

차광과 적심높이에 따른 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무의 생육과 Acanthoside-D 함량 변화

이종종* · 이상현** · 박재상*** · 안영섭**** · 이상철***†

*영천시농업기술센터, **중앙대학교 식물응용과학과,
경북대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부, *농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부

Effect of Shading and Pinching on Growth and Acanthoside-D content of *Acanthopanax divaricatus* var. *albeofructus* and *Acanthopanax koreanum* Nakai

Jung Jong Lee*, Sang Hyun Lee**, Jae Sang Park***, Young Sup Ahn**** and Sang Chul Lee***†

*Yeongcheon Agricultural Technology & Extension Center, Yeongcheon 770-270, Korea.

**Department of Applied Plant Science, Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea.

***School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea.

****Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

ABSTRACT : This study was conducted to identify the effect of shading and pinching on growth and acanthoside-D content of *Acanthopanax divaricatus* var. *albeofructus* and *A. koreanum* Nakai. Different pinching heights showed no significant differences in terms of plant growth and acanthoside-D content but higher values showed that pinching *A. divaricatus* at 60 cm and *A. koreanum* at 30 cm favored good growth and higher fresh weight in the shoots. The content of acanthoside-D was not significantly affected by pinching heights. Also, no significant difference in acanthoside-D content was found between the lower and upper part of plant in the first year. However it was much higher in the lower part than the upper part in the second year, which indicated that the content of acanthoside-D was comparatively high in the lower part where lignification is much advanced. Shading showed benefits in terms of growth of *A. divaricatus* while only 50%-shading was favorable for *A. koreanum* to achieve superior growth. Overall, results indicated that shading had favorably affected the growth of the 2 *Acanthopanax* species while no-shading is better if we opt to achieve higher acathoside D content.

Key Words : *Acanthopanax divaricatus*, *Acanthopanax koreanum*, Shading, Pinching, Acanthoside-D

서 언

오갈피나무는 식물 분류학상 인삼과 같이 두릅나무과 (Araliaceae)에 속하는 다년생관목으로 일명 시베리아 인삼이라 불리기도 한다. 오갈피나무의 뿌리, 줄기 및 가지의 껍질을 오가피 (五加皮)라 하며, 2010년 우리나라 오가피 생산량은 1,610 M/T, 생산액은 209억원으로 (Korean Statistical Information Service, 2010) 현재 농가에서 소득증대 목적으로 많이 재배하고 있다. 우리나라에는 14종이 알려져 있으며 (Yook *et al.*, 1976), 이 중 흰털오갈피나무 (*Acanthopanax divaricatus* var. *albeofructus*)는 국내에서 가장 많이 재배, 유통되고 있는데 주로 줄기나 뿌리부위를 중심으로 이용되고 있고 (Lyu *et al.*,

2008), 섬오갈피나무는 제주도 지역에만 분포하는 우리나라 특산식물로 줄기에 기부가 넓고 강한 갈고리 모양의 가시가 달려 있으며 잎은 두껍고 광택이 있는 것이 특징이다 (Kim *et al.*, 1996).

오갈피나무는 중국 남경, 일본 북해도 등에 분포하고 있으며 (Kim *et al.*, 2012), 우리나라에는 해발 1,500 m 이하에 고루 분포하는 것으로 알려져 있다 (Lee, 1979). 재배기술 기초자료 수집의 일환으로 오갈피나무 및 가지오갈피나무의 자생지 조사가 있었으며 (Ihm *et al.*, 1999; Park *et al.*, 1996), 종자번식 시 온도 (Li *et al.*, 2003)와 생장조절제 (Li *et al.*, 2003; Lim *et al.*, 2008)의 효과, 삼목 시 생장조절제, 상토, 삼목시기의 영향 등 번식에 관한 연구가 활발하다 (Han

†Corresponding author: (Phone) +82-53-950-5713 (E-mail) leesc@knu.ac.kr

Received 2012 October 22 / 1st Revised 2012 November 4 / 2nd Revised 2013 January 6 / Accepted 2012 January 21

et al., 1999; Kim et al., 2000; Ahn et al., 1992; Park et al., 1990). 재배기술에 관한 연구로는 오갈피나무의 생리특성상 차광 처리에 관한 연구가 많다 (Han et al., 2001; Kim et al., 2003).

한편 오갈피나무는 향피로, 향스트레스, 면역활성, 항울증, 흥분완화, 항당뇨, 항암 등 다양한 약리효과를 국내외적으로 인정받고 있으며 (Lim and Chung, 2011), 오가피 추출물의 DNA와 세포 손상 억제효과 가능성도 최근 발표되었다 (Ryu et al., 2012). 오가피 추출물의 유효성분으로는 isofraxidin, sesamin, β -sitosterol, friedelin, polysaccharides 및 eleutherosides A, B, C, D, E, I, K, L, M 등이 알려져 있다 (Brekhman and Dadyomov, 1969; Shih, 1981). 이 중 acanthoside-D (eleutheroside E)는 T세포 증가 작용, 콜레스테롤 수치 저하, 전립선 활성화, 정력 증대와 학습능력 향상, 간 기능 개선, 위궤양 억제, 항암 작용 등에 효능이 있는 것으로 알려져 있다 (Lee et al., 2001; Zhao et al., 1999).

따라서 본 연구는 우리나라 내륙과 제주도에서 각각 많이 재배하고 있는 흰털오갈피나무 (*A. divaricatus*)와 섬오갈피나무 (*A. koreanum*)를 대상으로 차광과 적심높이에 따른 오갈피나무의 생육과 오가피 효능의 주성분인 acanthoside-D 물질의 변화 양상을 조사하여 효율적인 오갈피나무 재배 및 생산에 필요한 기초정보를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 재배토양

본 시험을 실시한 포장의 토양조사는 정식 전 10 cm 정도의 표토를 제거한 후 시험포장내 다른 10개 장소에서 시료를 채취하여 음건 후 농촌진흥청 토양분석법에 준하여 영천시농업기술센터에서 토양을 분석하였다 (NIAS, 2000). pH는 토양을 물로 1:5로 희석하여 측정하였으며, 유기물은 Tyurin법에 따라 분석하였다. 유효인산은 분광광도계 (UV-1240, SHIMADZU)를 이용하였으며, 치환성양이온은 침출액 1N ammonium acetate (pH 7)로 하여 원자흡광광도계 (Ice 3000, Thermo)

Table 1. Soil conditions in experimental field.

pH	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation (cmol ⁺ /kg)			EC (ds/m)
			K	Ca	Mg	
7.0	3.4	435	0.36	3.0	1.2	0.07

중류하여 정량하였다 (Table 1). 시험포장의 토양은 오갈피나무가 자생하는 산지의 pH 5.0~6.0 보다 높고 유효인산 함량도 높으나 일반작물 재배가 용이한 숙토 (Mature soil)이며 농가의 실 재배지는 밭토양이므로 농가의 재배포장 조건과 비슷한 경향이였다.

2. 시험재료 및 관리

본 시험은 경상북도 영천시 금호읍 덕성리 20-2번지에 소재한 영천시농업기술센터 시험포장 (20~25°C; KMA, 2012)에서 실시하였으며, 오갈피나무의 생육적온인 17~21°C보다 다소 높은 지역이었다 (RDA, 2012). 공시품종은 충청남도 천안시 수신면 성광수오가피농장에서 제공받은 흰털오갈피나무 (*A. divaricatus* var. *albeofructus*)와 제주시농업기술센터에서 제공받은 섬오갈피나무 (*A. koreanum* Nakai) 2종으로 하여, 시험구는 3 m × 3 m에 포기사이 60 cm로 하여 구별 18주를 식재하여 난괴법 3반복으로 배치하였다. 1년차에 완숙퇴비를 1,500 kg/10a로 사용하고 오갈피나무 2년생 묘목을 식재하였다. 시비는 복합비료 (21-17-17, N-P₂O₅-K₂O)를 50 kg/10a로 1회 사용하였다. 적심높이는 식재직후 지면에서 30 cm와 60 cm로 적심하였으며, 수확 시 주지는 당초 적심높이 30 cm와 60 cm를 남겨 놓았다. 2년차에는 복합비료 (21-17-17, N-P₂O₅-K₂O)를 50 kg/10a로 1회 추비하였으며, 1년차에 수확 후 남겨 놓은 주지를 이용하여 2년차 적심시험을 실시하였다. 2년차에는 차광처리 시험을 추가 실시하였으며, 적심 30 cm로 하여 자연광을 수광하는 대조구와 시중에 유통되는 차광망을 이용한 95% 차광, 50% 차광 시험구로 하여 차광시 자연상태의 광조건을 만들기 위하여 5.0 m × 1.6 m × 2.0 m 구조물에 차광망 상부로부터 50 cm 까지만 차광하여 산광과 측광이 들어갈 수

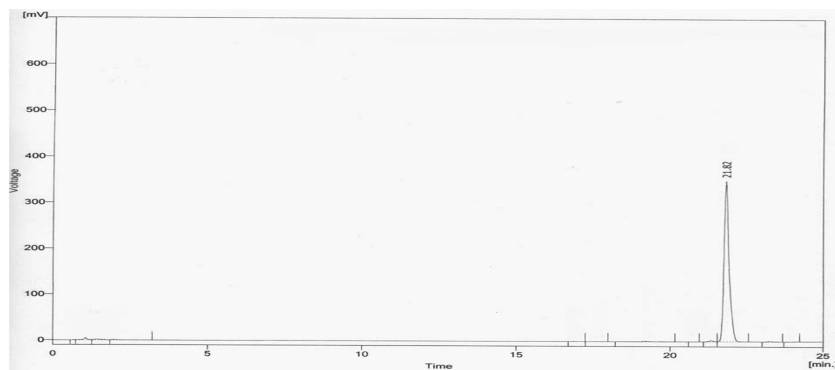


Fig. 1. HPLC chromatogram of standard acanthoside-D.

있도록 하였다. 조사항목은 초장과 생체중을 측정하였으며, acanthoside-D 분석은 수확한 줄기의 중간을 기점으로 상단부와 하단부로 구분하여 채취하여 건조한 후 분말로 분쇄하여 이용하였다.

3. Acanthoside-D의 분석

1) 표준품 Acanthoside-D의 분리 정제

Acanthoside-D는 오갈피나무의 줄기를 methanol로 추출하고 methanol 추출물을 물에 현탁한 후 chloroform, ethylacetate 및 n-butanol로 분획한 후 n-butanol층을 open column chromatography (7 × 60 cm, No.7734) 방법으로 용출용매는 chloroform과 methanol (95:5)의 기울기법을 실시하여 분리하였다 (Ryu *et al.*, 2003). 분리된 화합물은 methanol로 재결정화하여 정제한 후 FAB-MS, ¹H-NMR, ¹³C-NMR 등 스펙트럼 분석을 이용하여 구조를 동정하였고, 분 실험의 표준품 (순도 HPLC 97% 이상)으로 사용하였다 (Fig 1.).

Acanthoside-D; FAB-MS: *m/z* 743 [M+H]⁺; ¹H-NMR (500 Mhz, DMSO-d₆): δ 6.67 (4H, s, H-2',6'), 4.88 (2H, d, J=7.3 Hz, glucosyl H-1), 4.67 (2H, d, J=3.6 Hz, H-2), 4.28 (2H, dd, J=8.5, 6.6 Hz, H-4eq), 4.20 (2H, dd, J=8.5, 3.0 Hz, H-4ax), 3.76 (12H, s, 4 × OMe), 3.19 (2H, m, H-1); ¹³C-NMR (125 Mhz, DMSO-d₆): δ 153.2 (C-3',5'), 138.1 (C-4'), 134.1 (C-1'), 104.6 (C-2',6'), 103.3 (Glc C-1), 85.7 (C-2), 77.5 (Glc C-5), 76.7 (Glc C-3), 74.5 (Glc C-2), 72.1 (C-4), 70.2 (Glc C-4), 61.2 (Glc C-6), 57.0 (OMe), 54.2 (C-1).

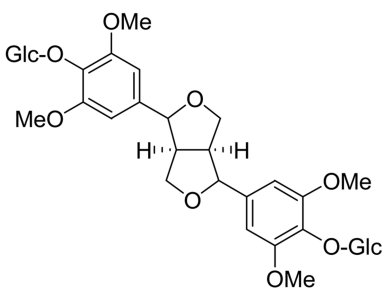


Fig. 2. Chemical structure of acanthoside-D.

2) 표준액의 조제

표준품 acanthoside-D (1 mg)를 50% methanol로 희석하여 검량선용 표준 용액으로 하였으며, 주입량은 10 μl이었다. 회귀방정식은 피크면적 (Y축)과 농도 (X축)로 계산되었으며, 대상물질의 calibration curve에서 acanthoside-D의 회귀방정식은 Y = 128.24 + 165436X (n=6)이었다. 그리고 대상물질 acanthoside-D의 r²은 0.9998로 직선성이 인정되었다 (Fig. 3).

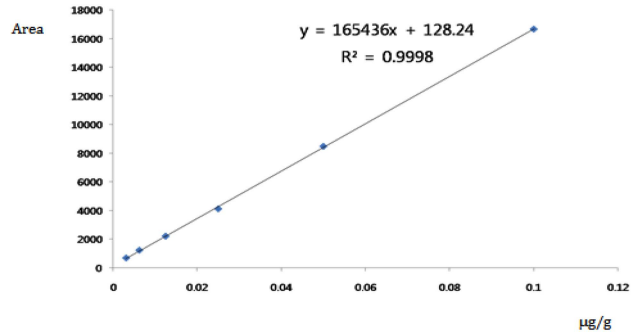


Fig. 3. Calibration curve of acanthoside-D.

3) Acanthoside-D 분석을 위한 재배오가피 추출물 시료

각 오가피 시료 10 g을 50% methanol의 20 ml에 추출하여 농축하였다. 조제된 시료를 이용하여 오가피 추출물을 50% methanol에 녹여 추출하였으며, 메탄올에 녹은 추출물 시료액은 0.45 μm membrane filter (PALL Pall corporation, Washington, NY, USA)로 여과하여 HPLC 분석 시료로 사용하였다 (Kim *et al.*, 2006).

4) HPLC 분석방법

분석에 사용된 HPLC (high performance liquid chromatography) 사용기기는 Gilson 305 HPLC system이었다. 분석방법으로 Nucleodur 100-5 C₁₈ (4.6 × 150 mm, 5 μm) column을 사용하였으며, 용매조건은 acetonitrile (ACN)과 H₂O를 사용하였으며 100% H₂O를 시작으로 25분 후 25% ACN으로 하는 농도구배 (gradient system)로 하였다. 유속 (flow rate)은 1 ml/min 하였고, UV 검출기 (detector)는 Gilson UV 119로 파장 (wavelength) 210 nm에서 측정하였다. 1회 주입량은 10 μl로 하였다 (Kim, 2006).

결과 및 고찰

1. 적심높이에 따른 오갈피나무의 생육과 acanthoside-D 함량

삼목 2년생 묘목을 식재하여 적심의 높이에 따른 오갈피나무의 생육을 Table 2에 나타내었다. 섬오갈피나무는 흰털오갈피나무보다 초장은 약 3배, 줄기 생체중은 약 2.5배 높게 나타났다. 흰털오갈피나무는 초장과 줄기 생체중 모두 적심 높이 처리간에 유의성은 없는 것으로 나타났다. 그리고 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무 모두 1년차보다 2년차에 초장이 약 2배 증가하였으나, 줄기 생체중의 경우 흰털오갈피나무는 연차간 차이가 없었고, 섬오갈피나무의 경우 적심 처리와 상관 없이 1년차보다 2년차에 다소 줄어드는 경향을 보였다. 이러한 결과는 Han 등 (2001)은 가시오갈피의 예취 높이별에 따른 생육효과는 지면으로부터 높이 30 cm 처리가 다른 20 cm, 40 cm, 50 cm 처리보다 수확 시 분지주의 길이, 수고, 수량이

Table 2. Effect of pinching heights on growth of *Acanthopanax* sp.

Pinching	<i>A. divaricatus</i>				<i>A. koreanum</i>			
	First year		Second year		First year		Second year	
	Height (cm)	Weight (g)	Height (cm)	Weight (g)	Height (cm)	Weight (g)	Height (cm)	Weight (g)
30 cm	72.5a	99.4a	142.4a	100.7a	260.4a	270.5a	540.0a	262.6a*
60 cm	78.5a	104.0a	158.0a	104.7a	177.8b	278.1a	480.4a	256.9a

*Means within the same column having the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT).

Table 3. Effect of pinching heights on acanthoside-D contents of *Acanthopanax* sp.

Pinching	<i>A. divaricatus</i>				<i>A. koreanum</i>			
	First year		Second year		First year		Second year	
	Upper part (mg/g)	Lower part (mg/g)	Upper part (mg/g)	Lower part (mg/g)	Upper part (mg/g)	Lower part (mg/g)	Upper part (mg/g)	Lower part (mg/g)
30 cm	2.38±0.19a	2.89±0.41a	2.28±0.46a	5.79±0.70a	0.99±0.18a	1.34±0.14a	0.84±0.24a	1.50±0.19**a*
60 cm	2.45±0.10a	2.72±0.06a	2.32±0.28a	5.46±0.17a	1.14±0.30a	1.21±0.58a	1.02±0.08a	1.22±0.21a

*Means within the same column having the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT).

**Values are mean±SD (n=3).

높았으며, 차년도 생육이 양호하다고 한 것과 본 시험의 섬오갈피나무 초장은 일치하는 결과를 보였으나, 수량은 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무 모두 다른 경향을 보였다.

Table 3에 적심 높이에 따른 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무의 1년차와 2년차 acanthoside-D 성분 함량을 나타내었다. 흰털오갈피나무는 섬오갈피나무에 비해 초장과 줄기 생체중이 낮았으나 acanthoside-D의 성분은 2배 이상 함량이 높은 것으로 나타났다. 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무 모두 적심 높이에 따른 acanthoside-D 성분 함량의 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무 모두 상부보다 하부에 acanthoside-D 함량이 높았는데, 이는 Kim 등 (2009)의 acanthoside-D 함량이 줄기 (18.95 mg/100 g), 뿌리 (8.10 mg/100 g), 열매 (2.85 mg/100 g) 순으로 높게 나타났다는 결과와 비슷한 경향이라 판단된다. 그리고 상부는 적심 60 cm 처리가 적심 30 cm 처리보다 acanthoside-D 함량이 높은 경향을 보였으나, 하부는 반대의 경향을 나타내었다. 그리고 섬오갈피나무 경우는 재배년차간 acanthoside-D 함량의 차이가 크지 않았으나, 흰털오갈피나무는 2년차에서 상부는 1년차와 비슷한 함량을 보였으나 하부에서는 1년차와 비교하여 크게 증가하는 것으로 나타났다.

2. 차광에 따른 오갈피나무의 생육과 acanthoside-D 함량

차광에 따른 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무의 생육을 Table 4에 나타내었다. 흰털오갈피나무는 초장과 줄기 생체중에서 차광 처리간에 유의성은 없었으나, 차광율이 올라갈수록 초장과 줄기 생체중이 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 경향은 차

Table 4. Effect of shading on growth of *Acanthopanax* sp.

Shading	<i>A. divaricatus</i>		<i>A. koreanum</i>	
	Height (cm)	Weight (g)	Height (cm)	Weight (g)
95%	81.1a	74.3a	110.6b	171.1a*
50%	71.9a	73.8a	192.6a	191.7a
Non	62.2a	71.2a	148.1ab	165.1a

*Means within the same column having the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT).

Table 5. Effect of shading on acanthoside-D contents of *Acanthopanax* sp.

Shading	<i>A. divaricatus</i>		<i>A. koreanum</i>	
	Upper part (mg/g)	Lower part (mg/g)	Upper part (mg/g)	Lower part (mg/g)
95%	0.95±0.38a	2.98±0.31a	0.66±0.29a	0.44±0.32**a*
50%	0.56±0.18a	3.15±0.77a	0.57±0.17a	0.99±0.25a
Non	0.83±0.28a	3.86±0.72a	1.08±0.58a	1.33±0.61a

*Means within the same column having the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT).

**Values are mean±SD (n=3).

광 처리에 의해 가시오갈피나무의 생장이 촉진되었다는 Kim 등 (2003)의 결과와 일치하였다. Han 등 (2001)의 시험에서도 차광비율이 높을수록 생육이 양호한 경향을 나타내었으나 차광정도가 높은 70% 차광에서는 생육이 저해되는 것으로 나타나 지나친 차광은 오히려 생육에 불리하다고 하였고, 가시오갈피의 평지 재배시 적정 차광율은 50% 수준이라고 하였는데,

이는 본 시험의 섬오갈피나무와 같은 경향을 나타내었다. 섬오갈피나무는 흰털오갈피나무와는 달리 95% 차광이 무차광보다 초장이 낮게 나타났으며, 50% 차광에서 초장이 192.6 cm로 가장 높았다. 그리고 줄기 생체중은 차광 처리간 유의성은 없었으나 50% 차광에서 다소 높게 조사되었다.

Table 5에 차광에 따른 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무의 acanthoside-D의 함량을 나타내었다. 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무 하부의 acanthoside-D 함량이 차광율이 낮아질수록 함량이 증가하는 경향을 보였고, 상부는 50% 차광이 다른 처리구에 비하여 함량이 낮았으나 차광 처리간 유의성은 없는 것으로 나타났다. 그리고 섬오갈피나무는 상부와 하부간에 함량 차이가 크지 않았으나, 흰털오갈피나무는 하부가 2.98~3.86 mg/g으로 0.56~0.95 mg/g인 상부보다 약 3배 정도 많은 것으로 조사되었다. Brekhman 등 (1969)은 가시오갈피에서 분리한 eleutheroside류 중에서 acanthoside-D가 가장 높은 생물학적 효과를 나타낸다고 보고하였고, Lyu 등 (2006)의 흰털오가피 부위별 추출물 중에서 열매보다 뿌리의 추출물이 우수한 항산화 활성을 갖고 있다고 보고하였다. 이러한 결과로 볼 때, 흰털오갈피나무는 지하부의 항산화 활성이 높은 것에 기인하여 줄기하부에서 acanthoside-D 함량이 높게 나타난 것으로 판단된다.

이상으로 본 연구는 우리나라 내륙과 제주도에서 각각 많이 재배하고 있는 흰털오갈피나무 (*A. divaricatus*)와 섬오갈피나무 (*A. koreanum*)를 대상으로 차광과 적심높이에 따른 오갈피나무의 생육과 오가피 효능의 주성분인 acanthoside-D 물질의 변화 양상을 조사하여 효율적인 오갈피나무 재배 및 생산에 필요한 기초정보를 제공하고자 하였다. 흰털오갈피나무는 적심 30 cm로 하여 연작을 하는 것이 재배가 용이할 뿐만 아니라 acanthoside-D 함량을 높일 수 있을 것으로 보이고, 섬오갈피나무는 연작에 따른 줄기 생산량과 acanthoside-D의 함량 차이가 크지 않기 때문에 적심 60 cm로 하여 초장을 낮추는 것이 긴 초장과 가시에 의한 수확 시 불편함을 줄일 수 있으므로 매년 적심 60 cm로 새로 식재하여 재배하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 그리고 흰털오갈피나무와 섬오갈피나무를 차광 재배할 시 수확량은 증가시킬 수 있으나 지나친 차광은 피해야 할 것이며, acanthoside D 생산 목적으로 재배를 할 시에는 차광을 하지 않는 것이 좋을 것으로 보인다. 흰털오갈피나무를 재배할 시에는 차광을 하지 않는 것이 재배에 용이할 뿐만 아니라 acanthoside-D 생산량도 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다.

LITERATURE CITED

- Ahn SD and Choi EO. (1992). Study on the propagation of *Acanthopanax* plants-1. Effects of growth regulators on rooting in stem cuttings. Korean Journal Ginseng Science. 16:138-145.
- Brekhman II and Dardymov IV. (1969). Pharmacological investigation of glycosides from ginseng and *Eleutherococcus*. Lloydia. 32:46.
- Han JS, Choi KJ and Kang AS. (1999). Development of propagation technology of *Eleutherococcus senticosus*. Gangwondo Agricultural Research and Extension Services. Cheorwon, Korea. p.371-378.
- Han JS, Kim SK, Kim SW and Kim YJ. (2001). Effects of shading treatments and harvesting methods on the growth of *Eleutherococcus senticosus* Maxim. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 9:1-7.
- Ihm BS, Lee JS and Kim HS. (1999). Growing features and vegetation at natural growth area of ristics of *Acanthopanax chiisanensis* and *Acanthopanax koreanum*. Korean Journal of Plant Resources. 12:125-132.
- Kim YJ, Park MS, Park HK, Kim S and Sung CK. (1996). Eleutheroside E content in *Eletherococcus* spp. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:333-339.
- Kim MS, Kim SY and Lee DS. (2000). Rapid propagation cutting method of *Acanthopanax senticosos*. The Journal of Korean Society of International Agriculture. 12:298-302.
- Kim PG, Lee KY, Hur SD, Kim SH and Lee EJ. (2003). Effects of shading treatment on photosynthetic activity of *Acanthopax senticosus*. The Korean Journal of Ecology. 26:321-326.
- Kim HM, Kim JS, Cho SH, Kang SS, Cheoi DS and Lee S. (2006). Analysis of lignans in *Acanthopanax sessiliflorus* fruits and their fermented wine by HPLC. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14:289-292.
- Kim MS, Sung CK, Kim HC, Gal SW and Lee SW. (2009). Physicochemical composition of the *Acanthopanax chilsanensis*. Journal of Life Science. 19:1815-1820.
- Kim SY, Lee DY, Seo KY, Rho YD, Kim GW, Choi DS and Baek NI. (2012). Isolation and identificaion of lipids from the fruits of *Acanthopanax sessiliflorus*. Journal of Applied Biological Chemistry. 55:103-107.
- Korea Meteorological Administration(KMA). (2012). Climate information. Korea Meteorological Administration. Seoul, Korea. (http://www.kma.go.kr/weather/climate/average_30years.jsp?yy_st=2011&stn=281&norm=M&x=26&y=0&obs=0&mm=2&dd=13).
- Lee WT. (1979). Distribution of *Acanthopanax* plants in Korea. Korean Journal of Phamacognosy. 10:103-107.
- Lee CH, Lee YW, Kim JD and Row KH. (2001). Separation of perillyl alcohol in Korean orange peel by supercritical CO₂ and preparative high-perfomance liquid chromatography. Korean Journal of Chemical Engineering. 18:352-356.
- Li CH, Lim JD, Kim MJ, Heo K and Yu CY. (2003). Dehisced seed germination and seedling growth affected by chilling period in *Eleutherococcus senticosus* Maxim. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 11:347-351.
- Li CH, Lim JD, Kim MJ, Heo K and Yu CY. (2003). Effects of GA₃ on seed germination and seedling survival rate of *Acanthopanax senticosus* Maxim. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 11:207-211.
- Lim SH, Jeong HN, Kang AS and Jeon MS. (2008). Influence of GA₃ soak and seed dressing with Toros(tolcolfos methyl)

- wp. on the dehiscence of *Eleutherococcus senticosus* Maxim seeds. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:106-111.
- Lim JD and Chung MG.** (2011). Screening of biological activities of *Acanthopanax senticosus* fruits extracts. Korean Journal of Crop Science. 56:1-7.
- Lyu SY, Kim JY, Noh B and Park WB.** (2006). Antioxidative activity of water extract of different parts of *Acanthopanax divaricatus* var. *albeofructus*. Yakhak Hoeji. 50:191-198.
- Lyu SY, Noh B and Park WB.** (2008). Modulation of Th1/Th2 cytokine secretion in human peripheral blood mononuclear cells by water extract of *Acanthopanax divaricatus* var. *albeofructus* fruits. Yakhak Hoeji. 52:27-32.
- National Institute of Agricultural Science and Technology(NIAST).** (2000). Methods of the soil-plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology. Suwon, Korea. p.22-97.
- Park MS, Park HK, Choi IR and Jang YS.** (1990). Study on the method of propagation of native medicinal plant *Acanthopanax senticosus*. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.380-384.
- Park MS, Kim YJ, Park HK, Kim S, Kim GS and Chang YS.** (1996). Habitat environment of *Eleutherococcus senticosus* Max. at Mt. Deokyu. Korean Journal of Crop Science. 41:710-717.
- Rural Development Administration(RDA).** (2012). Agriculture technology information. Rural Development Administration. Suwon, Korea. (http://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=http&prgld=arg_cropfarmskillEntry#ac_con_view).
- Ryu AR, Kim JH and Lee MY.** (2012). Suppressive effect of *Acanthopanax sessiliflorus* extract on the DNA and cell damage by dieldrin. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:245-250.
- Ryu JY, Son D, Kang J, Lee SY, Kim HS, Shin KH and Lee S.** (2003). Phytochemical constituents of *Acanthopanax senticosus* (Rupr. & Maxim.) harms stem. Korean Journal of Crop Science. 11:306-310.
- Shih CL.** (1981). Study on chemical constituents in *Acanthopanax senticosus* Harms. Chinese Pharmacological Bulletin. 16:53.
- Yook CS, Lee DH and Seo YK.** (1976). A new forma of *Acanthopanax* species (I). Korean Journal of Pharmacognosy. 7:179-190.
- Zhao WM, Qin GW, Xu RS, Li XY, Liu JS, Wang Y and Freg M.** (1999). Constituents from the roots of *Acanthopanax setchuenensis*. Fitoterapia. 70:529-531.