

종자 전처리 및 육묘방법이 큰조롱의 종자 발아 및 생육에 미치는 영향

이수광, 조원우¹, 구자정, 강호덕^{1*}

국립수목원 산림자원보존과, ¹동국대학교 바이오환경과학과

Effects of Seed Pre-treatment and Seedling Culture System on Germination and Subsequent Growth of *Cynanchum wilfordii*

Su Gwang Lee, Won Woo Cho¹, Ja Jung Ku and Ho Duck Kang^{1*}

Korea National Arboretum, Pochen 487-821, Korea

¹Department of Biological and Environment Science, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

Abstract - The present study was examined seed germination and growth characteristics of *Cynanchum wilfordii* under the following conditions such as soaking temperature, concentrations of GA₃, trays and soil types, and shading conditions. In seed pre-treatment, germination rate was the highest at 93% when soaked in 100 ppm GA₃ at 20°C and seedling growth was best in 50 plug cell tray. Physiological quality was best in the condition in which seeds were treated with 10 ppm GA₃ at 20°C. Taking into consideration the seedling growth, their physiological quality as well as economical aspects, seedlings with plant height (over 10 cm) and root length (over 10 cm) were grown vigorously 30-45 days after the seeds were sown in mid-April in TKS, TKS+perlite and TKS+rice hull of 128 or 200 plug cell tray.

Key words - *Cynanchum wilfordii*, Plug seedling, Emergence, Seed germination, Seedling growth

서 언

최근 들어 고품질 묘의 안정적인 공급과 공급에 대한 관심이 늘어나면서 육묘 산업이 점차 발전함과 동시에 건전한 육묘의 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 건전한 육묘의 기준이 되는 묘소질은 묘가 지녀야 할 속성으로 초장, 엽장, 엽폭 및 근장과 같은 생육특성을 나타내며, 생리적 묘소질은 광합성속도, 증산량, 수분이용효율, Fv/Fm 및 엽록소 함량 등이 포함된다. 이와 같은 묘소질과 생리적 묘소질이 우수한 묘는 정식 단계에서부터 활착 환경에까지 쉽게 적응하거나, 재배 과정에서 투입되는 노력과 자금이 적게 소요될 지라도 수량이 증대되거나 품질 향상을 기대함으로써 경쟁력을 확보 할 수 있으므로(Park *et al.*, 1995) 향후 생육 및 생리적 묘소질 기준이 확립되고 그 기준에 적합한 우량묘를 육성하기 위한 새로운 기술과 이를 바탕으

로 한 우량묘 산업이 크게 증가하고 발달할 것으로 예상된다(Kim and Park, 2002; Qu *et al.*, 2009). 따라서 우량묘를 생산하려면 육묘 과정에서 묘 생산에 필요한 일련의 조건들이 묘소질과 생리적 묘소질을 기준으로 확립되어야 한다.

큰조롱(백하수오, *Cynanchum wilfordii* Hemsley)은 박주가리과(Asclepiadaceae) 백미꽃속(Cynanchum)에 속하는 덩굴성 다년초로 우리나라 전국 각지 양지바른 산기슭 풀밭 또는 바닷가 경사지에 분포한다(Lee, 1980). 큰조롱은 백하수오(白何首烏)로 더 잘 알려져 있으며 민간에서 강장(强壯), 빈혈(貧血), 머리 검게 하는데, 신경쇠약(神經衰弱), 변비(便秘), 불면증(不眠症), 허약체질 개선, 이명(耳鳴), 동맥경화(動脈硬化), 무릎 아프고 힘이 없을 때, 치질(痔疾), 연주창(連珠瘡), 피로회복(疲勞回復) 등의 효능으로 인기 있는 유용자원식물이다(Choi, 2001). 최근 한방을 바탕으로 효능 검증에 관한 연구가 진행되고 있으며 큰조롱을 대상으로 효능 검증 연구도 활발히 진행

*교신저자(E-mail) : HDK0225@dongguk.edu

되고 있다. 그간 규명된 큰조롱의 효능은 항산화작용과 칼슘 길항작용(Chang and Lee, 2000), 고지혈증(高脂血症)에 대한 억제효능(Ham *et al.*, 2007), 간과 위를 보호하고 정(精)과 혈(血)을 더해주는 효능(Shin, 1985; Lee and Son, 1999) 및 대장암 억제 기능(Seong *et al.*, 2004)이 있다고 보고되었다. 특히 큰조롱은 자연산이 재배산에 비해 효능이 월등히 뛰어나다고 보고되면서(Lee, 1995; Lee and Lee, 1997; Han *et al.*, 1998) 그 수요가 급증하였으며 정보통신 및 교통 발달로 자연산 큰조롱 채취 동호회까지 만들어져 무단 불법채취가 공공연히 자행되어 자연산 큰조롱은 점차 사라져가고 있다.

큰조롱의 증식연구는 근 수확량 증대를 위한 재배연구가 주를 이루며, 재식밀도에 따른 생육특성(Choi *et al.*, 1995), 파종기에 따른 생육특성(Choi *et al.*, 1996), 지주작물에 따른 수량증대기술(Kim *et al.*, 1999) 및 파종방법과 재식 밀도에 따른 생육특성(Kim *et al.*, 2002) 등이 진행되었다. 이와 같이 효능, 약리성분 분석 및 수확량 증대를 위한 재배연구는 활발한데 비해 종자 발아 및 육묘연구는 실험실 수준에서의 기초실험으로 종자 발아연구(Hwang *et al.*, 2012)와 기내에서의 종자 발아 조건과 액아배양 증식을 통한 기내배양연구(Lee *et al.*, 2011)가 진행되었을 뿐이다. 게다가 종자 발아연구와 재배연구는 주로 지방재래종을 대상으로 실시되었으며, 야생종에 대한 종자발아와 육묘기술 특히 우량묘 생산에 관한 일련의 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 자생 큰조롱의 종 보존적 측면과 이용적 측면을 모두 충족하고자 강원도 홍천지역 야산에 생육하는 야생 큰조롱을 대상으로 종자발아 기술과 육묘기술 개발을 위해 실시되었다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에 사용된 종자는 2011년 10월 중순 강원도 홍천군 서석면의 야산 해발 600 m에 자생하는 큰조롱 5개체에서 골돌과(follicle)를 채취하여 지퍼 백에 담아 동국대학교 환경생명공학실험실로 옮겨 종자를 정선한 후(순량율 99%) 종자저장고(4±2°C)에 보관하였다.

종자 전처리 및 육묘 조건에 따른 묘소질 및 생리적 묘소질 특성

종자 전처리는 수돗물에 3일간 침지 처리 후 GA₃

(Gibberellic Acid 3, Duchefa) 0, 10, 100 ppm을 달리하여 침지하였고, 침지 온도를 4°C와 20°C로 나누어 24 시간 동안 침지 처리하여 조사하였다. 전처리된 종자는 TKS-1 (Floragard Vertriebs GmbH, Germany, 이하 TKS) 용토가 채워진 128구 플러그 셀 트레이(plug cell tray; 이하 트레이)의 각 공에 한 립씩 2012년 4월 14일에 파종하였다. 또한 20°C에서 GA₃ 10 ppm에 침지 처리된 종자를 트레이 크기를 50, 128, 200, 288구로 달리하여 파종하였으며, 토양 조건에 따른 발아율을 살펴보기 위하여 TKS, TKS:왕겨(3:1, v/v), TKS:펠라이트(펠그린, 지바이오택; 3:1, v/v), 마사토, 상토(바로키, 서울바이오)를 달리하여 128구 트레이에 각각의 토양을 충전 후 파종하였다. 또한 차광 효과를 비교하기 위해 20°C에서 GA₃ 10 ppm에 침지 처리된 종자를 TKS로 충전된 128구 트레이에 파종한 후 차광 무처리, 30% 및 70% 차광을 달리하여 비교하였다. 종자 처리는 각 조건당 30립씩 3회 반복하여 치상하였고, 발아는 자엽이 2 mm 이상 돌출하였을 때 발아한 것으로 간주하였고 발아율, 발아시작일 및 마지막 발아일을 측정하였다. 각 조건에 따른 묘소질은 초장, 엽수, 엽폭, 엽장, 근장, 지상부 및 지하부 생체중(g)을 각 조건당 3개체씩 6월 16일에 측정하였다. 지상부 및 지하부 건물중(g)은 시료를 20일간 음지에서 충분히 자연건조 한 후 전자저울을 이용하여 7월 5일에 측정하였다. 생리적 묘소질 특성 측정은 6월 16일과 17일 광의 세기가 일정한 오전 8시부터 10시까지 휴대용 광합성 측정 장치(LCi Portable Photosynthesis System, ADC, UK)를 이용하여 측정하였다. 측정방법은 측정당시 묘포장의 자연 온도와 광량상태에서 측정하였으며, 4 m 높이의 공기 유입안테나를 사용하여 대기로부터 CO₂를 직접 공급받았으며, 공급받은 CO₂ 농도가 대기 중의 CO₂ 농도와 비슷해지면 챔버로 잎을 물린 다음 CO₂ 농도 변화가 안정될 때 측정하였다. 잎의 엽록소 형광반응 조사는 엽록소형광반응측정기(OSI 30P, ADC, UK)를 이용하였으며, 측정 전 빛을 차단할 수 있는 클립을 잎에 물려 20분간 암적응 시킨 후 Fo, Fm 및 Fv/Fm을 조사하였다. 생리적 묘소질 측정은 묘소질이 양호한 2~3개체를 선발한 후 각 개체별로 5개의 잎에 대하여 실시하였다. 발아와 육묘실험은 경기도 포천시 계류리에 위치한 온실 묘포장(해발 168 m)에서 수행하였으며 기상자료는 묘포장과 8 km 가량 떨어진 동두천의 기상자료를 기상청 홈페이지(www.kma.go.kr)를 통해 공시하였다(Table 1).

Table 1. Meteorological data in Dongducheon, Gyeonggi-do, Korea, 2012

Month	Air temperature (°C)	Precipitation (mm)	Sunshine hours (hr)
April	11.6	129.0	214.0
May	18.2	20.6	254.0
June	22.9	144.5	239.0
July	24.8	278.0	131.8

www.kma.go.kr

통계처리

본 실험에 수집된 데이터는 평균(means) ± 표준편차(standard deviation)로 산출하였으며, 집단 간 변이를 알아보기 위해 이원배치 변량분석(two-way ANOVA)을 실시하였고, 유의성이 있는 경우 Duncan multiple range test(P=0.05)로 2차 검증하였다. 또한 모든 통계처리는 SPSS(ver. 12.0 Kor) 프로그램을 사용하였다.

결과 및 고찰

종자 전처리 및 육묘조건에 따른 발아율

국내 종자 발아실험은 주로 실내 실험실 수준에서 진행되기 때문에 농가나 실외 포장에서 직접 적용하기 어려운 문제가 있다(Kang *et al.*, 2004). 따라서 농가에서 실제로 적용 가능한 수준의 연구가 필요하기에 본 연구에서는 종자 전처리로 침지 처리 온도와 발아촉진제인 GA₃를 이용하였고, 이에 따른 큰조롱의 발아율은 20°C에서 GA₃ 0, 10,

100 ppm을 달리한 용액에 침지 처리하였을 시 각각 90%, 91%, 93%로 실험군 중 높은 결과를 나타내었다. 하지만 4°C에서 GA₃ 0, 10, 100 ppm 침지 처리구의 발아율은 16%, 24%, 32%로 20°C 침지 처리구에 비해 상대적으로 낮았다(Table 2). 이를 통해 큰조롱은 4°C 장기 저장시 발아율이 크게 떨어지는 것으로 나타났으며, 활나물, 지리산 바위솔 종자를 오랜 시간 동안 저온 처리시 발아율이 떨어진다고 보고(Kang *et al.*, 2001; Kang *et al.*, 2010)된 결과와 일치하였다.

트레이, 토양 및 차광에 따른 발아율은 차광 무처리 200구 트레이의 TKS 토양에서 87%로 가장 높은 발아율을 보였다(Table 3). 토양 조건에서는 TKS 및 TKS+펠라이트 처리구에서 양호한 발아율을 나타내었고, 다른 조건에서는 발아율이 저조하였다. 특히 발아율이 가장 높은 차광 무처리 128구 TKS 토양 조건을 30% 및 70% 차광 처리한 경우 발아율이 현저히 떨어졌다. 20°C에 24시간 침지 처리된 큰조롱 종자 발아율이 30% 및 70% 차광 처리보다 차광 무처리에서 높았던 이유는 4°C 저장고에서 20°C로 옮긴 온도 차로 인해 1차적으로 휴면이 타파되었고, 2차적으로 높은 광질, 그리고 낮과 밤의 온도차(Kellogg *et al.*, 2003)로 인해 적절한 발아 조건이 확립되었기 때문인 것으로 사료된다. 이는 백수오 종자를 -20°C에 저장한 후 25°C 암조건에서 발아시켰을 때 83%로 발아율이 향상됨을 보고한 연구와 같은 결과를 나타내었으며(Hwang *et al.*, 2012), 본 연구에서 발아율이 보다 높은 이유는 전광 조건에서 주어진 높은 광질 때문인 것으로 판단된다.

Table 2. Effects of soaking temperature and GA₃ treatment on seed germination of *Cynanchum wilfordii* on TKS soil in 128 tray under non-shading condition

Treatment		Germination rate (%)		Germination starting date (days)	Germination ending date (days)
Soaking Temperature (°C)	GA ₃ Concentration (ppm)	3 weeks	6 weeks		
4	0	15.0 ± 4.4 e ^z	16.7 ± 3.2 d	April 29 (15)	May 11 (27)
4	10	23.7 ± 2.6 d	24.0 ± 2.7 d	April 30 (16)	May 4 (20)
4	100	32.7 ± 2.5 cd	32.7 ± 2.5 c	April 23 (9)	April 30 (16)
20	0	80.0 ± 3.7 ab	90.3 ± 5.1 ab	April 28 (14)	May 11 (27)
20	10	84.4 ± 3.8 ab	91.0 ± 3.0 a	April 27 (13)	May 11 (27)
20	100	86.7 ± 2.6 a	93.4 ± 2.9 a	April 29 (15)	May 13 (29)

Values are means ± standard deviation.

^zMeans within columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test. Seeds were sown on April 14.

Table 3. Effects of trays and soil types, and shading treatment on seed germination of *Cynanchum wilfordii*

Tray	Treatment		Germination rate (%)		Germination starting date (days)	Germination ending date (days)
	Soil Type	Shading (%)	3 weeks	6 weeks		
50	TKS	0	81.7 ± 2.9 ab ^z	82.7 ± 2.1 bcd	April 22 (8)	May 4 (20)
200	TKS	0	81.3 ± 9.9 ab	87.0 ± 3.0 abc	April 23 (9)	May 5 (21)
288	TKS	0	77.0 ± 6.3 b	77.0 ± 6.3 d	April 23 (9)	May 1 (17)
128	TKS+perlite	0	59.4 ± 2.1 c	79.4 ± 6.5 cd	April 27 (13)	May 13 (29)
128	TKS+rice hull	0	44.0 ± 5.2 d	44.7 ± 4.5 f	April 26 (12)	May 11 (27)
128	Sandy soil	0	41.7 ± 2.2 d	58.0 ± 2.8 e	April 27 (13)	May 7 (23)
128	Bed soil	0	43.4 ± 3.6 d	52.4 ± 9.7 ef	April 23 (9)	May 13 (29)
128	TKS	30	37.7 ± 2.6 de	45.4 ± 4.8 f	April 25 (11)	May 13 (29)
128	TKS	70	38.7 ± 2.1 de	54.7 ± 0.6 e	April 25 (11)	May 13 (29)

Values are means ± standard deviation.

^zMeans within columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test. Seeds had received soaking treatment with 10 ppm GA₃ at 20°C.

Seeds were sown on April 14.

Table 4. Effects of soaking temperature, GA₃ treatment, trays and soil types, and shading conditions on the seedling growth of *Cynanchum wilfordii*

Soaking Temp. (°C)	GA ₃ Con. (ppm)	Treatment				Plant height (cm) ^y	No. of leaves ^y	Leaf width (cm) ^y	Leaf length (cm) ^y	Root length (cm) ^y	Fresh weight (g/plant)		Dry weight (g/plant)	
		Tray	Soil Type	Shading (%)	Top ^y						Root ^y	Top ^y	Root ^y	
		4	0	128	TKS						0	5.0 ef ^z	8.0 b	1.9 gh
4	10	128	TKS	0	8.8 cde	13.0 b	2.8 def	4.0 cde	8.5 de	0.98 cdef	1.24 c	0.225 cd	0.228 c	
4	100	128	TKS	0	9.4 cd	8.6 b	2.8 def	4.2 bc	11.5 bc	1.01 cde	1.17 c	0.197 de	0.207 cd	
20	0	128	TKS	0	10.0 cd	12.3 b	2.3 efg	3.8 cde	10.4 bcd	1.15 cd	0.93 cd	0.191 de	0.153 de	
20	10	128	TKS	0	9.2 cd	8.0 b	3.2 cd	3.7 cde	10.6 bcd	1.06 cde	1.01 cd	0.197 de	0.174 cde	
20	100	128	TKS	0	10.5 cd	13.0 b	3.1 cde	4.3 bc	10.6 bcd	0.45 hi	1.22 c	0.263 c	0.196 cd	
20	10	50	TKS	0	28.1 a	28.3 a	4.7 a	5.5 a	15.3 a	3.55 a	2.59 a	0.852 a	0.469 a	
20	10	200	TKS	0	10.1 cd	9.0 b	2.3 efg	3.9 cde	9.1 cde	0.86 defg	0.93 cd	0.161 ef	0.153 de	
20	10	288	TKS	0	8.8 cde	6.7 b	2.1 fg	3.2 cd	6.9 e	0.61 gh	0.51 e	0.121 gh	0.082 fgh	
20	10	128	TKS+perlite	0	9.8 cd	10.3 b	2.8 def	3.9 cde	10.2 bcd	0.81 efg	1.19 c	0.163 ef	0.233 c	
20	10	128	TKS+rice hull	0	10.8 cd	10.7 b	3.7 bc	4.8 ab	9.4 cde	1.61 b	1.88 bc	0.332 b	0.355 b	
20	10	128	Sandy soil	0	3.6 f	6.0 b	1.1 h	1.9 e	8.2 de	0.21 i	0.15 f	0.034 i	0.027 h	
20	10	128	Bed soil	0	6.5 def	9.7 b	1.6 gh	3.1 cd	9.3 cde	0.67 fgh	0.74 de	0.091 h	0.132 ef	
20	10	128	TKS	30	18.3 b	8.0 b	4.2 ab	5.6 a	12.3 b	1.22 c	0.58 e	0.122 fgh	0.066 gh	
20	10	128	TKS	70	12.3 c	8.0 b	3.5 cd	4.5 ab	9.8 bcd	1.03 cde	1.07 c	0.159 efg	0.175 cde	

^zMeans within columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

^ySignificant at 1% level.

종자 발아에 소요되는 일수는 각 조건별 9일에서 16일로 큰 차이를 보였으며, 종자 발아 마감일 또한 각 조건별 16일에서 29일로 큰 차이를 나타냈다. 이러한 결과는 실내 실험실 수준에서 평균 발아일 3.5~8일이 소요되었다는 보

고와는 상이하였는데(Hwang *et al.*, 2012), 종자의 원산지가 지방재래종과 자연산으로 다른 것과 발아 실험이 수행된 환경의 차이가 있어 평균 발아일과 발아율이 다르게 나타난 것으로 판단된다.

따라서 큰조롱 종자를 냉장저장하다 3일 동안 수분 침지 후 하루 동안 상온에 수분 침지시키면 높은 발아율을 획득할 수 있을 것으로 생각된다.

종자 전처리 및 육묘조건에 따른 묘소질 및 생리적 묘소질 특성

우량묘를 양성하기 위한 육묘조건으로 트레이, 토양 및 차광처리를 이용하였고 묘소질과 생리적 묘소질을 기준으로 우량묘를 판단하였으며 각 조건별 묘소질 특성은 다음과 같다(Table 4). 종자 전처리에 따른 묘소질 특징은 4°C 침지 처리구에서 GA₃ 용액 농도가 높아질수록 양호한 것으로 나타났으며, 특히 100 ppm 처리구에서 초장, 엽수, 엽폭 및 근장이 각각 9.4 cm, 8.6 매, 2.8 cm 및 11.5 cm로 양호한 것으로 나타났다(Fig 1, A, B, C). 20°C 침지 처리구에서는 묘소질 특성 대부분이 발아율과 마찬가지로 GA₃ 침지 농도 내에서 유의적 차이가 없었다(Fig 1, D, E, F). 하지만 4°C 침지 처리구보다 20°C 침지 처리구에서 묘소질 특성이 전반적으로 양호한 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 복잡한 처리 없이 종자 저장 온도만 변화를 줌으로써 양호한 발아율 및 양질의 묘소질을 확보할 수 있는 가능성을 제시하였으며, 추후 종자 전처리가 복잡하거나 실제 농가에서 적용하기 어려운 종을 대상으로 다양한 실험이 진행되거나 적용이 가능 할 것으로 판단된다.

트레이에 따른 묘소질 특성은 50구 트레이에서 지상, 지하부의 모든 묘소질이 초장 28.1 cm, 엽수 28.3 매, 엽폭 4.7 cm, 엽장 5.5 cm, 근장 15.3 cm로 가장 양호하였다. 50구 트레이의 경우 가장 큰 용량과 공간으로 유묘의 뿌리 내림이 양호하여 이를 바탕으로 지상부의 생육 또한 양호한 것으로 판단된다. 구절초의 경우에도 트레이 셀 크기가 클수록 생장이 왕성하다고 보고한 것이 이를 뒷받침 하였다(Chang *et al.*, 2009). 128구 트레이와 200구 트레이에서 육묘된 큰조롱의 묘소질 또한 양호하였으며 대부분의 묘소질이 두 조건간에 유의적 차이는 없었으나, 288구 트레이의 경우 묘소질이 다른 조건에 비해 유의성 있게 저조하였다(Fig 2, A, B, C, D). 따라서 288구 트레이는 큰조롱 육묘에 부적합한 것으로 판단된다. 플러그 셀 트레이(plug cell tray)는 주로 폴리에틸렌으로 만든 것으로 상업적으로 많이 이용되며(Hartmann *et al.*, 1997), 가볍고 내수성이 뛰어나며, 여러 개를 겹쳐 놓을 수 있어 차지하는 면적이 적고 쉽게 분리가 가능하며, 배수구가 있어 식물을

기를 수 있으며, 셀로 나뉘어져 있어 종자를 파종하거나 유묘를 쉽게 뽑아 이식할 수 있는 장점으로 국내 육묘 농가에서도 대부분 사용하고 있다(Lee *et al.*, 2005). 또한 식물의 초기 생육 크기에 맞게 트레이 크기를 선별하여 육묘가 가능하며 무엇보다 이식 시기를 조절할 수 있다(Gibson, 2001). 하지만 이식 시기가 늦어질 경우 뿌리썩음병이나 뿌리가 트레이를 뚫고 나가는 현상으로 이식 시기 조절이 중요하다. 큰조롱은 파종 2개월 후 묘소질 조사 시 일부 조

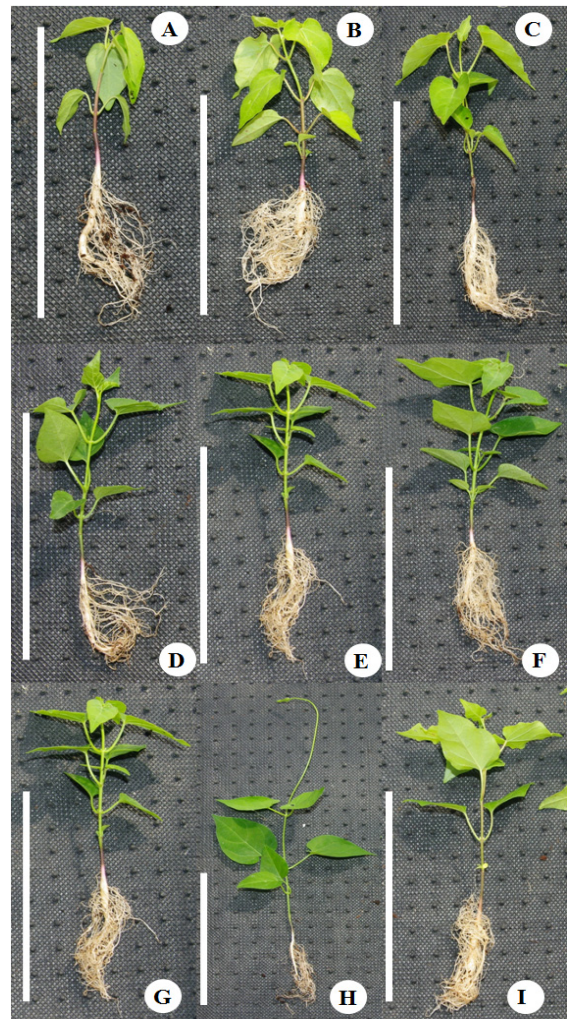


Fig. 1. Effects of GA₃ treatment and shading conditions on the seedling growth of *Cynanchum wilfordii*. (A) control at 4°C, (B) 10 ppm GA₃ treatment at 4°C, (C) 100 ppm GA₃ treatment at 4°C, (D) control at 20°C, (E) 10 ppm GA₃ treatment at 20°C, (F) 100 ppm GA₃ treatment at 20°C, (G) no shading condition, (H) 30% shading condition, (I) 70% shading condition. Vertical scale bar means 135 mm.

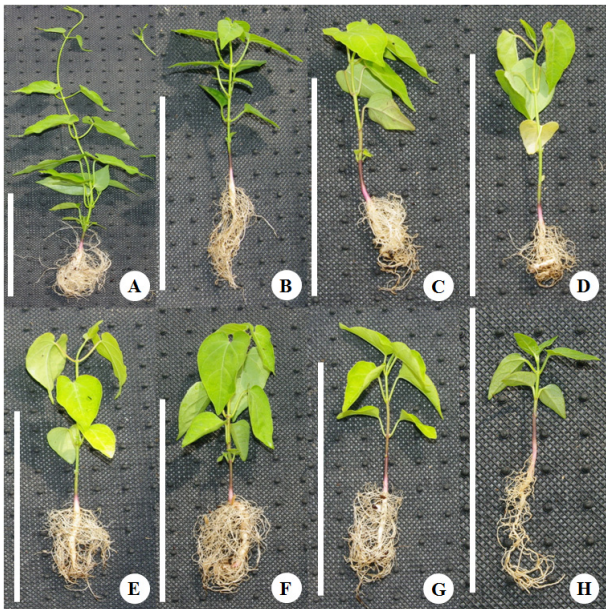


Fig. 2. Effects of plug cell tray and soil types on the seedling growth of *Cynanchum wilfordii*.

Plug cell tray: (A) 50 holes, (B) 128 holes, (C) 200 holes, (D) 288 holes.

Soil types: (E) TKS + perlite, (F) TKS + rice hull, (G) bed soil, (H) sandy soil.

Vertical scale bar means 135 mm.

건에서 Lee *et al.* (2003)이 보고한 트레이의 밑 부분으로 뿌리가 뚫고 나오는 현상이 나타나 육묘기간은 파종 후 2개월 이내가 적절한 것으로 판단된다.

토양조건에 따른 묘소질 특성은 마사토 및 원예용 상토 조건에서 불량하였고 TKS 단용 및 혼용 조건에서는 큰 차이 없이 양호한 묘소질 특성을 나타내었다(Fig 2, E, F, G, H). TKS 토양은 수분 보유능력과 유기물 함량이 뛰어난 전문 육묘용 상토로 국내에서도 그 효과가 입증되어(Park *et al.*, 1998) 전문적으로 활용되고 있다(Hwang *et al.*, 2007). 큰조롱은 전국 각지 양지바른 산기슭 풀밭 또는 바닷가 경사지에 자라는 것으로 알려져 마사토에서 생육이 양호할 것으로 기대하였으나 본 실험에서는 발아율 58%와 묘소질 특성이 가장 저조하여 큰조롱의 종자 발아 및 육묘용으로 부적합한 것으로 나타났다. 이는 큰조롱 종자가 채종된 지역이 강원도의 산기슭인 점에 기인한 것으로 판단되며 추후 채종 지역(산간지역, 바닷가 인근 지역)에 따라 토양 조건을 달리한 추가 실험을 진행해야 할 것으로 사료된다.

차광에 따른 묘소질 특성 중 지상부, 특히 엽폭과 엽장이 30% 및 70% 차광 처리구에서 무차광 대조구에 비해 각각 1.31배, 1.51배 및 1.09배, 1.21배 증가를 나타냈다(Fig 1, G, H, I). 이러한 결과는 내음성이 높은 수종 또는 중용수가 광에 적응하여 엽 면적이 넓어져 수광량을 증가시키는 적극적인 광반응 현상과 유사하다고 볼 수 있다(Kim *et al.*, 2008). 하지만 70% 차광 처리구에서의 지상부 생육은 30% 차광 처리구 보다 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 식물이 받는 광도를 적절하게 유지시켜 줄 경우 초장 등의 생육이 좋아지지만 차광정도가 적정 수준 이상이 되면 생육이 저하된다는 결과와 일치하였다(Han *et al.*, 2001).

각 조건에 따른 증산량, 광합성능, 수분이용효율, Fo, Fm 및 Fv/Fm의 생리적 묘소질 특성을 조사한 결과 조건별로 큰 차이를 나타내었다(Table 5). 증산량 및 광합성능은 20°C에서 GA₃ 10 ppm 용액에 침지 처리 한 종자를 128구 트레이 TKS 토양에 파종한 조건에서 각각 6.67 mmol·m⁻²·s⁻¹ 와 9.95 μmol·m⁻²·s⁻¹로 가장 양호한 결과를 나타냈다. GA₃ 농도에 상관없이 4°C 침지 처리구 조건에서도 광합성능이 9.15 ~ 9.87 μmol·m⁻²·s⁻¹로 양호하였다. 트레이의 크기가 작아질수록 광합성능이 유의적으로 감소하였으며 트레이 크기가 작아지면 지하부 발달이 미약하여 그 결과 지상부 생육특성과 광합성능 또한 감소되는 것으로 판단된다. 토양 조건에서는 원예용 상토에서의 광합성능이 다른 토양 조건보다 낮게 나타났다. 또한 차광정도가 높아질수록 증산량과 광합성능이 감소하여 낮은 광도에서 생장한 식물은 광합성 능력이 낮지만 잎의 엽면적을 넓혀 수광량과 빛의 흡수 및 이용효율을 높인다는 연구결과(Kim *et al.*, 2008)와 일치하였다. 4°C에서 GA₃ 0 및 10 ppm과 20°C에서 GA₃ 0 ppm 용액에 침지 처리 한 종자를 128구 트레이 TKS 토양에 파종한 조건에서 수분이용효율이 양호하게 나타났으며, 20°C에서 GA₃ 10 ppm 용액에 침지 처리 한 종자를 50구 트레이 TKS 토양에 파종한 조건에서도 양호한 결과를 나타내었다.

Fo(Minimum Fluorescence)는 용기된 에너지가 광계 II(photosystem II: PS II) 반응 중심으로 이동하기 전 광계 II 안테나의 용기된 엽록소 분자들에 의하여 발생하는 형광 반응 중 최소 형광을 의미하며 Fm(Maximum Fluorescence)은 광량을 완전히 환원시킬 수 있는 포화광을 조사했을 때 유도되는 최대 형광을 의미한다(U *et al.*, 1994; Won *et al.*, 2008). 또한 Fv(Variable Fluorescence)

Table 5. Effects of soaking temperature, GA₃ treatment, trays and soil types, and shading conditions on the evaporation, carbon assimilation, water use efficiency (WUE), minimum fluorescence (Fo), maximum fluorescence (Fm) and variable fluorescence (Fv)/Fm of *Cynanchum wilfordii*

Treatment					Evaporation (mmol·m ⁻² ·s ⁻¹) ^x	Carbon Assimilation (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹) ^x	WUE (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹) ^x	Fo ^w	Fm ^y	Fv/Fm ^y
Soaking Temp. (°C)	GA ₃ Con. (ppm)	Tray	Soil Type	Shading (%)						
4	0	128	TKS	0	3.72 ± 0.35 d ^z	9.87 ± 0.33 a	2.67 ± 0.33 a	101.7 ± 16.8	369.0 ± 51.5 bc	0.72 ± 0.01 ab
4	10	128	TKS	0	3.92 ± 0.87 d	9.47 ± 0.76 ab	2.59 ± 0.88 a	114.2 ± 15.3	331.0 ± 39.2 cd	0.65 ± 0.06 cd
4	100	128	TKS	0	4.99 ± 0.67 bc	9.15 ± 0.30 b	1.87 ± 0.35 bc	103.5 ± 6.9	357.7 ± 35.2 bc	0.71 ± 0.21 abc
20	0	128	TKS	0	2.21 ± 0.34 e	4.65 ± 0.28 g	2.15 ± 0.52 a	123.7 ± 30.2	390.5 ± 30.1 bc	0.68 ± 0.09 bcd
20	10	128	TKS	0	6.67 ± 0.72 a	9.95 ± 0.29 a	1.51 ± 0.21 de	113.2 ± 7.3	385.7 ± 33.6 bc	0.71 ± 0.01 abc
20	100	128	TKS	0	4.10 ± 0.35 d	7.63 ± 0.49 d	1.87 ± 0.16 bc	106.2 ± 5.7	409.0 ± 57.1 b	0.73 ± 0.04 ab
20	10	50	TKS	0	4.24 ± 0.21 d	8.39 ± 1.86 c	1.98 ± 0.12 ab	121.2 ± 9.2	403.4 ± 28.3 b	0.69 ± 0.04 bcd
20	10	200	TKS	0	4.78 ± 0.33 c	5.55 ± 0.56 f	1.15 ± 0.07 fg	112.2 ± 8.7	378.4 ± 28.3 bc	0.71 ± 0.02 abc
20	10	288	TKS	0	3.71 ± 0.54 d	3.87 ± 0.71 h	1.04 ± 0.15 g	103.7 ± 5.8	326.2 ± 26.9 cd	0.68 ± 0.03 bcd
20	10	128	TKS+perlite	0	5.51 ± 0.91 b	6.67 ± 0.49 e	1.25 ± 0.25 efg	115.2 ± 17.2	370.3 ± 27.1 bc	0.68 ± 0.04 bcd
20	10	128	TKS+rice hull	0	4.02 ± 0.36 d	6.87 ± 0.21 e	1.71 ± 0.12 bcd	110.2 ± 11.7	378.0 ± 21.4 bc	0.71 ± 0.02 abc
20	10	128	Sandy soil	0	-	-	-	-	-	-
20	10	128	Bed soil	0	3.84 ± 0.47 d	4.06 ± 0.31 g	1.07 ± 0.15 g	97.4 ± 8.7	276.0 ± 28.8 d	0.65 ± 0.13 cd
20	10	128	TKS	30	5.43 ± 0.51 b	8.51 ± 0.69 c	1.57 ± 0.15 cde	107.4 ± 11.7	378.0 ± 63.8 bc	0.71 ± 0.02 abc
20	10	128	TKS	70	3.81 ± 0.29 d	5.65 ± 0.74 f	1.48 ± 0.17 ef	108.7 ± 1.7	482.7 ± 52.3 a	0.77 ± 0.02 a

^zMeans within columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

^ySignificant at the 5% level. ^xSignificant at the 1% level. ^wNon significant.

Quantity of light leaf (850-1100 μmol·m⁻²·s⁻¹).

Values are means ± standard deviation.

/Fm=(Fm-Fo)/Fm)을 통해 광계 II의 최대 양자수율을 예측할 수 있으며(Parkhill *et al.*, 2001), Fo, Fm 및 Fv/Fm은 결국 식물이 처한 환경에 대한 스트레스 정도의 파악이 가능하므로 육묘 조건별 생리적 묘소질의 측정 기준으로 활용이 가능하며 식물이 스트레스를 받을 경우 Fo는 증가하지만 Fm은 감소한다(U *et al.*, 1994). 본 실험에서는 트레이 규격이 커질수록 차광이 짙어질수록(0, 30, 70%) Fm이 증가하였으며, Fv/Fm도 비슷한 경향을 나타내었으나 Fo는 차이가 크게 나지 않았다. 이는 큰조롱이 덩굴성 식물이며 유묘시기에서는 그늘지역에서 자라다가 성숙기에 양지쪽으로 덩굴을 감고 올라가는 것으로 인해 유묘시기에 차광이 짙어 질수록 스트레스를 덜 받아 Fm과 Fv/Fm이 높게 측정된 것으로 판단되며 30% 차광 및 70% 차광 조건의 묘소질 특성(Table 4)에서 초장이 각각 18.3 cm와 12.3 cm로 50구 트레이를 제외한 다른 육묘조건보다 양호하게 나타난 것이 그 근거로 생각된다. 토양조건 중 원예용 상토에서 Fo, Fm 및 Fv/Fm이 가장 낮게 나타났으며 마사토에서는 생육이 불량하여 Fo, Fm 및 Fv/Fm을 측정

할 수 없었다.

본 연구를 통해 경기도 포천시 계류리 온실에서 수행한 큰조롱의 발아율은 85% 이상 되는 조건과 묘소질 기준으로는 초장 10 cm 이상, 엽수 8매 이상, 엽폭 2.8 cm 이상, 엽장 3.7 cm 이상, 근장 10 cm 이상, 지상부 및 지하부 생체중이 각각 1 g 이상, 지상부 및 지하부 건물중이 각각 0.2 g 이상이 큰조롱의 우량묘 기준이 될 수 있으며, 생리적 묘소질 기준으로는 증산량 4 μmol·m⁻²·s⁻¹ 이상, 광합성능 6 μmol·m⁻²·s⁻¹ 이상, Fo 115 이하, Fm 357 이상 및 Fv/Fm 0.7 이상이 우량묘의 판단 기준이 될 수 있을 것으로 판단된다. 이 기준을 본 연구결과에 적용하면 20°C에서 GA₃ 10 ppm 용액에 침지 처리 한 종자를 128구 및 200구 트레이 TKS, TKS+펄라이트 및 TKS+왕겨 토양에 파종하여 차광 무처리 조건에 육묘하였을 때 우량하고 건전한 개체를 획득 할 수 있는 것으로 판단된다. 하지만 큰조롱 종자의 원산지, 재배지역 환경에 따라 생육 및 생리적 묘소질에 차이가 있을 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 점차 사라져가는 큰조롱의 유전자원을 보호하고 이용하고자 종자 발아 기술과 육묘기술 개발을 위해 종자 침지 처리 온도, GA₃ 농도, 트레이 및 토양 종류, 차광 처리에 따른 큰조롱의 발아율과 생육특성을 조사하였다. 종자발아는 20°C에서 GA₃ 100 ppm에 침지한 처리구에서 가장 높은 93% 발아율을 보였다. 묘소질 특성은 50구 트레이에서 가장 뛰어났으며 생리적 묘소질 특성은 20°C에서 GA₃ 10 ppm에 침지 처리 한 종자를 TKS 토양이 충전된 128구 트레이에 파종한 조건에서 가장 뛰어났다. 따라서 큰조롱의 묘소질과 생리적 묘소질을 종합하고 경제적인 측면을 고려하면 128구 트레이 혹은 200구 트레이의 TKS, TKS+펠라이트 및 TKS+왕겨 처리구에서 4월 중순에 파종 후 30~45일 간 육묘하면 초장과 근장이 각각 10 cm 이상 되고 엽수가 8 매 이상 되는 우량한 묘를 획득할 수 있었고 이를 본 발에 이식이 가능한 것으로 보여진다.

사 사

본 연구는 2012년도 국립수목원의 ‘유용탐사 식물자원의 대량증식 및 재배기술개발’ 과제(KNA1-2-15,11-6)의 지원을 받아 수행되었으며, 실험을 도와준 김준석 군, 오서운 양에게 감사의 마음을 포함합니다.

인용문헌

Chang, K.C. and D.U. Lee. 2000. Vasodilatory effect of the alkaloid component from the roots of *Cynanchum wilfordii* Hemsley. Korean J. Life Sci. 10:584-590 (in Korean).

Chang, Y.D., J.H. Jeong and C.H. Lee. 2009. Effect of plug cell size and seedling periods on seedling quality of *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam. Korean J. Plant Academic Conference 2009:128 (in Korean).

Choi, I.S., S.Y. Son, J.S. Park, J.T. Cho, I.M. Chung and J.H. Lee. 1995. Effect of planting density on growth and yield in *Cynanchum wilfordii*. Korean J. Plant. Res. 8:209-215 (in Korean).

Choi, I.S., S.Y. Son, J.T. Cho, J.S. Park, D.H. Han and I.M. Chung. 1996. Effect of seeding date on the growth and yield of *Cynanchum wilfordii* Hemsley. Korean J. Medical Crop Sci. 4:114-118 (in Korean).

Choi, J.K. 2001. Our medicinal grass, flower, tree 1. Hann moonhwa-multimedia. Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 242-253 (in Korean).

Gibson, J.L. 2001. Plant propagation: Basic principles and methodology. NC State University Floriculture Research 8:1-6.

Ham, I.H., J.Y. Lee, Y.J. Yoon, G.S. Yang, Y.M. Bu, H.C. Kim and H.Y. Choi. 2007. Effects of *Cynanchum* spp. on the hyperlipidemia in rats induced by Triton WR-1339. Korean. J. Herbology 22:279-286 (in Korean).

Han, J.S., S.K. Kim, S.W. Kim and Y.J. Kim. 2001. Effects of shading treatments and harvesting methods on the growth of *Eleutherococcus senticosus* Maxim. Korean J. Medical Crop Sci. 9:1-7 (in Korean).

Han, K.S., G.J. Shin, W.C. Lee and J.H. Lee. 1998. Study on the antioxidative effects and amino acid contents of the roots of *Cynanchum wilfordii*. J. Korean Soc. Ori. Internal Medicine 19:411-430 (in Korean).

Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies and R.L. Geneve. 1997. Plant propagation principles and practices. 6th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, USA. p. 770.

Hwang, I.S., J.H. Yoo, E.S. Seong, J.G. Lee, H.Y. Kim, N.J. Kim, J.D. Lee, J.K. Ham, Y.S. Ahn, N.Y. Kim and C.Y. Yu. 2012. The effect of temperature and seed soaking on germination in *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) Hemsl. Korean J. Medical Crop Sci. 20:136-139 (in Korean).

Hwang, I.T., K.C. Cho, B.S. Kim, H.K. Kim, J.G. Kim and K.S. Kim. 2007. Effects of root substrate, preplanting nutrient charge and tray cell size on the quality and growth of *Chrysanthemum (Dendranthema grandiflorum* L.) cuttings. Korean Flower Res. J. 45:131-135 (in Korean).

Kang, J.H., K.J. Jeong, K.O. Choi, Y.S. Chon and J.G. Yun. 2010. Morphological characteristics and germination as affected by low temperature and GA in orostachys ‘Jirisan’ and ‘Jejuyeonhwa’ seeds, Korea native plant. Korean J. Hor. Sci. Technol. 28:913-920 (in Korean).

Kang, J.H., S.Y. Yoon and S.H. Jeon. 2004. Review: Analysis on practicality of seed treatments for medicinal plants published in Korean scientific journals. Korean J. Medical Crop Sci. 12:328-341 (in Korean).

Kang, J.H., Y.J. Kim and B.S. Jeon. 2001. Effects of presown cold stratification, GA₃ KNO₃, and acetone treatment on germination of *Crotalaria sessiflora* L. Korean J. Medical Crop Sci. 9:124-129 (in Korean).

Kellogg, C.H., S.D. Bridgham and S.A. Leicht. 2003. Effects

- of water level, shade and time on germination and growth of freshwater marsh plants along a simulated successional gradient. *J. Ecology* 91:274-282.
- Kim, M.J., B.G. Park, S.H. Park and S.G. Park. 1999. Labor-saving cultivation of *Cynanchum wilfordii* using support crops. *Korean J. Plant. Res.* 12:204-208 (in Korean).
- Kim, M.J., I.J. Kim, S.Y. Nam, C.H. Lee and B.H. Song. 2002. Effects of sowing method and planting density on growth and root yield of *Cynanchum wilfordii* Hemsley. *Korean J. Crop Sci.* 47:418-421 (in Korean).
- Kim, S.H., J.H. Saung, Y.K. Kim, and P.G. Kim. 2008. Photosynthetic responses of four oak species to changes in light environment. *Korean J. Agric. For. Meteorol.* 10:141-148 (in Korean).
- Kim, Y.H. and H.S. Park. 2002. Growth of cucumber plug seedlings as affected by photoperiod and photosynthetic photon flux. *Korean J. Bio-Envir. Control.* 11:40-44 (in Korean).
- Koran Meteorological Administration Homepage. 2012. www.kma.go.kr
- Lee, C.B. 1980. Korea illustrated plant book. Hyangmoonsa, Seoul, Korea. p. 630 (in Korean).
- Lee, D.U. 1995. Antioxidative effects of the crude alkaloid fraction from *Cynanchum wilfordii*. *Journal of Dongguk.* 14:83-92 (in Korean).
- Lee, D.U. and W.C. Lee. 1997. An 5-Lipoxygenase inhibitor isolated from the roots of *Cynanchum wilfordii* Hemsley. *Korean J. Pharmacogn.* 28:247-251 (in Korean).
- Lee, J.S., W.G. Pill, S.H. Park, Y.A. Shin, G.R. Do and Y.K. Kang. 2003. Effect of seed treatment and seedling culture system on germination and subsequent growth 'King of Denmark' spinach (*Spinacia oleracea*). *Korean J. Hor. Sci. Technol.* 44:850-854 (in Korean).
- Lee, S.C., J.S. Lee and S.J. Jeong. 2005. Germination and seedling growth of *Miscanthus sacchariflorus* as influenced by different plug cells and medium composition. *Korean J. Hor. Sci. Technol.* 23:315-318 (in Korean).
- Lee, S.G., S.H. Lee and H.D. Kang. 2011. *In vitro* propagation of wild *Cynanchum wilfordii* through axillary bud culture. *Jour. Korean For. Soc.* 100:172-177 (in Korean).
- Lee, Y.J. and Y.J. Son. 1999. The effects of *Polygoni multiflori* radix and *Cynanachi wilfordii* radix on the blood lipids and enzymes of hypercholesterolic rats. *Korean J. Herbology.* 14:69-77 (in Korean).
- Park, H.J., D.H. Chung, S.G. Kim and B.S. Kwon. 1995. Influences of sowing time and nursery period on growth and yield of *Perilla frutescens* BRITTON var. *acuta* KUDO. *Korean J. Medical Crop Sci.* 3:1-4 (in Korean).
- Park, K.W., H.W. Baeck, M.S. Kim and M.J. Lee. 1998. Selection of media on the germination and growth of herbs. *Korean J. Hor. Sci. Technol.* 16:492 (in Korean).
- Parkhill, J.P., G. Maillet and J.J. Cullen. 2001. Fluorescence based maximal quantum yield for PSII as a diagnostic of nutrient stress. *J. Phycol.* 37:517-529.
- Qu, Y.H., W.M. Wei, Y.F. Hou, B. Chen, G.Q. Chen and C. Lin. 2009. Analysis for an environmental friendly seedling breeding system. *Commun Nonlinear Sci. Numer Simulat.* 14:1766-1772.
- Seong, M.K., H.S. Kwon, G.U. Ji and J.U. Lee. 2004. *Cynanchum wilfordii* intake of fermented products on the effect of chemically induced colon cancer. *Conference of Korean Nutrition.* p. 177 (in Korean).
- Shin, M.K. 1985. A comparative study on the effects of polygoni radix and cynanchi radix on rat livers intoxicated with carbon tetrachloride. *Korean J. Pharmacogn.* 16:81-92 (in Korean).
- U, Z.K., S.J. Song and U. Hansen. 1994. Stress effects on photosynthesis of greenhouse plants as measured by the fluorescence method. *Korean J. Environ. Agric.* 13:183-190.
- Won, J.Y., C.Y. Lee, D.J. Oh and S.M. Kim. 2008. Changes of chlorophyll fluorescence and photosynthesis under different shade materials in Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean J. Medical Crop Sci.* 16:416-420 (in Korean).

(Received 9 October 2012 ; Revised 23 January 2013 ; Accepted 4 February 2013)