韓藥作誌(Korean J. Medicinal Crop Sci.) 12(3) : 231 - 236(2004)

차광 및 화뢰제거가 삽주의 생육 및 수량에 미치는 영향

박정민* · 강진호**† · 김만배***

*경상대학교 농업생명과학대학, **경상대학교 생명과학연구소, ***경남농업기술원

Growth and Yield of *Atractylodes japonica* Koidz. Affected by Shading and Flower Bud Pinching

Jeong Min Park*, Jin Ho Kang**†, and Man Bae Kim***

*College of Agriculture and Life Sci., Gyenogsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea.
**Research Institute of Life Sci., Gyenogsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea.
***Gyenognam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-370, Korea.

ABSTRACT : Crop productivity would be determined by relative capacity of source and sink. The study was carried out to measure the effects of shading and flower bud pinching on growth and yield of *Atractylodes japonica* Koidz. Shading treatment after transplanting was done at 100%, 65, 45 or 25% level of natural light intensity but the pinching treatment was to remove all the inflorescences formed after June 10, July 10, August 10 or none. Growth and yield at early and late stages were periodically measured. At the early stage, shading mainly influenced fresh weight rather than morphological characters. At the late stage, however, severer shading decreased numbers of stems, leaves, roots, fraction and total fresh weight. 65% shading from July 1 to September 30 after skipped the emerging and early growth stages showed nearly same growth and morphological characters but more rhizome yield per unit area than non-shading. In flower bud pinching treatment, earlier pinching increased number of roots, fraction fresh weights per plant and rhizome yield per unit area.

Key words : *Atractylodes japonica*, shading, flower bud pinching, growth, rhizome yield

서 론

작물 생장은 Source와 Sink capacity에 크게 영향을 받는다. Source 중에서 빛 에너지를 화학적 에너지로 전환시키는 능력과 관련될 뿐만 아니라 영농현장에서 적용이 비교적 용이한 차광은 유입되는 빛 energy 량에 결정적인 영향을 미쳐 Source capacity를 변화시킨다고 할 수 있다. 반면 식물체의 다양한 기관이 Sink로 기능할 수 있으나 삽주와 같이 생약재 또는 정식용 종근으로 모두 근경을 이용하는 작물은 종자를 형성하는 화서가 낭비적인 Sink로써 기능한다고 할 수 있다 (Gardner *et al.*, 1985). 따라서 자생지 자연광이 극도로 제한 받는 차광상태 뿐만 아니라 근경 수량을 감소시키는 역할을 하고 있는 화뢰제거가 삽주의 생장 및 수량에 미치는 영향이 조사되어야 할 필요성이 있다.

식물은 실질적으로 광포화점 이하의 빛을 활용하며 대개 양생식물이라도 최대 광도의 50~70% 정도인 것으로 알려져 있다. 차광 등으로 인하여 빛을 충분히 확보하지 못하면 생육이 불량해지거나 심할 경우 작물 고유의 관찰 가능한 형질과 수량, 생리 · 생화학적 대사과정에도 영향을 미칠 뿐만 아니라 심지어 고사시킨다 (Hartmann *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 1996). 그러나 최대생산력을 유지할 수

† Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5427 (E-mail) jhkang@nongae.gsnu.ac.kr
Received February 18, 2004 / Accepted April 19, 2004

있는 광요구도는 상대적으로 많은 량을 필요로 하는 양생식물보다는 음생식물은 적은 량의 빛으로도 충분한 생장에 도달할 수 있다. 광도가 아주 낮은 자생지의 환경조건을 가지고 있는 삽주도 음생식물이라 할 수 있어서 차광재배에서도 잘 적응할 것으로 예상된다. 삽주는 자연광의 60~80%인 지역에서 출현빈도가 가장 높고, 자연광의 80% 이상인 지역에서 생육이 가장 좋은 것으로 보고되고 있기 때문에 (Park *et al.*, 2000) 약간의 차광이 이루어지는 상태에서 재배되어야 수확량이 증대될 것으로 예측된다.

식물의 화뢰제거는 광합성 산물이 화뢰로 전류 되는 것을 억제하고 이용 대상인 수확물을 증대시킬 목적으로 영농현장에 손쉽게 적용시킬 수 있는 기술이다. 이러한 화뢰제거는 수확 대상물이 종자가 아닌 근경류로서 상대적으로 많은 종자가 형성되는 식물에 효과가 크기 때문에 근경류로 이용되고 있는 약용작물에서 많이 적용되고 있다. 뿌리로 이용되는 시호의 경우 화서를 제거함으로서 경수와 경직경은 영향을 받지 않는 반면, 근경과 건물비율이 증가하고 그 결과 수량이 증가될 뿐만 아니라 화서를 7월 중순부터 3회 정도 제거하면 무처리에 비하여 20% 증수되며 (Seong *et al.*, 1998), 이와 유사한 결과가 황촉규에서도 보고되고 있다 (Kim *et al.*, 1994). 삽주속 식물인 *A. ovata*는 종근이 클수록 화뢰제거의 효과가 커 종근중이 50 g일 경우 수량은 무제거에 비하여 꽃만 제거시 84%, 꽃망울만 제거에서 182%가 증가될 뿐만 아니라 꽃수는 재배년수에 상응하여 증가폭이 커지고 지상부가 번무하는 생장특성을 보이기 때문에 화뢰제거는 삽주의 생장과 근경 수량에 현저한 영향을 미칠 것으로 예상된다 (Fukuda *et al.*, 1997).

삽주는 뿌리로 이용되기 때문에 재배농가의 입장에서는 이의 수량과 품질이 아주 중요한 평가 요소라 할 수 있다. 자생지의 환경조건을 고려함과 아울러 재배과정에서 손쉽게 적용할 수 있는 관리방법을 통하여 수량과 품질이 향상되어야 가격경쟁력도 높아질 것이다. 이러한 관점에서 삽주는 차광이 이루어진 그늘에서 주로 자생하기 때문에 차광이 생장과 수량이 미치는 영향이 우선적으로 추적되어야 할 것이다. 한편 Sink로서 뿌리와 경합적인 부분인 화서의 제거가 수확 대상인 근경의 생장과 수량에 미치는 영향도 파악되어야 할 것이다. 본 시험은 물질의 생산과 저장에 영향을 미치는 차광과 화뢰제거가 삽주의 생장과 수량에 미치는 영향을 조사하여 삽주 재배에서 최적의 관리방법을 모색하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 연구는 1997년 3월부터 1998년 11월까지 경남 함양군 안의면에 소재하고 있는 경남농업기술원 약초시험장 포장에서 실시하였다. 시험포장은 Park *et al.* (200a)이 이미 보고한 토양특성과 같이 전국 밭토양의 평균치에 비하여 pH와 Ca 함량은 약간 낮은 반면, 인산함량은 다소 높은 편에 속하는 사질양토이었다. 시비는 전량 기비로 질소, 인산, 카리 및 퇴비를 각각 15-11-13-2,000 kg/10a을 살포한 후 경운하여 90 ㎝의 이랑을 만들어 종근을 정식하였다.

시험에 사용된 종근은 1996년 11월 초순 경북 영주에서 채취한 근경을 현지 생약수집상으로부터 구입하여 노천매장한 후에 시험에 이용하였다. 종근으로 이용된 근경은 종근으로 감염되는 병해를 방지하고자 정식 직전에 베노밀 500배액에 1시간 동안 침지소독하였으며, 이들을 5~10 g의 크기로 잘라 재식거리를 20×15 ㎝로 하여 90 ㎝ 이랑당 3열로 식재하였다. 병해충 관리는 생육초기인 5월 상순에 진딧물을 방제하기 위하여 피레스 유제 1,000배액을 항목별로 1회 살포하였고, 역병을 방지하기 위하여 5~8월에 리도밀 수화제 500배액을 2~3주 간격으로 지상부 분무 및 토양관주를 병행하는 방법으로 살포하였다.

삽주를 재배하는데 있어서 물질을 생산하는 Source의 기능을 제한하는 차광과 생산물질을 저장하는 Sink의 기능을 제한하는 화뢰제거가 생장과 형태에 미치는 영향을 파악하고자 별도시험을 실시하였다. 2개 시험 모두 난괴법 3반복으로 시험을 수행하였다. 차광과 화뢰제거 처리가 삽주의 생장과 수량에 미치는 영향을 조사하기 위한 처리로 차광은 1997년 3월 13일 정식과 동시에 자연상태로 유지한 무처리, 자연광의 35, 55, 75% 및 7월 1일부터 9월 30일까지 35%의 차광을 가하는 5개 처리로 구분하여 시험이 종료될 때까지 처리를 가하였다. 차광 처리방법으로는 시중에서 구입한 두께가 다른 차광망을 광도계로 내 · 외부의 광도를 측정하여 차광율을 계산한 후 일정 광도별로 처리를 가하였다. 한편 화뢰 제거시험은 화뢰를 전혀 제거하지 않은 무제거, 6월 10일, 7월 10일, 8월 10일 이후 출현하는 화뢰를 계속 제거하는 4개 처리로 나누어 처리를 가하였다. 화뢰제거는 7일 간격으로 가위를 이용하여 식물체에 형성되는 모든 화뢰를 대상으로 실시하였으며, 7일 간격으로 3회까지 화뢰를 제거하면 화뢰가 더 이상 출현되지 않았기 때문에 3회까지 제거된 화수와 이들의 생체중을 측정하여 비교 · 분석에 이용하였다.

형질조사는 6월 8일에 초기생육을, 8월 11일에 중기생육을, 10월 26일에 후기생육과 수량을 측정하기 위하여 실시하였으며, 조사가 이루어질 때마다 반복당 20주를 조사하였다. 조사항목은 개체당 초장, 엽수, 경수, 잠아수 및 근수, 개체당 가장 큰 잎의 엽장과 엽폭, 개체당 엽, 줄기, 뿌리 및 근경의 생체중을 조사하였다. 단위면적당 수량은 전체의 근경을 굴취하여 평량한 후 이를 환산하는 방법으로 계산하였으며 화뢰제거 시험에서 처리효과의 지속성을

검토하고자 2년차의 근경수량도 1년차와 똑같이 10월 하순에 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 차광처리

차광에 따른 생육초기의 생장 및 형태의 변화는 표 1과 같다. 엽장, 지상부, 근경 및 뿌리의 개체당 생체중은 차광처리에 의하여 영향을 받는 것으로 나타났는데, 차광율이 75%로 커질수록 엽장과 지상부 생체중은 길어지고 증가된 반면, 근경과 뿌리 생체중은 감소하는 경향을 보였다. 생육초기임에도 불구하고 차광이 많아질수록 형태와 관련된 형질보다는 생장과 관련된 형질, 특히 경제적 수량인 지하부의 근경과 근의 생장에 커다란 영향을 미치는 결과에 비추어 볼 때 삽주의 생육초기 관리시 수광율 제고에도 관심을 기울여야 할 것으로 사료된다.

Table 1. Effect of shading on growth and morphological characters of *Atractylodes japonica Koidz.* on June 8.

Shading treatments	Characters									
	SN†	LN	BN	RN	PH	LL	LW	SW	RHW	RW
	no. plant^{-1}				cm plant^{-1} or leaf^{-1}			g plant^{-1}		
None	1.7	16.0	8.0	13.3	23.1	5.9	3.7	4.6	8.1	2.5
35%	1.4	10.0	8.0	12.0	19.5	5.8	3.9	2.9	7.0	1.8
55%	1.2	10.7	7.3	11.3	22.0	6.5	3.9	3.4	6.7	1.7
75%	1.0	11.0	5.3	9.3	22.9	6.6	4.1	3.7	6.5	1.4
LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	0.5	ns	1.6	1.3	0.8

†SN, number of main stems; LN, number of leaves; BN, number of latent bud; RN, number of roots; PH, plant height; LL, leaf length; LW, leaf width; SW, shoot fresh weight; RHW, rhizome fresh weight and RW, fresh root weight.

차광에 따른 생육후기의 생장과 형태 및 단위면적당 수량의 변화는 표 2 및 그림 1과 같다. 초장, 엽장 및 엽폭을 제외한 조사형질 모두 차광율이 75%로 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 그러나 고온기인 7월 1일부터 9월 30일까지 35% 차광할 경우 차광을 하지 않은 무차광과 비슷한 반응을 보였다. 이는 정식과 동시에 35%의 차광을 시작한 것과 비교하면 생장이 월등히 높은 결과로서 삽주의 생장은 유묘기 동안 에너지원인 빛의 이용에 제한을 받을 경우 크게 억제될 수 있다는 것을 의미하며 생육초기 수광율을 높일 수 있는 관리방법이 우선적으로 고려되어야 할 것으로 사료된다 (표 1). 한편 차광에 따른 단위면적당 수량은 앞서 설명한 바와 같이 개체당 근경중과 유사한 반응으로 7월 1일부터 9월 30일까지 차광한 경우 가장 많았고, 무차광, 차광율이 작은 것에서 큰 순으로 감소하였다 (그림 1). 빛 에너지를 화학적 에너지로 전환시키는 생산자인 식물의 생장은 Source capacity, 즉 에너지 전환능력에 따라 영향을 크게 받는 것으로 요약되고 있으나 (Gardner *et al.*, 1985), 삽주는 정식 직후부터 유묘기까지의 생육초기에 이러한 에너지 전환능력과 관련된 차광정도에 따라 생장이 많은 영향을 받는 작물이라 할 수 있다.

Table 2. Effect of shading on growth and morphological characters of *Atractylodes japonica* Koidz. on October 26.

Shading treatments	Characters									
	SN†	LN	BN	RN	PH	LL	LW	SW	RHW	RW
	no. plant^{-1}				cm plant^{-1} or leaf^{-1}			g plant^{-1}		
None	2.3	12.5	2.8	26.0	24.3	5.4	3.4	4.5	14.3	6.1
35%	1.8	9.7	2.3	21.7	20.8	5.4	3.3	3.9	10.2	5.5
55%	1.5	8.3	2.1	18.3	22.9	5.4	3.1	3.0	9.5	4.8
75%	1.0	8.3	2.0	17.3	23.9	6.0	3.4	2.1	9.0	4.0
35% (July~Sept.)	2.3	11.7	3.3	27.0	24.3	5.6	3.2	4.8	15.5	6.2
LSD.05	0.8	2.4	0.6	8.9	ns	ns	ns	1.5	2.6	2.0

†SN, number of main stems; LN, number of leaves; BN, number of latent bud; RN, number of roots; PH, plant height; LL, leaf length; LW, leaf width; SLW, shoot fresh weight; RHW, rhizome fresh weight; RW, fresh root weight, and YLD, fresh yield of 10a.

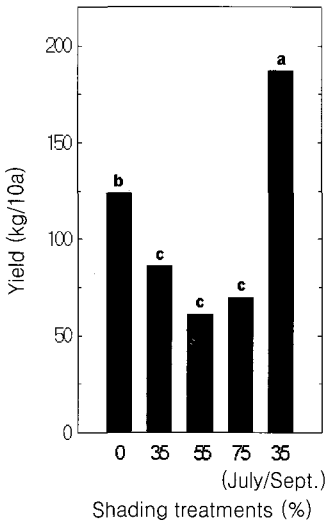

Fig. 1. Effect of shading on fresh yield of *Atractylodes japonica* Koidz. on October 26. Bars having different letters are significantly different at 5% level of LSD.

전생육기간에 걸쳐 차광을 실시하는 것보다는 7~9월 생육이 왕성히 일어나는 시기에 차광을 실시하는 것이 근경수량이 가장 많았던 본시험의 결과는 무차광으로 초기생장을 유도한 후 여름철 고온기에 차광을 실시함으로써 재배지의 온도를 감소시킨 결과에서 기인된 것으로 해석된다. 더불어 Park *et al.* (2004)이 지온에 따라 삽주의 생장 및 수량이 변화한다고 보고한 멀칭처리와 이상의 차광처리를 조합한 최적의 혼합처리를 도출할 수 있다면 삽주의 수량증대와 아울러 생력재배로 가격경쟁력을 증대시킬 수 있을 것으로 기대되어 추후 이에 관한 시험이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

2. 화뢰제거

Source capacity와 관련된 차광처리와는 달리 Sink capacity를 변화시키는 화뢰제거의 처리중에서 처리 직전인 6월 8일의 생장 정도와 6월 10일, 7월 10일부터 모든 화뢰를 계속 제거한 처리와 무제거 처리로 구분하여 8월 11일 생장 정도를 조사한 결과를 표 3에 정리하였으며, 이들 처리 이외에 8월 10일부터 화뢰를 제거하기 시작하여 화뢰가 전혀 출현하지 않는 8월 24일 단위면적당 제거된 화뢰수와 화뢰무게를 합한 것은 그림 2에 도시하였다. 단위면적당 제거된 화뢰수는 6월 10일 또는 7월 10일부터 1주일 간격으로 계속 제거할 경우 차이가 없었으나 8월 10일부터 제거할 경우 앞의 2개처리에 비하여 적었던 반면, 제거된 화뢰의 무게는 화뢰를 제거한 시기가 8월로 지연될수록 많아지는 경향을 보였다 (그림 2). 한편 출현중

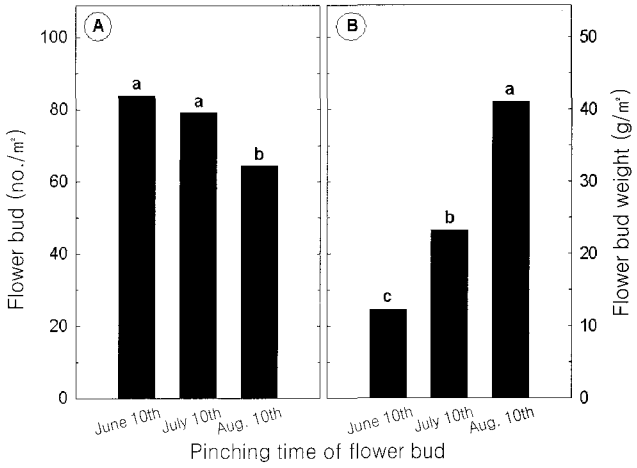

Fig. 2. Removed inflorescence bud number (Ⓐ) and weight (Ⓑ) of *Atractylodes japonica* Koidz. as affected by its pinching time. The above values were added from initiation of pinching to the cessation time of bolting, August 24. Bars having different letters are significantly different at 5% level of LSD.

Table 3. Effect of flower bud pinching on growth and morphological characters of *Atractylodes japonica* Koidz. measured on June 8 and August 11.

Pinching dates	Characters									
	SN†	LN	BN	RN	PH	LL	LW	SW	RHW	RW
	no. plant^{-1}				cm plant^{-1} or leaf^{-1}			g plant^{-1}		
June 8	1.7	14.9	5.7	15.0	21.0	5.7	3.8	3.7	9.6	1.3
August 11										
June 10	3.2	26.9	10.4	39.1	23.3	6.4	3.9	8.7	15.3	7.1
July 10	2.6	24.2	11.2	31.3	21.9	5.8	3.8	7.7	14.8	7.0
None	2.2	22.4	13.2	29.3	20.5	5.8	3.7	7.4	13.9	6.9

†SN, number of main stems; LN, number of leaves; BN, number of latent bud; RN, number of roots; PH, plant height; LL, leaf length; LW, leaf width; SLW, shoot fresh weight; RHW, rhizome fresh weight, and RW, fresh root weight.

인 화뢰를 제거하기 시작한 이후의 변화로서 초장, 엽수 및 근수는 6월 10일부터 2개월 정도 화뢰를 제거한 처리에서 가장 길었던 반면, 화뢰를 제거하지 않는 무제거시 잠아수가 가장 많았으며, 7월 10일부터 1개월 정도 화뢰를 제거한 처리는 이들의 중간 정도에 해당되었다. 지상부의 생체중은 6월 10일부터 화뢰를 계속 제거할 경우 가장 많았던 반면, 7월 10일부터 계속 제거한 처리, 무제거 순으로 감소하였으며, 근경 또는 뿌리의 생체중도 지상부 생체중과 유사한 반응이었으나 지상부 생체중과 비교하여 처리간 차이가 명확하지 않았다 (표 3).

출현중인 화뢰의 제거가 생육후기인 10월 26일 수확기의 삽주 생장과 형태 및 단위면적당 수량에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 4 및 5와 같다. 잠아수는 화뢰의 제거 유무, 화뢰제거 시기간에는 차이가 없었다. 그러나 지상부 생체중과 뿌리와 관련된 형질인 근수, 근경 및 뿌리의 생체중은 화뢰를 제거하는 시기가 빠른 6월 10일에 비하여 제거하지 않거나 제거시기가 늦을수록 감소하는 경향을 보였다 (표 4). 화뢰제거에 따른 당해연도 1년차 및 처리 이듬해인 2년차 단위면적당 수량도 상기 개체당 근경중과 유사한 결과를 보였으나, 상품으로서 가치가 높은 개당 50 g 이상의 근경비율은 화뢰제거 처리간 차이가 없는 것으로 분석되었다 (표 5).

화뢰제거로 인하여 시호는 근경비율과 수량이 증가되고 (Seong *et al.*, 1998), 삽주는 재배년수가 증가할수록 꽃수의 증가폭이 큰 것으로 관찰되어 화뢰제거의 효과는 클 것으로 예측되나, 삽주는 근경의 비대가 8월 이전에 대부분 완료되고 종자결실율도 낮으며 8월 이후 잎이 고사하여 본시험의 결과와 같이 화뢰제거에 의한 근경의 생육변화는 크지 않은 것으로 나타났다. 따라서 삽주의 생장과 수량은 화뢰제거를 통한 인위적 Sink의 조절보다는 차광을 통한 Source capacity의 변화에 상대적으로 더 많은 영향을 받는 것으로 나타나 삽주 재배시 이러한 요인이 고려되어야 할 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of flower bud pinching on growth and yield related characters of *Atractylodes japonica* Koidz. on October 26.

Pinching dates	Characters				
	BN†	RN	SW	RHW	RW
	– no. plant^{-1} –		—— g plant^{-1} ——		
June 10	4.9	48.1	9.7	19.3	7.5
July 10	4.5	48.0	8.3	17.6	6.5
August 10	4.2	44.4	7.1	16.2	6.0
None	4.2	41.7	6.5	15.0	5.9
LSD.05	ns	3.5	1.4	4.0	1.4

†BN, number of bud; RN, number of roots; SLW, shoot fresh weight; RHW, rhizome fresh weight and RW, fresh root weight.

Table 5. Effect of flower bud pinching on yield of *Atractylodes japonica* Koidz. on October 26.

Pinching dates	Characters		
	YLD$_1$†	YLD$_2$	T_{50}
	—— kg 10a^{-1} ——		— % —
June 10	269.7	669.6	50.0
July 10	245.0	647.8	50.0
August 10	224.7	477.4	51.5
None	205.7	467.9	52.0
LSD.05	58.3	110.6	ns

†YLD$_1$, fresh yield per 10a in the 1st year; YLD$_2$, fresh yield per 10a in the 2nd year, and T_{50}, rate of over 50 g rhizome.

적 요

차광 및 화뢰제거를 통한 Source와 Sink의 인위적 조절이 삽주의 생장 및 수량에 미치는 영향을 조사하여 삽주 재배에 관한 정보를 제공하고자 차광율과 화뢰 제거시기를 달리하여 시험을 실시하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 정식기부터 계속된 차광처리는 생육초기에는 형태보다는 각 부위별 생체중에 주로 영향을 미쳤던 반면, 생육후기인 수확기에서는 차광율이 증가할수록 개체당 경수, 엽수, 근수, 잠아수 및 각부위별 생체중을 감소시켰다. 그러나 일정기간 생장이 이루어진 7월 1일부터 9월 30일까지 35%의 차광처리는 재배기간 내내 차광처리를 하지 않는 무차광과 개체당 생장 및 형태적 형질에는 차이가 없었으나, 단위면적당 수량은 오히려 많은 것으로 조사되었다.

2. 화뢰제거 처리는 처리시기가 빠를수록 개체당 근수와 지상부, 근경 및 뿌리의 생체중을 증가시켰을 뿐만 아니라 단위면적당 수량도 증가시키는 것으로 조사되었다.

LITERATURE CITED

Fukuda T, Nakajima J, Aragana M, Yoshizawa M, Suzuki Y, Shimizu T (1997) Studies of cultivation of *Atractylodes ovata*. V. Effects of bud- and flower-picking upon growth and contents of chemical substances. Natural Medicines 51(5):427-430.

Gardner FP, Pearce RB, Mitchel RL (1985) Transport and partitioning. p. 58-75. *In* F.P. Gardner, R.B. Pearce, and R.L. Mitchel (ed.). Physiology of crop plants. Iowa State University Press, Ames, Iowa 50010, USA.

Han JS, Kim SK, Kim SW, Kim YJ (2001) Effects of shading treatments and harvesting methods on the growth of *Eleutherococcus senticosus* Maxim. Korean J. Medicinal Crop Sci. 9(1):1-7.

Hartmann HT, Kester DE, Davies Jr. FT, Geneve RL (1997) Plant propagation: Principles and practices. p. 41-104. 6th eds. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, NJ 07458, USA.

Kim JH, Hong CK, Hong DG, Bang SB, Yoo KO (1996) Studies on the cultivation of *Pleurospermum kamtschaticum* Hoff. as a special vegetable indigenous to high land area. 1. Ecological characteristics and environments concerning cultivation of *Pleurospermum kamtschaticum* Hoff. RDA. J. Agric. Sci. (Agric. Inst. Cooperation) 38:31-41.

Kim SG, Kim CW, Chung DH, Kwon BS (1994) Effects of topping methods on yield and major agronomic characteristics in *Hibiscus manihot* L. Korean J. Crop Sci. 39(3):256-261.

Park, JM, Jang KH, Lee ST, Song GW, Kang JH (2000) Growth characteristics of *Atractylodes japonica* Koidz. in its native habitat. Korean J. Medicinal Crop Sci. 8(4):319-326.

Park, JM, Kang JH, Jeong EH, Song GW (2004) Growth and yield of *Atractylodes japonica* Koidz. affected by mulching methods. Korean J. Medicinal Crop Sci. 12(3):226-230.

Seong JD, Park YJ, Kim GS, Kim HT, Suh HS, Kim SM (1996) Effects of topping on growth and root yield in *Bupleurum falcatum* L. Korean J. Medicinal Crop Sci. 4(2):153-156 .