

과제구분	기본	Code : LS0205	수행구분	전반기	연구기간	'99~'01(완결)
연구과제명	자원식물 개발에 관한 연구			연구책임자	윤종탁	
세부과제명	마가목 단기 재배기술 연구					
연구원별임무						
구분	소속	성명	담당임무			
세부과제책임자	작물경영연구과	윤종탁	연구계획 및 총괄			
공동연구자	"	노준현	실험연구 수행, 분석			
	"	변학수	유전자원 수집, 분석			
	"	하건수	"			
	특화작목개발시험장	허수정	"			
	강원대학교	유창연	"			
색인용어	마가목, 실생육묘, 차광재배, 육묘방법, 생리활성					

1. 연구배경

마가목은 장미과(科) 마가목속(屬)에 속하는 목본식물로 북반구 온대와 아한대에 약 100여 종이 있으며, 우리나라 전역에서 자생하고 4종(마가목, 당마가목, 산마가목, 팔배나무) 11변종(잔털마가목, 목마가목, 왕털마가목, 흰털당마가목, 넓은잎당마가목, 차빛당마가목, 털팔배나무, 긴팔배나무, 벌배나무, 왕잎팔배나무, 긴잎팔배나무)이 있다. 꽃은 5~6월 보통 백색으로 피며 지름은 약1cm 정도 된다. 열매는 10월에 붉은 색으로 성숙하는데 새들이 매우 좋아해 많은 새들이 모여든다. 옛날부터 귀한 약재로 쓰여온 나무라 갖은 고초를 당해왔기에 이제는 인간의 손길이 닿기 어려운 절벽에서나 구경할수 있는 나무가 된 마가목은 우리나라의 표고 500m~1,200m의 깊은산 큰 나무숲속에 자생하고 있다. 낙엽소교목으로 5~6월 꽃이 새하얗게 피어나며, 가을에 불타는 듯 붉은 단풍과 탐스럽게 달린 빨간 열매가 이를 때 없이 아름다운 경관수로서 유럽에서는 가로수나 조경수로 즐겨 심어왔으나 우리나라에서는 최근에 와서 비로서 각광을 받고있다. 또한 서양에서 마가목은 가로수와 정원수로 많이 쓰이며 탄닌, 사과산, 구연산, 카로티노이드 등의 유효성분이 풍부한 열매를 잼이나 술을 만들수 있어 감기와 위장약으로 활용돼 왔다. 마가목은 초기 생장이 좋고 곁가지가 많아 한 그루만 키워도 열매와 가지를 충분히 얻을 수 있다. 마가목의 가지를 잘라서 말려두었다가 달여서 마시는 마가목차는 관절염과 성인병에 좋다고 하며 열매를 이용한 마가목 술은 신장염과 방광염 등 생식기 질환에 좋으며 양기부족, 발기부전, 낭습에 효과가 있다. 이렇듯 마가목은 버릴것이 하나도 없는 귀중한 자원식물로 개발 가치가 큰 작물이라고 하겠다.

따라서, 마가목의 묘목생산에 필요한 적절한 발아방법및 육묘방법의 개발과, 양수이면서 그늘에서 잘 자라므로 적정 차광조건을 구명할 필요가 있기에 본 시험을 수행하게 되었다.

2. 재료 및 방법

(시험 1) 자원식물 기능성 물질 탐색 연구

시험 재료는 1999년 강원도 일대에서 자생하는 산사 등 17종의 자원식물로서 채취한 후 음건하여 분쇄하고 저온에 저장 하였다. 항산화활성 및 세포독성 측정용 식물체 추출물의 제

조는 각 자원식물 30g씩의 건조분말을 80% MeOH 수용액(500ml×2)으로 실온에서 2일간 추출한 후, 여지로 여과하고 40℃이하에서 rotary evaporator를 사용하여 감압농축 하였다.



사진 1. 수확된 마가목 열매



사진 2. 마가목 개화전경

항산화활성 측정 : 전자공여 작용의 (Electron donating abilities, EDA)의 측정은 Kim 등 (1995)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 전자 공여작용은 각 시료 0.2ml에 4×10^{-4} M DPPH용액(99.9% ethanol에 용해) 0.8ml씩을 가한후 vortex mixer로 10초간 진탕하여 10분 후 분광광도계를 사용하여 525nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료 첨가구와 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 사용하여 백분율로 나타내었다. DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)는 Sigma사 제품을 그리고 용매 및 기타 시약은 특급 또는 1급을 사용하였다. UV흡수는 UV spectrophotometer(Hewlett packard 8452A diode array spectrophotometer) 로 측정하였다.

세포독성 측정 : Sulforhodamine B(SRB), benzylepenicillin potassium, streptomycin sulfate은 Sigma사 제품을 그리고 기타 시약은 특급 또는 1급을 사용하였다. 시험에 사용된 암세포는 A549, SK-OV-3, SK-Mel-2로서 성균관대학교 약학대학에서 분양받아 사용하였다. 암세포는 10% fetal bovine serum(FBS)을 첨가한 RPMI 1640 배양액에서 유지되었고, 세포배양은 배양병으로부터 세포를 분리하여 trypsin-EDTA를 사용하여 일주일에 한 두번 진행되었다. A549세포는 세포독성실험 직전에 A549 세포에 37℃의 trypsin-EDTA용액을 약 10ml 넣고, 37℃에서 1~2분간 방치하면 세포가 서로 떨어지기 시작하는데 이때 상등액을 조심스럽게 버리고 RPMI1640 배지를 넣어 세포의 수가 8×10^4 cells/ml이 되도록 희석한다. 이 세포희석액을 1ml씩을 24-well microplate에 넣고 37℃, CO₂ 배양기에서 24시간 배양한다. 시료희석액은 20, 10, 5 μ l씩을 취하여 각각 2개씩의 홈에 넣고, 그위에 다시 순수한 배지 1ml씩을 넣는다. 대조군은 1ml의 배지만을 넣고 37℃, CO₂ 배양기에서 48시간 배양한 후, SRB assay법(Nam and Yang, 1995)으로 세포독성을 측정하였다. 즉, SRB assay의 실험방법은 24-well microplate의 배지를 조심스럽게 버리고 0.9%-NaCl 1ml로서 한번 닦은 후 15%trichloroacetic acid(TCA, 4℃) 1ml를 넣어 4℃에서 1시간 방치하여 세포를 microplatedd의 바닥에 완전히 부착시킨다. TCA를 버리고 상수로 5회 씻어내고 잘 말린 후, 1% acetic acid에 녹인 0.4% sulforhodamine B(SRB)를 200 μ l 취하여 각각의 홈에 넣고 1시간 방치한다. 그 뒤 1% 초산으로 여분의 SRB를 완전히 헹구어 낸다. 물기를 제거

하고 말린 후 10mM tris(hydroxymethyl)-aminomethane 용액을 1ml씩을 각 흡에 가한 후 520nm에서 흡광도를 측정하였다. ED₅₀값의 결정은 대조군의 50% 수준으로 암세포의 성장을 억제하는 시료의 농도($\mu\text{g}/\text{m}^2$)로서 ED₅₀값을 결정 하였다.

(시험 2) 마가목, 산사 종자 발아율 향상 시험

1999년과 2000년도에 강원도 평창지역에 자생하고 있는 산사나무와 산마가목의 종자를 완전히 성숙된 것을 채취하여 과피 및 과육을 제거한후 충실한 종자만을 선별하여 발아시험에 공시하였다. 저장조건은 층적온도(0, 3, 5, 8℃)와 저장방법(습윤층적, 노천매장, 변온저장)이었다. 습윤층적은 종자를 망사자루에 넣어 습윤한 모래상자내에서 각 층적온도별로 90일간 저장을 실시하였으며, 노천매장은 종자를 습윤한 모래와 섞어 망사자루에 넣은 후 땅속 50cm 깊이에 묻어 120일간 경과한 후 발아시험을 하였으며, 변온저장은 실내 상온과 0℃를 3일 간격으로 90일동안 반복 처리하였다. 화학약품 처리는 황산(H₂SO₄)과 차아염소산나트륨(NaOCl)을 사용하였으며, 황산 용액은 처리농도 50, 70, 90%, 침지시간 5, 10, 20분 이었으며, 차아염소산나트륨 용액은 처리농도 1, 2, 4% 침지시간 10, 20, 40분 이었다. 생장조정제 처리는 GA₃와 BA였으며 처리농도는 100, 200, 400ppm, 침지시간은 20분 이었다. 발아조건은 암상태 및 광(3000 lux) 조건하에서 온도 5, 15, 25, 35±1℃로 Multiroom incubator(대한과학, LMI3004PL)에서 실시 하였다. 실험에 공시된 종자는 치상시 70%의 에탄올에 30초, 1% NaOCl에 10분간 소독한 후 멸균수로 3회 세척하여 직경 9cm의 petridish에 여과지 2매를 깔고 3ml의 멸균수를 넣어 적습상태를 유지시킨 다음 처리당 50립씩 3반복으로 치상하여 일정기간별로 발아율을 조사하였다. 발아율 조사는 유근이 2mm 정도 일때 발아한 것으로 조사하였고 실험결과와 통계분석은 Duncan의 다중검정법으로 하였다

(시험 3) 마가목 실생 육묘기술 연구

본 실험은 2000년과 2001년 강원도농업기술원 유리온실에서 수행되었으며, 산마가목 종자를 수확후 습윤층적 150일 후 BA 200ppm 용액에 20분간 침지하여 10일동안 최아시킨 후 시험재료로 사용하였다. 실생육묘 방법은 육묘상직파, 상자육묘(70×35×10cm), 49공 포트육묘 였으며, 파종후 50일간 육묘하면서 묘소질을 조사하였고, 직파와 상자육묘의 파종간격은 7×5cm였다. 조사항목은 온실내 온·습도, 출현기, 출현율, 초장, 근장, 건엽중, 건근중이었다.

(시험 4) 마가목 단기재배시 차광재배 효과

본 실험은 2000년과 2001년 강원도농업기술원 전작포장에서 수행되었으며, 시험재료는 60일간 육묘된 산마가목 유묘였다. 정식기는 5월 15일 이었고, 정식방법은 휴폭30cm에 주간거리 20cm의 재식밀도로 1주씩 식재하였고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 차광처리는 무차광노지재배, 35, 55, 75% 차광재배로서 차광재료는 종묘사에서 구입한 차광망이었으며, 처리별로 차광망내의 조도는 조도측정계(Illuminator, T-1)를 이용하여 맑은날 3일 동안 일종의 조도변화를 측정하였다. 또한 처리별 온습도 변화는 간이온습도측정장치

(HOBO Temp. and Humidity)를 시험구별로 설치하여 4월부터 10월까지 측정하였다. 재배 관리는 농촌진흥청 원예시험장 과수 표준재배법을 참고하였으며, 주요조사항목은 활착율, 월하율, 월동율, 묘고, 묘경 등 이었다.

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 자생식물 기능성 물질 탐색 연구

일반적으로 특정물질에 대한 항산화 활성을 측정하는 방법에는 몇가지가 있으나 Spectrophotometer를 이용한 DPPH radical 소거 활성법이 간단하면서 대량으로 측정이 가능한데 이물질은 radical을 갖는 물질중에서 비교적 안정한 화합물로 MeOH 용액에서는 보라색으로 발색된다. 그러나 항산화 활성을 갖는 물질을 만나면 항산화 활성물질이 DPPH의 radical을 포획하기 때문에 보라색이 소실된다. 따라서 미지의 식물추출물의 항산화 활성을 쉽게 측정할 수 있으며 실제 항산화 활성과도 연관성이 매우 높은 장점이 있다. 표 1은 달맞이 등 17종의 자생식물 메탄올 추출물에 대하여 DPPH radical 소거 활성측정 결과이다. 항산화능력이 높게 나타난 식물은 뽕쑥, 달맞이, 싸리나무, 산벚나무이었고, 이 중 달맞이와 산벚나무는 토코페롤과는 비슷하고 BHA와 BHT 보다는 높은 항산화력을 나타내어 이용가치가 높을 것으로 생각되었다. Song 등(2000)은 국내산 약용식물 38종의 항산화력을 탐색한 결과 가시오갈피, 구절초, 건강, 목단, 시호, 산수유, 산사, 유근피, 작약, 천궁, 홍화씨, 황금 등이 항산화력을 갖고 있는 것으로 보고하여 많은 자생식물이 항산화력을 지니고 있을 가능성이 높음을 시사해 주었다.

표 1. 여러가지 자생식물의 메탄올 추출물의 항산화력

재 료	전자공여능력(EDA, %)			재 료	전자공여능력(EDA, %)		
	100ppm	200	400		100ppm	200	400
산사나무	9.5	15.1	30.5	싸리나무	37.4	69.4	86.8
느릅나무	5.4	11.4	23.3	누리장나무	15.3	27.7	52.7
뽕딴지	1.3	2.0	2.9	어수리	4.8	7.1	11.1
황기	0.6	1.1	2.7	단풍잎돼지풀	2.1	5.7	9.9
고삼	2.3	3.2	4.7	쥐손이풀	6.7	16.5	28.7
마타리	6.6	12.8	27.1	산벚나무	32.0	66.7	88.9
뽕쑥	24.8	48.5	79.4	마가목	7.0	12.2	20.9
달맞이	78.9	89.3	90.9	BHA	21.1	62.9	81.6
등골나물	10.8	17.1	25.2	BHT	38.6	56.0	71.8
좁쌀의장풀	5.5	10.4	20.2	Tocophrel	73.0	82.2	83.8

세포독성 실험에 사용된 자생식물은 등골나물 등 12종이며 메탄올 추출물을 대상으로 MTT법에 의한 세포독성을 검토한 결과를 보면 표 2와 같다. 산사나무 잎, 산벚나무, 달맞이, 느릅나무, 좁쌀의 장풀, 황기, 뽕딴지, 쥐손이풀은 3가지 세포에 대해서 세포독성이 전

혀 나타나지 않았고, 등골나물은 A549 세포에 대해서만 세포독성이 나타나 ED₅₀ 값이 76.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 였고, 산사나무 가지, 마타리, 싸리나무는 A549, SK-OV-3, SK-Mel-2 세포에 대해서 모두 세포독성이 나타났다. 특히 산사나무 가지와 등골나물은 비교적 강한 세포독성을 나타내었고, 싸리나무는 항산화력도 높고, 세포독성도 지니고 있어서 연구 가치가 컸다. Nam 등(1995)은 생약 60종의 메탄올 추출물들의 시험관내 cytotoxicity를 스크리닝 한 결과 전호, 반하, 의이인, 백두공, 인경쑥, 주목잎, 울금 등이 비교적 낮은 독성을 나타내었고, 백두구, 초과, 석산, 주목줄기, 눈주목줄기 등은 비교적 강한 세포독성을 나타낸다고 하였다.

표 2. 여러가지 자생식물의 메탄올 추출물의 세포독성 측정

재 료	ED ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)			재 료	ED ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)		
	A549	SK-OV-3	SK-Mel-2		A549	SK-OV-3	SK-Mel-2
등골나물	76.5	-	-	마타리	21.3	18.3	21.6
산사나무(가지)	113.5	105.4	98.3	좁닭의장풀	-	-	-
산사나무(잎)	-	-	-	황기	-	-	-
산벗나무	-	-	-	싸리나무	15.6	21.8	29.7
달맞이	-	-	-	뚝딴지	-	-	-
느릅나무	-	-	-	쥐손이풀	-	-	-

(시험 2) 마가목, 산사 종자 발아율 향상 시험

가. 총적온도 및 발아온도에 따른 발아특성

1999년 강원도 평창군에서 채취한 마가목과 산사의 과실특성은 표 3과 같다. 과실은 성숙기에 붉은 적색을 나타내었고, 생체중은 산사가 마가목 보다 12배 정도 더 컸으며, 1과실당 종실수는 마가목이 3.2개, 산사가 4.2개였다. 마가목 과실은 수확후 물에 2일정도 담갔다가 건져서 망사자루에 넣은후 두 손으로 비벼 과육과 과피를 분리하여 흐르는 물에 씻어 종자를 얻었고, 산사 과실은 딱딱한 이유로 부득이 칼을 이용하여 과육을 제거한후 50℃ 정도되는 물에 담갔다가 건져서 햇볕에 말리기를 5회정도 수행하여 서로 단단히 결합되어 있는 종자를 분리한후 실험에 사용하였고, 두 종자는 공히 시험재료로 사용하기전 습윤한 상태로 유지하여 마르지 않도록 하였다.

표 3. 시험재료의 과실 특성

종 류	수집시기	수집지역	과실색	과실생체중 (g/100개)	과실폭 (mm)	종실중 (g/100립)	1과실중 종실수(개)
마가목	10월중순	평창 진부	적색	15.5	6.7	0.23	3.2
산 사	10월중순	평창 봉평	적색	188.8	16.9	0.39	4.2

표 4. 마가목 종자 총적온도 및 발아온도별 발아특성

습윤총적온도 (°C)	발아율 (%)	비 고	발아온도 (°C)	발아율 (%)	비 고
0	0	발아온도 : 8°C	5	22	총적온도 : 5°C
3	14	습윤총적기간 : 90일	15	5	습윤총적기간 : 90일
5	17		25	2	
8	15		35	1	

총적저장시 최적의 온도를 알아보기 위해 총적온도를 0°C부터 8°C 범위내에서 4처리로 총적저장한 후 발아온도 8°C로 발아시험을 한 결과(표 4) 0°C 총적저장시에는 전혀 발아가 되지 않았고 3°C는 14%, 5°C는 17%, 8°C는 15%로 5°C가 가장 높은 발아율을 보였다. 그리고 5°C로 총적저장된 재료를 가지고 발아온도를 5°C부터 35°C까지 4처리를 한 결과 15°C이상의 온도에서는 발아율이 5% 미만으로 저조하였으나 5°C 에서는 22%의 발아율을 보여 마가목 종자는 저온에서 발아가 유기되는 것으로 나타났다. 즉 마가목 종자는 저온총적 저장중 배의 후숙이 이루어진 후 낮은 온도에서 발아가 촉진되었다. 종자의 발아에 미치는 요인은 온도, 수분, 종자성숙도, 배의 후숙, 발아억제물질 등의 여러 요인(Chung 등, 1994)들이 작용하는데 총적처리는 배의 후숙에 영향을 미쳐서 발아 촉진에 기여한다. 마가목 종자는 저온인 5°C에서 습윤총적한 처리에서 발아율이 높았는데 이것은 속단 등의 산채 11종의 발아에 농가냉장고 조건(4°C) 처리가 40%이상 발아촉진 효과가 있다는 Park 등(1998)의 결과와 비슷 하였다. 그리고 발아최적온도는 저온총적저장 온도인 5°C에서 발아율이 가장 높았는데, 초피나무의 종자 발아온도로 20°C를 적용한 Kim 등(1996)의 보고와는 다르게 마가목은 저온에서 발아율이 높은 특성을 나타내었다. 관행적인 목본류의 종자발아는 노천매장이나 습윤총적후 이른봄 육묘상에 파종하거나, 전년도 가을 종자 수확후 본포에 바로 파종하여 겨울을 지낸후 봄에 자연발아 시키는 것으로서 저온경과후 봄에 온도가 올라감에 따라서 종자가 휴면이 타파하여 발아하는 것으로 알려져 있다.



사진 3. 마가목 종자 발아 모습

표 5. 산사 종자 총적온도 및 발아온도별 발아특성

총적온도 (°C)	발아율 (%)	비 고	발아온도 (°C)	발아율 (%)	비 고
0	0	발아온도 : 8°C	5	4.5	시험재료 : 5°C
3	0	저장기간 : 3개월	15	0	총적 3개월
5	0		25	0	
8	0		35	0	

산사 종자의 발아율을 향상시키기 위하여 최적 총적온도 및 발아온도를 조사하였다. 처리로는 총적 온도 0, 3, 5, 8°C였고, 발아 온도 5, 15, 25, 35°C 였다. 표 5에서 보는바와 같이 산사 종자의 발아율은 극히 저조하였는데 총적온도에 따른 발아율 조사결과 처리별로 발아가 전혀 되지 않아 최적 총적온도는 구명할수 없었으며, 최적 발아온도 실험에서는 가장 낮은 5°C에서 4.5%의 발아율로 다른 세계의 처리구 0%의 발아율 보다 높게 나타나 산사 종자는 저온에서 발아가 촉진되는 것으로 나타났으나 발아율이 매우 낮아 결론을 내리기가 어려웠다. 사진 4와 5는 산사 종자의 개갑 모습과 발아 모습을 나타낸 것으로 과피가 두껍고 딱딱하여 개갑처리에 어려움이 예상되었으며 발아율이 극히 저조한 원인의 한 이유로 생각되었다.



사진 4. 산사 종자 개갑 모습



사진 5. 산사 종자 발아 모습

나. 저장방법에 의한 발아율 변화

표 6. 저장방법에 따른 마가목 종자의 발아율 변화

저장방법	과육포함 여부	발아율(%)
습윤총적	제 거	14
	포 함	4
노천매장	제 거	40
	포 함	34
변온저장(0°C↔상온)	제 거	40
	포 함	0

종자의 발아는 종자 자체의 발아능과 파종된 지점의 환경에 따라 많은 환경인자의 영향을 받으며, 종자 자체의 발아능은 자발적 휴면과 파종후 환경조건 등과 밀접한 관계가 있다. 휴면타파를 위한 온도처리(Kang 등, 1997)로 향온, 일중변온과 같은 발아온도의 조절과 발아전 온도처리가 있는데, 저온처리는 처리가 간편하다는 이점 때문에 농가에서 많이 이용되

고 있으나 효율적인 처리는 종마다 다른 것으로 보고되고 있다. 마가목 종자의 휴면을 타파하기 위한 방법으로 습윤층적과 노천매장을 하였고, 또한 마가목 열매의 과육이 휴면에 미치는 영향을 조사하였다(표 6). 저장방법에 관계없이 과육이 포함된 경우 발아율이 떨어져서 과육에 발아억제 물질이 존재하는 것으로 추측되었고, 습윤층적 보다는 노천매장시에 발아율이 가장 높아서 과육을 제거한 후 노천매장 하였을 경우 40%의 발아율을 나타내었다. 마가목 종자는 저온 처리시 향온 보다는 변온 조절이 휴면타파에 큰 영향을 미치는 것으로 추측되었다.

표 7. 저장방법에 따른 산사 종자의 발아율 변화

저장방법	과육 포함 여부	발아율(%)
습윤층적(5℃)	제 거	0
	포 함	12.0
노 천 매 장	제 거	0
	포 함	0
변온저장(0℃↔상온)	제 거	0
	포 함	0

산사 종자의 저장방법에 따른 발아율 변화는 표 7에 나타난 바와 같다. 산사 종자는 노천매장이나 변온저장에 의해서 발아율 촉진이 전혀 없었으며 과육의 제거 유무에 따른 발아율 변화도 없었다. 다만 습윤층적 저장시 과육이 제거된 처리에서는 발아가 0%였으나 과육이 포함된 상태로 저장한 후 발아율 시험한 처리는 12%의 발아율을 나타내었다. 이러한 결과는 다소 의외의 현상으로서 표 7의 결과와 같이 마가목 등의 목본류 종자의 경우 과육이 제거되었을때 발아율이 높은것이 일반적인 현상이며 그 이유로는 과육에 발아억제 물질이 함유되어 있는 경우가 많아서 과육제거시 발아율이 높아지기 때문이다. 그러나 산사 종자의 발아율이 12% 미만으로 저조한 결과이기 때문에 더 많은 연구가 수행되어야 정확한 결론을 내릴수 있을 것으로 생각된다.

다. 화학약품 처리가 마가목 종자 발아에 미치는 영향

표 8. 화학약품 처리별 마가목 종자 발아율 변화

처리	농도(%)	침지시간(분)			
		5	10	20	40
H ₂ SO ₄	1	18	24	24	-
	5	8	26	20	-
	10	28	17	24	-
NaOCl	1	-	18	31	35
	2	-	26	45	37
	4	-	47	41	0

많은 종자에서 종피의 일부를 제거시키거나 부숙시켜 투수성을 높여 발아를 촉진하는 방법으로는 치아염소산나트륨(NaOCl), 황산(H₂SO₄), 염산, 아세톤, 알콜 등이 이용되고 있다(Choi 와 Kang, 1984). 이들 방법 가운데 황산과 치아염소산나트륨을 마가목 종자에 처리한 결과(표 8) 황산에 의한 영향은 적으나, 치아염소산나트륨에 의한 영향이 나타나서 치

아염소산나트륨 4%로 10분간 침지 하였을 때 47%의 가장 높은 발아율을 보였으며, 4%로 40분간 침지 하였을 때는 발아율이 0%로 발아에 역효과를 나타내어 화학약품 처리시에는 농도 및 시간에 유의해야 할 것으로 보였다.

표 9는 산사 종자에 황산과 치아염소산나트륨을 처리하여 발아율 변화를 조사한 것이다. 황산 은 30% 농도로 20분간 처리로 발아율 5%, 50% 농도로 5분간 처리로 발아율 8%를 나타내었으나, 이외 처리에서는 발아가 되지 않아 황산 처리로 산사 종자의 발아율 증가를 기대하기는 어려울 것으로 보였다. 치아염소산나트륨은 9개 처리중 7개 처리에서 발아가 낮았고, 1과 4% 농도로 20분간 처리후 발아율 조사시 9.1%의 발아율을 나타내어 산사 종자의 발아율 증가에 영향을 미친 것으로 생각되었다.

표 9. 화학약품 처리별 산사 종자 발아율 변화

종 류	처리농도 (%)	침지시간(분)			
		5	10	20	40
H ₂ SO ₄	30	0	0	5.0	-
	50	8.0	0	0	-
	70	0	0	0	-
NaOCl	1	-	3.9	9.1	0
	2	-	4.2	0	3.5
	4	-	6.3	9.1	3.6

라. 식물생장 조절제 처리가 마가목 종자 발아에 미치는 영향

일반적으로 종자의 휴면을 타파하여 발아율을 높이는 데는 GA₃가 효과적인 것으로 알려져 있는데 고추냉이의 종자 휴면타파에 BA와 Kinetin이 GA₃ 보다 더 효과적이라고 보고되었다. 미숙배의 성장에는 GA₃가 그리고 성숙배의 생리적 미숙에는 저온이나 BA가 효과적인 것으로 알려져 있다. 마가목 종자 발아에 BA와 GA₃가 미치는 영향을 알아보기 위해서 각각의 농도별로 20분간 침지 한 후 발아 시험을 실시 하였고 그 결과는 표 10과 같다. GA₃는 200ppm 처리시 발아율 35%로 100과 400ppm처리 보다 높았고, BA는 200ppm 처리시 발아율 78%로 100ppm과 400ppm의 발아율 74%와 63%보다 높게 나타났다. 두 생장조절제 간의 비교에서는 GA₃ 보다 BA 처리시 마가목의 발아율이 배이상 높게 나타났다.

표 10. 생장조절제 처리에 따른 마가목 종자 발아율 변화

처리내용	농 도(ppm)		
	100	200	400
GA ₃	19	35	17
BA	74	78	63

표 11. 생장조정제 처리에 따른 산사 종자 발아율 변화

종 류	처리농도(ppm)			
	50	100	200	400
GA ₃	-	0	4.4	8.9
BA	11.1	11.1	4.5	-

산사 종자의 발아에 생장조정제가 미치는 영향을 조사하여 표 11에 나타내었다. GA₃와 BA를 처리한 결과 발아율이 4.4~11.1%로 높지는 않았으나 조금씩 영향을 주는 것으로 나타났다. BA 50과 100ppm을 처리시 11.1%의 최고 발아율을 나타내었다. 산사 종자의 발아율 향상 시험을 종합하여 볼 때 산사 종자는 단기 증적 저장으로는 12% 정도의 발아만 가능하였고 후숙, 물리적, 화학적 방법을 응용하여도 그 이상의 발아율 증가를 기대하기 어려웠다. 따라서 2년 노천매장이나 인위적 개갑처리등 추가적인 연구가 더 필요하다고 생각되었으며, 육묘방법 등의 연구는 시기 상조로 생각되었다.

(시험 3) 마가목 실생육묘 기술 연구

마가목 실생종자 발아 방법을 응용한 실생종자 육묘방법을 시험하게 되었다. 지금까지는 가을에 종자를 수확한 후 발이나 비닐하우스에 골 파종하여 이듬해 20-30% 발아되어 출아된 유묘를 획득하거나, 종자를 망사자루에 넣어 노천매장 2년후 본밭에 파종하는 방법 등이었다. 그러나 실생종자 육묘기술은 가을에 수확한 종자를 망사자루에 넣어 저온 습윤층적 후 다음해 필요시 꺼내어 최아 시킨후 육묘할수 있는 방법이다. 이러한 기술은 지금까지의 관행에서 발생하는 낮은 발아율 및 숙음작업에 의한 유묘의 손실을 방지할 수 있고, 또한 균일묘 생산 및 연중 묘목 생산을 가능하게 하였다.

가. 육묘방법별 출현기 및 출현율

파종은 최아파종 방법을 이용하였으며, 최아파종시 유근의 길이는 0.3-0.8cm 정도 였다. 출현율은 최아파종 5-6일후 처리별로 약간의 차이는 있었으나 모두 양호한 결과를 얻었으며, 상자육묘시 최고 95.5%의 출현율을 나타내었다(표 12). 사진 6과 7에 육묘방법별 마가목 육묘 모습을 나타내었다.

표 12. 육묘 방법별 출현율

육묘방법	최아 파종일 ^J	출현기	출현율(%)
육묘상직파	5/5	5/10	89.9
상자육묘	5/5	5/9	95.5
포트육묘(49공)	5/5	5/9	93.2

J : BA 200ppm 20분 침지



사진 6. 49공 포트육묘 전경



사진 7. 상자육묘 전경

나. 육묘방법별 생육량 변화

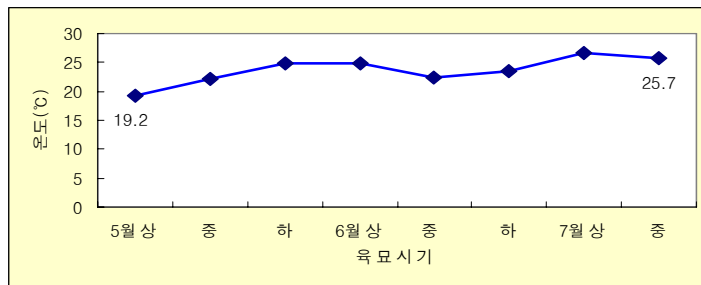


그림 1. 육묘온실내 육묘기간중 온도 변화

육묘 기간중 육묘온실의 평균온도 변화는 그림 1과 같이 5월 상순 19.2°C부터 시작하여 조금씩 온도가 상승하기 시작하여 7월 상순 가장 높은 26°C였다. 육묘방법별 육묘일수별 지상부 및 지하부의 생육량을 표 13, 그림 2와 3에서 살펴보면, 초장은 상자 및 포트육묘시 컷고, 근장은 포트육묘에서 크게 나타나서 초장은 상자육묘 50일 때 9.1cm, 근장은 49공 포트육묘 50일 때 9.7cm를 나타냈다. 육묘일수별로는 초장은 30일에서 40일 육묘시 증가량이 컷고, 근장은 40일에서 50일 육묘시 증가량이 컷다. 또한 건조 엽중은 초장과 건조근중은 근장과 비슷한 성장 경향을 나타내었고, 육묘일수별로는 둘다 40일에서 50일 사이에 그 증가량이 컷다. 육묘후 이식해야 하는 작업상의 절차를 생각한다면 근생육이 우수하여 메트 형성율이 좋아야 이식후 활착율이 높으므로 상자육묘방법 보다는 49공 포트육묘방법이 좋을 것이며, 적정 육묘기간은 뿌리 발달이 육묘시작후 50일에 크게 증가하나 육묘시기 및 육묘장소에 따라서 생육정도가 다르므로 대략 40-50일 정도 육묘한 후 이식하면 양호하였다.

표 13. 육묘방법 및 일수별 생육량 변화

육묘방법	초 장 (cm/주)			근 장 (cm/주)		
	30일	40일	50일	30일	40일	50일
육묘상직파	2.4	3.0	3.9	2.7	3.7	5.1
상자육묘	4.6	6.1	9.1	4.0	4.5	6.4
포트육묘(49공)	4.9	7.1	8.0	5.2	5.9	9.7

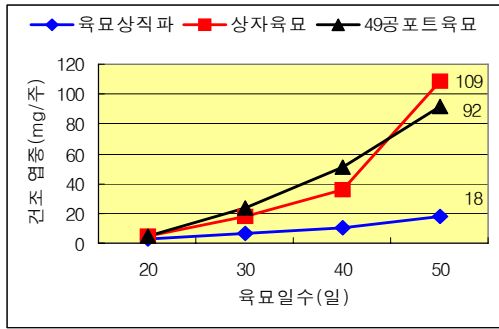


그림 2. 육묘방법별 건조엽중 변화

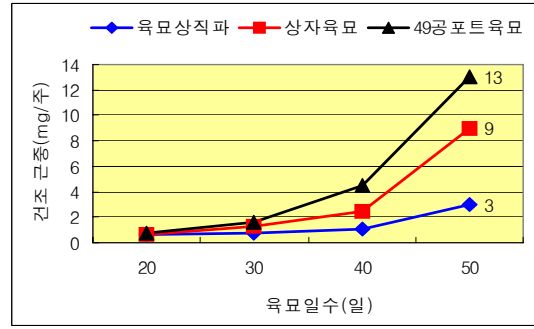


그림 3. 육묘방법별 건조근중 변화

표 14는 육묘방법별로 60일간 육묘한 마가목 유묘를 포장에 정식하여 생육량 변화를 살펴본 것이다. 60일간 육묘하여 생육량이 좋았던 처리는 상자육묘와 포트육묘 였는데 이 묘를 포장에 정식하였을때 그 생육량의 차이를 조사한 성적이다. 정식후 10일, 60일, 110일 3회 조사하였는데 수고, 분지수, 수경 모두에서 포트육묘한 처리에서 가장 높게 나타나서 육묘방법의 차이가 그대로 정식후 생육량 변화에 반영되었다.

표 14. 육묘방법에 따른 정식후 생육특성

정식후 일수(일)	육묘방법	수고(cm)	분지수(개)	수경(mm)
10	육묘상직파	4.7	4.7	-
	상자육묘	4.6	4.9	-
	포트육묘(49공)	4.8	4.7	-
60	육묘상직파	18.8	8.5	-
	상자육묘	25.3	10.0	-
	포트육묘(49공)	27.8	10.2	-
110	육묘상직파	22.4	8.0	5.4
	상자육묘	31.1	9.6	6.1
	포트육묘(49공)	37.2	10.1	6.2

(시형 4) 마가목 단기재배시 차광재배 효과

마가목은 우리나라 제주, 전남, 경남, 강원, 울릉도 등 각처에 자라는 낙엽교목이며, 지리적으로 중국, 일본 등지에 분포한다. 일조성은 문헌에 따라서 조금씩 다르게 기록되어 있어 확실히 결론을 내기는 이르지만 햇볕을 좋아하는 양수(陽樹)이므로 내음성은 약하지만 그늘에서 자라기도 하며 비교적 어떠한 토양에도 잘 자라는 적응력이 있다(Kwon, 2001). 그러나 생장기간이 짧은 고산(高山)조건에 적응되어 있어 식재지가 여름에 무덥고 건조하면 불리하며 일소(sunburn)에 주의해야 한다. 또한 문헌상에 나타난 마가목의 생태적 특성은 강한 햇볕을 좋아하지 않아서 양지보다 반음지에서 더 잘 자라고, 평지에서는 반음지나 차광망을 이용하라고 쓰여져 있기도 하다. 실제로 마가목의 자생지는 표고 500-1,200m의 깊은 산 큰 나무숲인게 사실이다. 그러나 마가목 대량 육묘를 산속에서 한다는 것은 작업및 관리 측면에서 어려움이 많고 또한 평지에서 육묘 할때는 어느정도의 차광이 적절한지 구명되어 있지 않아서 이를 해결할 목적으로 마가목을 2년동안 차광재배 실험을 실시하였다.

표 15. 차광정도별 일중 조도의 변화

(단위:Lux)

차광정도	조사시각				
	AM10	AM12	PM2	PM4	PM6
무차광	80,906(100)	96,240(100)	90,533(100)	63,486(100)	5,238(100)
35%	33,506(41)	47,840(50)	41,306(46)	17,893(28)	1,934(37)
55	18,800(23)	29,380(31)	23,333(26)	15,233(24)	1,236(24)
75	12,246(15)	18,726(20)	15,960(18)	11,600(18)	954(18)

♪ 조사일 : 2000년 8월하순, 3일 평균

표 16. 차광정도에 따른 생육기간중 온습도 변화

구분	차광정도	2001년						
		4월	5	6	7	8	9	10
평균온도 (℃)	무차광	18.2	21.4	25.2	27.8	28.2	22.9	14.8
	35%	15.8	19.9	22.3	24.5	25.0	20.0	13.3
	55	16.4	20.9	22.5	24.3	24.7	19.8	13.3
	75	15.4	19.5	22.3	24.5	25.0	19.9	13.4
상대습도 (%)	무차광	49.5	59.8	71.5	83.1	72.7	77.9	81.9
	35%	51.7	62.1	77.7	89.1	80.5	77.7	83.9
	55	51.7	60.4	77.7	90.3	81.7	77.3	82.4
	75	51.4	62.9	77.6	88.9	80.3	79.3	83.5

표 15와 표 16은 차광처리별 일중 조도변화와 생육기간중 평균 온습도 변화를 조사한 것이다. 차광시설은 종묘사에서 판매되는 차광망을 구입하여 설치하였는데 실제 일중 조도를 조사한 결과 조사시각에 따라서 다르기는 하나 실측 조도와 차광망의 차광정도에는 오차가 큰 것을 알 수 있었다. 정오(am 12)의 조도를 보면 노지를 100으로 한 지수를 볼때 35% 차광망은 50, 55% 차광망은 31, 75% 차광망은 20을 나타내어 시판차광망의 차광정도와 실제 조도 측정치와는 다른 결과를 나타냈다. 평균온습도 변화를 보면 평균온도는 무차광 처리가 차광처리보다 1~3℃ 정도 높았고, 상대습도는 온도변화의 경향과는 반대로 차광처리에서 무차광보다 2~8% 높게 나타났다.



사진 8. 간이 온습도 측정기 설치 모습

가. 차광정도별 활착율 및 월동율

차광처리는 무차광 노지재배, 35%, 55% 그리고 75%의 4처리를 두고 실험하였는데(표 17) 정식 후 활착율은 노지재배시 83.9% 였고, 35%이상 차광재배시 86.3-87.3%로 나타나 차광하는 것이 활착율이 약간 높았다. 월하율 및 월동율은 처리별 모두 98%이상으로 양호하였다. 무차광 노지재배를 하여도 차광재배시보다 활착율에서 3%정도 낮을뿐 월하율이나 월동율에 전혀 문제가 없었다. 마가목의 식물학적 특성으로 보면 여름에 무덥고 건조한 지역에서는 일소현상이 나타나서 차광이나 그늘 재배가 권장되고 있다. 그러나 본시험 결과로 볼때 지역에 따라서 차이는 있을지라도 대체적으로 평지에서도 무차광 노지재배가 가능함을 보여 주었다.

표 17. 차광처리별 활착율 및 월동율

차광정도	정식일 (월/일)	활착율 ^ㄱ (%)	월하율 ^ㄴ (%)	월동율 ^ㄷ (%)
노지재배	2000. 5. 15	83.9	100	98.9
35%	"	86.3	100	98.2
55%	"	87.3	100	98.5
75%	"	86.9	100	97.6

ㄱ 정식후 20일후, ㄴ 2001년 9월, ㄷ 2001년 4월 조사

나. 차광처리별 생육량 변화

2년간 수고 및 수경을 조사하였더니(표 18, 19, 20) 수고는 55% 차광재배시 72.2cm로 가장 컸고, 무차광 노지재배시 65.6cm로 가장 작아서 차광에 의한 웃자람 현상이 나타났다. 수경은 무차광 노지재배시 14.2mm로 가장 크고, 75% 차광시 8.6mm로 가장 작아서 차광 정도가 심해질수록 수경이 조금씩 작아졌고, 특히 무차광 노지 재배시보다 차광망을 사용해서 재배하였을때 수경이 크게 작아지는 현상이 나타났다. 따라서 월하율과 월동율이 처리별로 모두 비슷하게 높다면 재배할 때 노동력이 적게 들며 묘경이 굵어서 상품성이 높은 묘의 생산이 가능한 무차광 노지재배가 좋을 것으로 생각된다. 사진 8과 사진 9는 차광재배 전경이다.

표 18. 차광처리별 성장량 변화

차광정도	수 고 (cm)		수 경 (mm)	
	1년차	2년차	1년차	2년차
무차광	21.2	65.6	8.4	14.2
35%	21.6	67.0	7.2	9.9
55%	18.4	72.2	6.3	9.4
75%	18.0	66.3	5.6	8.6



사진 8. 1차 전경



사진 9. 2차 전경

표 19. 차광처리별 수고 변화(2년차) (단위: cm)

차광정도	조사시기 (2001년)				
	May30	June30	July30	Aug.30	Oct.8
무차광	42.0 a	63.7 a	64.3 a	65.2 a	65.6 a
35%	47.1 a	64.9 a	66.2 a	66.6 a	67.0 a
55	46.6 a	69.6 a	70.7 a	71.5 a	72.2 a
75	43.6 a	64.2 a	65.4 a	65.6 a	66.3 a

표 20. 차광처리별 수경 변화(2년차) (단위 : mm)

차광정도	조사시기 (2001년)				
	May30	June30	July30	Aug.30	Oct.8
무차광	8.9 a	10.6 a	13.2 a	14.0 a	14.2 a
35%	8.0 a	8.4 b	9.3 b	9.6 b	9.9 b
55	6.6 b	7.5 b	8.6 b	9.2 b	9.4 b
75	5.8 b	6.8 b	7.7 b	8.2 b	8.6 b

4. 적 요

자원식물 18종의 기능성 물질을 검색하였고, 이 중 산사와 마가목의 발아율 향상 방법을 구명하였다. 또한 마가목의 육묘방법과 적정 차광재배 조건을 구명하였고 그 결과는 다음과 같다.

(시험 1) 기능성 물질 탐색 연구

- 가. 향산화력은 달맞이, 싸리, 산벚나무 등이 높게 나타났음
- 나. 세포독성은 싸리, 마타리, 산사나무, 등골나물에서 나타났음

(시험 2) 마가목과 산사 종자 발아율 향상 시험

- 가. 마가목 종자는 무처리에서 22.6%의 발아율을 나타내었고, BA 200ppm을 20분간 처리시 78.9%의 높은 발아율을 나타내었음
- 나. 산사나무 종자는 최고 11.1%의 발아율을 나타내었고, 화학약품과 생장조절제 처리에

의한 발아율 증가는 없었음

(시험 3) 마가목 실생육묘 방법 연구

- 가. 출현율은 상자육묘와 포트육묘 재배시 93-95%로 높음
- 나. 49공 포트육묘 재배시 육묘기간 50일 동안 근장, 건조근중이 가장 높아서 근생육이 향호하게 나타났음
- 다. 상자육묘 재배시 육묘기간이 40일 이후 초장, 건조엽중이 포트육묘 보다 높았음
- 라. 결과적으로 마가목의 실생육묘시 포트육묘로 50일 동안 재배시 묘가 가장 양호 하였음

(시험 4) 마가목 단기재배기술 연구

- 가. 차광에 따른 온도의 변화를 보면 35% 이상 차광 조건보다 무차광 조건에서 일평균 2~3℃ 정도 높게 나타났음
- 나. 육묘의 활착율은 차광구에서 86-87% 였고, 무차광구에서는 조금 낮은 84% 였음
- 다. 수고는 무차광구보다 차광구에서 조금 높았고, 55% 차광조건에서 2년생 묘가 72.2cm로 가장 컸음
- 라. 수경은 무차광구에서 가장 높은 14.2mm였고, 차광정도가 높아질수록 작아져서 75% 차광재배에서 8.6mm였음
- 마. 결과적으로 볼때 마가목의 단기 재배시에는 차광재배 조건은 묘를 웃자라게 하므로 우량묘 생산은 무차광 재배가 좋을 것으로 판단됨

5. 인용문헌

- Bang MH, Song JC, Lee SY, Park NK, Baek NI 1999. Isolation and structure determination of antioxidants from the root of *Paeonia lactiflora*. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 42(2) : 170-175.
- Boyd MR 1989. Status of implementation of the NCI human tumor cell line in vitro primary drug screen. Proc. Am. Assoc. Cancer Res. 30: 562-568.
- Choi BH, Kang KH 1984. Principles of seed science and technology. Hongikjae. p384.
- Chung HG, Seong NS, Chae JC 1994. Effect of seed condition, grain period and cold stratification treatment on germination of *Bupleurum falcatum* L. Korean J. Medicinal Crop Sci. 2(1): 32-37.
- Chung IM, Kim KH, Ahn JK, Ahn JS, An SC 1999. Screening of korean medicinal and food plants with antitumoral activity. Korean J. Medicinal Crop Sci. 7(1): 37-44.
- Kang JH, Park JS, Ryu YS 1997. Effect of prechilling, light quality and daily irradiation hours on seed germination in three *Campanulan* plants. Korean J. Medicinal Crop Sci. 5(2): 131-138.
- Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC, Lee BY 1995. Antioxidative activity and physiological activity of some korean medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 27(1): 80-85.
- Kim IJ 2002. The research and extension. R.D.A. 43(2): 22-24.
- Kim SJ, Shin JH, Kim KJ, Park SD, Choi BS, Kim KU 1997. Effect of GA₃, Kinetin and physical treatment on the seed germination of *Zanthoxylum piperitum* A.P. DC.

Korean J. Medicinal Crop Sci. 5(1): 43-48.

Kwon OJ 2001. Landscaping tree. Korean Landscaping Tree Association. 63: 8-15

Nam SH, Yang MS 1995. Isolation of cytotoxic substance from *Chrysanthemum Boreale* M. Agricultural Chemistry and Biotechnology 38(3): 273-277.

Park IK, Lee JO, Lee HS, Seol KY, Ahn YJ 1998. Cytotoxic activity of Bom,byx mori and Morus alba derived materials against human tumor cell lines. Agricultural Chemistry and Biotechnology. 41(2): 187-190.

Park KW, Lee GP, Park KW, Jeong JC 1998. Seed morphology of thirty korean wild green species and effect of seed stratification on germination. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39(2): 129-134.

Ryu SY, Zee OP 1992. An antitumor activity of psoralea corylifolia. Arch. Pharm. Res. 15: 356-360.

Song JC, Park NK, Hur HS, Bang MH, Back NI 2000. Examination and isolation of natural antioxidants from korean medicinal plants. Korean J. Medicinal Crop Sci. 8(2): 94-101.

Thayer PS, Himmelfarb P, Watts GL 1971. Cytotoxicity assay with L1210 cells in vitro. comparison with L1210 cells in vitro and KB cells in vitro. Cancer Chemother. Rep.(part 2). 1-25.

6. 연구결과 활용계획

마가목 실생육묘 및 무차광재배 효과 영농활용(2001)