
- Kim YG, An TJ, Hur M, Lee JH, Lee YJ and Cha SW.** (2015). Change of major components and growth characteristics according to harvesting times of *Salvia miltiorrhiza* Bunge. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 23:395-399.
- Kim YG, Kim KS, Chang YH and Yu HS.** (1996). Effects of harvesting time on growth and root yield in *Astragalus membranaceus* Bunge. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:329-332.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).** (2011). The Korea herbal pharmacopoeia. Korea Food and Drug Administration. Seoul, Korea. p.222.
- Kwon YS, Kim KO, Lee JH, Son SJ, Won HM, Chang BS and Kim CM.** (2003). Chemical constituents of *Dipsacus asper*(II). Korean Journal of Pharmacognosy. 34:128-131.
- Lee MY, Ryuk JA, Kim HJ, Kim YH, Chae BC and Ko BS.** (2007). Discrimination of phlomisid radix and dipsaci radix using the random amplified polymorphic DNA analysis. Korean Journal of Oriental Medicine. 13:147-152.
- Lee ST, Ryu JS, Kim MB, Kim DK, Lee HJ and Heo JS.** (1999). Crude saponin contents of *Platycodon grandiflorum*(Jacq.) A. DC. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 7:172-176.
- Min JY and Park YK.** (2009). Effect of dipsaci radix water extract on LPS-induced inflammatory response in RAW 264.7 mouse macrophages. Korean Journal of Herbology. 24:189-195.
- National College of Oriental Medicine Textbook Compilation Committee(NCOMTCC).** (2007). Galenical pharmacy. Yeonglimsa. Seoul, Korea. p.604-606.
- Seong JD, Park YJ, Kim HY, Suh HS and Han KS.** (1995). Changes of tuber yield and total sugar content by different harvesting dates in *Liriope platyphylla* Wang et Tang. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 3:56-60.
- Shin KH, Lim SS, Lee SH, Seo JS, Yu CY and Park CH.** (1998). Vitamin content in *Rosa davurica* Pall. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 6:6-10.
- Zhang ZJ, Qian YH, Hu HT, Yang J and Yang GD.** (2003). The herbal medicine *Dipsacus asper* Wall extract reduces the cognitive deficits and overexpression of β -amyloid protein induced by aluminum exposure. Life Science. 73:2443-2454.
- Zhao BT, Jeong SY, Moon DC, Son KH, Son JK and Woo MH.** (2013). Quantitative determination and pattern recognition analyses of bioactive marker compounds from dipsaci radix by HPLC. Archives of Pharmacal Research. 36:1345-1353.