

I. 시설양묘 대상 수종과 양묘기술

건국대 산림환경과학과
교수 김 종 진

시설양묘 대상 수종과 양묘기술

1. 들어가며

짧은 임업시설양묘의 역사에도 불구하고 근래에 와서 이 분야에 대한 관심이 높아져가고 있는 현실은 시설양묘를 통하여 생산된 용기묘의 효율성의 확인에서 비롯되었다고 판단된다. 한, 두 수종의 단순한 수종으로 시작된 용기묘 대량생산 경험이 이제는 다양한 수종의 도입을 강하게 필요로 하는 본격적인 시설양묘 궤도의 도약기 출발점에 온 듯한 느낌이다.

이 시점에서 우리나라의 시설양묘 분야가 도약을 하기 위해서는 필수적으로 준비해야 하는 사항들이 적지 않은 것 같다. 적정 수종 선정, 용기개발, 생육관리 기술 개발 등을 포함한 대상 수종별 생산사업 체계 수립과 더불어 임업시설양묘 사업기술 표준화 작업도 아울러 정리되어야 할 것이다.

이러한 점들을 고려할 때 아직은 대상 수종 확대 선정에 필요한 기초 자료가 충분하지는 않지만 그동안의 국내·외에서 진행된 연구자료와 현장에서의 경험 자료 등을 고찰하여 앞으로 우리나라 시설양묘의 대상 수종과 그들의 양묘에 필요한 기본 양묘기술에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 시설양묘 대상 수종

가. 우리나라의 시설양묘 수종

우리나라의 임업시설양묘는 1996년 고성산불피해지 복구 조림용 용기묘 생산을 계기로 많은 발전을 이룩하였으나, 아직 본격적으로 용기묘를 생산한 역사가 짧아 현재 시설양묘의 주 대상수종은 소나무와 상수리나무로 한정되어 있다. 2003년 현재까지 소나무 용기묘는 동해안 대형 산불피해지 소나무림 복원사업으로 1,000만본이, 상수리나무 용기묘는 사유림 시범조림으로 300만본이 생산·조림되었다. 용기묘로 생산된 이들 수종의 식재 현지에서의 높은 활착률과 생존·생장률은 이들 수종의 지속적인 생산의 필요성과 임업시설양묘를 통한 다양한 수종의 도입 필요성을 강하게 주장하게 하는 확실한 기초자료로서 큰 의미를 띠게 하였다.

앞으로 우리나라 양묘 산업분야는 「제4차 산림기본계획(변경)」 핵심 추진과제에 제시된 산림의 기능별 주요 시책 추진에 필요한 다양한 type의 수종 생산 요구를 만나게 될 것이다. 이에선 조림수종(표 1, 2)을 비롯하여 환경수종, 경제수종, 생활환경보전수종, 산림훼손지 복원수종 등 여러 식재지 환경에 적합한 묘목의 생산이 포함될 것이다. 따라서 시설양묘 대상 수종도 이들 요구를 고려하여 적정 수종을 선정, 이를 대상으로 고품질의 우량용기묘를 생산할 수 있는 기술개발을 서둘러 확립하고 시설양묘 경영 합리화를 도모하여야 할 것이다.

표 1. 기후대별 용재생산 목적 조림 권장수종

구 분	조림지대	주수종(8개 수종)	부수종(12개 수종)
기후대별 권장수종	온대북부	소나무, 낙엽송, 잣나무, 자작나무, 백합나무, 참나무류	전나무, 스트로브잣나무, 물푸레나무, 거제수나무
	온대중부	소나무, 낙엽송, 잣나무, 자작나무, 백합나무, 참나무류	리기테다소나무, 스트로브잣나무, 물푸레나무, 거제수나무, 가래나무, 느티나무
	온대남부	소나무, 낙엽송, 자작나무, 백합나무, 참나무류	해송, 리기테다소나무, 물푸레나무, 박달나무, 가래나무
	난 대	해송, 편백, 백합나무	테다소나무, 삼나무, 가시나무류, 후박나무
조림권장수종	소나무, 낙엽송, 잣나무, 편백, 해송, 자작나무, 백합나무, 참나무류	삼나무, 가시나무류, 후박나무, 테다소나무, 리기테다소나무, 물푸레나무, 박달나무, 가래나무, 스트로브잣나무, 느티나무, 거제수나무, 전나무	

표 2. 주요 수종별 조림방향

주요 수종	조림 방향
· 소나무, 참나무류, 백합나무 등	· 현재보다 확대
· 낙엽송, 삼나무, 편백, 자작나무 등	· 현수준 유지
· 잣나무	· 현재보다 축소

대상 수종을 선정함에 있어서 시설양묘의 장점을 최대한 반영할 수 있는 수종의 특징을 살펴보면, 일반적으로 소립종자, 낮은 발아율, 생장이 늦은 수종 그리고 세근 발달이 잘 안 되는 직근성 수종이라 할 수 있겠다. 이러한 특징을 가진 수종을 대상으로 고도로 숙련된 양묘자가 종자의 효율성을 높이고 첨단화한 시설을 활용하여 고품질의 묘목을 만들 때 최대의 효과를 얻을 수 있을 것이다.

하지만 우리나라의 시설온실이 대다수 준자동화된 비닐온실인 현실을 고려할 때 대상수종은 우량종자 공급이 원활한 수종이면서도 비닐온실에서 생육이 좋은 수종을 선정하여야

할 것이다. 또한 조림이 침엽수 위주에서 활엽수 식재 비율이 증가하는 추세이므로 시설양묘 대상수종 선정에 있어서도 활엽수의 비중을 높이는 방향으로 나아감이 바람직한 것으로 판단된다. 더불어 조림 후 풀베기와 같은 사후관리 과정을 줄일 수 있는 대묘생산이 가능한 수종이 더 유리할 것이다.

한편 소나무와 같은 침엽수를 대묘로 생산하기 위해서 시설·노지, 노지·시설연계 양묘 방법이 개발·시험되고 있으며, 또한 시설에서 2년 동안의 생육을 통한 침엽수 대묘(2-0묘) 생산 기술도 시험되고 있다.

우리나라 자생수종을 중심으로 현재까지 시설양묘 대상 수종 선정을 위하여 연구한 수종을 보면 침엽수로는 소나무, 곰솔, 낙엽송, 잣나무, 전나무, 가문비나무, 구상나무, 솔송나무, 은행나무가 있고, 활엽수로는 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 신갈나무, 종가시나무, 자작나무, 거제수나무, 박달나무, 물푸레나무, 음나무, 두릅나무, 가시오갈피, 찰피나무, 층층나무, 말채나무, 노각나무, 쉬나무, 산초나무, 고로쇠나무, 복자기, 헛개나무, 백합나무, 옷나무, 후박나무 등이 있다. 이들 수종 중에서 시설양묘의 장점에 부응될 수 있는 수종을 표 3과 같이 추천하고자 한다.

표 3. 용도 특성에 따른 시설양묘 대상 수종

구 분	대 상 수 종
용재수종	소나무, 곰솔, 낙엽송, 가문비나무, 상수리나무, 졸참나무, 신갈나무, 고로쇠나무, 자작나무, 거제수나무, 박달나무, 층층나무, 말채나무, 노각나무, 백합나무, 찰피나무
경관수종	은행나무, 복자기
특용수종	가시오갈피, 헛개나무, 후박나무, 쉬나무, 음나무, 두릅나무
내음수종	전나무
내화수종	굴참나무

※ 대상수종의 용도구분은 실지로 중복이 되나 편의상 중복을 피하였음.

한편 앞에서 언급한 「제4차 산림기본계획 (변경)」에서는 산림의 생태적·사회적 기능의 중요성 강조와 함께 산림을 생태·환경적으로 건강하게 잘 가꾸어야 한다는 국민적 요구를 반영하고자 하였다. 따라서 자연환경보전, 생활환경보존 및 개선, 산림휴양, 문화진흥 등의 기능에도 중점을 두고 산림을 관리하고자 하였다. 위에 언급된 수종들(기 연구·시험된 수종)도 이러한 기능에 적합한 수종군에 일부 포함되지만 아직은 연구되지 않고 있는 느릅나무, 때죽나무, 쪽동백나무, 산딸나무, 마가목, 팔배나무, 함박꽃나무 등을 추천하고 싶다.

그리고 지구 온난화의 영향으로 생육 한계선이 북상하고 있는 시점에 장기적인 관점에서 난대수종 개발은 필수적으로 다루어야 될 부분이다. 유망 수종으로는 편백나무, 삼나무,

가시나무류들이며, 아직 널리 다루고 있지 않는 수종들이 발굴될 가능성 또한 매우 크다.

나. 외국의 주요 시설양묘 수종

현재 시설양묘가 발달한 미국, 캐나다, 스웨덴, 핀란드 등지에서 생산되고 있는 용기묘의 대부분은 조림용 침엽수종이다. 시설양묘가 가장 활발하게 이루어지고 있는 캐나다의 주요 수종은 지역의 특성을 고려하여 생산하는 수종을 주별로 달리하고 있다.

표 4. 선진임업국의 주요 시설양묘 수종

국 가		수 종
캐나다	온타리오주	마리아스나가문비나무(<i>Picea mariasna</i>), 스트로브잣나무(<i>Pinus strobus</i>), 방크스소나무(<i>P. banksiana</i>)
	알버타주	글라우카가문비나무(<i>Picea glauca</i>), 콘토르타소나무(<i>P. contorta</i>)
	브리티쉬 콜롬비아주	시트카가문비나무(<i>P. sitchensis</i>), 미송(<i>Pseudotsuga menziesii</i>), 서양솔송나무(<i>Tsuga heterophylla</i>), 콘토르타소나무, 서양낙엽송(<i>Larix occidentalis</i>)
미 국	오레곤주	미송, 전나무류(<i>Abies procera</i> , <i>A. amabilis</i>), 서양솔송나무, 폰데로사소나무(<i>P. ponderosa</i>)
	노스 다코타주	글라우카가문비나무, 풍젠스가문비나무(<i>P. pungens</i>), 시베리아낙엽송(<i>L. sibirica</i>)
	루이지애나주	남부소나무(<i>P. palustris</i>)
	활엽수종	참나무(<i>Quercus alba</i> , <i>Q. velutina</i> , <i>Q. rubra</i> , <i>Q. stellata</i>), 붉은물푸레나무(<i>Fraxinus pennsylvanica</i>), 흑호두나무(<i>Juglans nigra</i>), 서양팽나무(<i>Celtis occidentalis</i>), 주엽나무류(<i>Gleditsia triacanthos</i>)
스 웨 덴	독일가문비나무(<i>P. abies</i>), 구주소나무(<i>P. sylvestris</i>), 콘토르타소나무	
스코트랜드	구주소나무	

3. 양묘기술

시설양묘를 운영하는 용기묘 생산자는 묘목의 재배방법 습득이 필수적이지만 이에 앞서 반드시 대상 수종의 생육특성과 생리·생태적 특성을 이해해야 한다. 이러한 사항은 재배 경험과 교육을 통해서 배양이 가능할 것으로 판단되며 우리나라 임업 시설양묘 기술 발전의 핵심이라 할 수 있을 것이다. 용기묘 양묘기술은 생산 예정 묘목의 규격과 판매에 밀접한 관계에 있기 때문에 세심한 주의를 묘목 생산 전 과정을 통하여 요구하고 있다. 따라서 본 글에서는 양묘기술 분야의 기본이 되는 묘목의 성장과 발달 그리고 생육단계별 특성에 대해 간단히 언급하고자 한다.

가. 용기묘의 성장과 발달

묘목의 성장과 발달은 유전적·환경적 요인에 의하여 조절되며 수종에 따라 생육 단계별

로 독특한 특징들을 발현시키고 있는데, 일반적으로 이해되고 있는 묘목의 생육과정에서 수종별로 보이는 몇몇 생리적 특성을 살펴보고자 한다.

1) 종자의 발아 및 출현

종자가 발아하는 동안 뿌리는 가장 먼저 활동을 시작하며, 일반적으로 목본식물의 발아 형은 발달하는 자엽의 위치에 따라 두 가지 형태로 나뉘어진다. 발아할 때 배의 하배축이 길게 자라면서 자엽을 지상 밖으로 밀어내는 지상자엽형 발아, 자엽은 지하에 남아 있고 상배축이 지상으로 자라 올라와서 본엽을 형성하는 지하자엽형 발아로 구분된다. 지상자엽형 발아는 침엽수 및 활엽수 소·중립종자에서, 지하자엽형 발아는 상수리나무와 같은 참나무류, 호두나무, 개암나무류 등 주로 대립종자에서 나타난다.

2) 줄기의 생장

묘목의 줄기생장형에 대한 설명 중 유한생장(determinate growth)과 무한생장(indeterminate growth)의 이해는 실질적으로 용기묘 생산기술에 적용될 수 있을 것으로 된다.

정아가 주지의 한복판에 자리잡고 있어 줄기의 생장을 조절하면서 제한하고 있을 때, 유한생장을 한다고 하며, 소나무류, 가문비나무류, 참나무류의 줄기가 여기에 속한다. 유한생장을 하는 수종은 한 가지당 1년에 한 번 혹은 두세 번 정아가 차례대로 형성되면서 신장한다.

한편 정아를 형성하지 않은 상태에서 가을 늦게까지 자라다가 추위로 끝 부분이 죽으면 맨 위에 있는 측아가 정아 역할을 하여 이듬해 봄 다시 줄기가 자랄 때, 무한생장을 한다고 한다. 자작나무, 서나무, 피나무, 느릅나무 등이 이에 속한다.

나. 용기묘의 생육단계

일반적으로 시설에서 생산되는 임업 용기묘의 생육 전 과정은 세 단계로 나누어 다루고 있다. 여기에서 굳이 생육단계를 구분하여 다루는 것은 시설에서 이들이 자랄 때 만나게 될 생육환경을 반드시 다르게 조절·준비해야 되기 때문이다.

1) 유묘형성기(establishment phase)

유묘형성기는 종자파종에서 시작하여 발아 및 출현단계를 거쳐 유묘의 본잎이 발달될 때까지를 말하며, 시설양묘의 실행과정에서 가장 신중하게 접근하여야 할 단계이다. 이 단계는 발아시기와 초기 생장시기로 나눌 수 있다. 발아시기는 종자를 파종하면서 유묘에서 자엽이 발달되는 시기이다. 이 시기에는 적정 온도와 습도를 유지할 수 있도록 각별히 신경을 써야 하며, 특히 병충해와 환경에 의한 피해를 입지 않도록 주의하여야 한다. 초기생장시기는 어린 묘목이 되면서 빠른 생장을 하기 전까지를 말한다.

본 유효형성기의 시업과정에서는 종자품질 및 발아촉진처리를 철저히 실행하여 종자발아가 빠른 시일(1~2주)내에 균일하게 이루어지도록 하여야 한다. 그리고 자작나무와 같은 소립종자는 복토를 종자 크기의 2배 정도 깊이로 하고 종자가 건조하지 않게 수시로 미스딩 관수를 하여야 발아가 용이하고 종자가 용기내에서 이동하지 않는다. 상수리나무와 같은 대립종자는 종자 크기 정도의 복토가 적합할 것이다.

우리나라의 기후 조건을 고려할 때 비닐온실에서 유효형성기는 4월~5월초까지 이루어져야 묘목의 다음 단계 생육이 순조롭게 진행되며, 특히 시설내 고온의 피해를 줄일 수 있을 것이다.

2) 빠른 생장기(Rapid growth phase)

묘목의 전 생육과정에서 수고, 근원경 및 뿌리가 상대적으로 빠른 성장을 보이는 단계이다. 이 단계에서 묘목은 빠른 성장을 하여 수고가 필요 규격에 이르는 시기이며 대부분의 건중량 생장이 이루어진다. 이 시기에 유한생장을 하는 수종은 정아가 착생되고 무한생장을 하는 수종은 정아가 형성되지 않고 지속적인 성장을 보인다.

현재까지 연구된 수종의 생장형태를 보면 빠른 생육을 하는 무한생장 수종, 느린 생육을 하는 무한생장 수종, 빠른 생육을 하는 유한생장 수종, 느린 생육을 하는 유한생장 수종으로 구분할 수 있다. 빠른 생육을 하는 무한생장 수종은 자작나무류 등이 이에 속하며, 느린 생육을 하는 무한생장 수종은 찰피나무 등이 이에 속한다. 한편 빠른 생육을 하는 유한생장 수종은 참나무류 등이, 느린 생육을 하는 유한생장 수종은 주로 소나무와 같은 침엽수종들이 이에 속한다. 이들 수종 중에서 생장이 느린 수종은 생육을 촉진시키기 위한 시비방법 및 관리방법에 대한 연구를 하고 있다.

거제수나무와 같은 수종은 빠른 생장기에서 급속한 성장하므로 조직이 연약하여 고온과 같은 일시적인 환경변화에 피해를 입을 수 있으므로 일정한 생육환경을 유지시켜 주도록 한다. 상수리나무는 유효형성기에 종자의 저장 영양분으로 일단 수고생장을 하지만 생육 8~14 주에 줄기가 한번 더 생육하는 형태를 보이므로 생육초기부터 꾸준히 시비를 하면 수고를 크게 할 수 있을 것으로 판단된다.

표 5. 시설양묘 대상 수종의 줄기생장 형태에 따른 구분

생 장 형 태		수 종
무한생장	빠른 생육	자작나무류, 백합나무, 고로쇠나무, 층층나무, 말채나무 등
	느린 생육	찰피나무, 물푸레나무, 윗나무 등
유한생장	빠른 생육	참나무류 등
	느린 생육	소나무, 잣나무, 전나무, 가문비나무, 구상나무 등

3) 경화기(Hardening phase)

경화기는 용기묘가 수고생장에서 근원경 및 뿌리생장으로 에너지를 전환하는 시기이다. 또한 점진적으로 수확, 이동 및 현지조림에 잘 견딜 수 있게 적응하는 시기이다. 이 시점에서 대부분의 묘목은 줄기생장을 멈추고 유한생장을 하는 수종은 빠른 성장기에 착생된 정아가 발달하기 시작하며 측아가 발달하기 시작하고 묘목은 점진적으로 휴면에 들어간다. 이때 묘목은 외부의 저온, 수분스트레스, 광주기 단축 등과 같은 환경요인의 변화에 적응한다. 그리고 경화기에서 묘목은 근원경이 필요 규격에 이르는 시기이다.

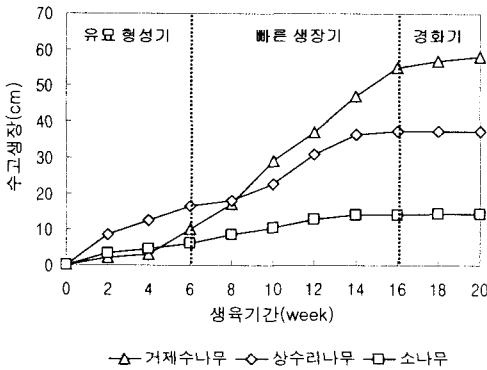


그림 1. 용기묘의 생육단계별 수고성장

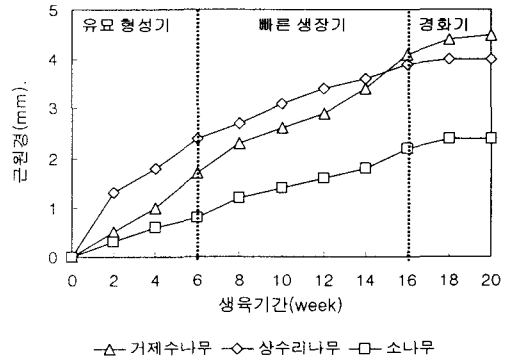


그림 2. 용기묘의 생육단계별 근원경성장

다. 생육환경 조절

생육단계별 시설내 환경조건의 차별의 필요성과 중요성에 대해 잠깐 언급하였는데 현재 임업시설양묘 현장에서 생육환경제어에 대한 인식이 다소 부족한 것으로 사료된다. 현재 운영 중인 비닐온실에서도 충분히 자동화된 생육환경제어 시스템을 갖출 수 있기 때문에 빠른 시일 내 추진하도록 하여 보다 균일한 용기묘가 생산될 수 있도록 운영되어야 할 것이다. 특히, 관수, 시비 및 환기 등은 반드시 자동제어 할 수 있어야 한다.

시설양묘에서 묘목의 생육에 영향을 주는 환경요인은 크게 대기요인과 토양요인으로 구분되며, 이들 요인은 독립적으로 이루어진 것이 아니라 서로 연관되어 복합적으로 작용하고 있다. 이들 환경요인들은 시설 외부 환경변화에 때로는 상승적으로 변화하여 용기묘의 생육에 막대한 지장을 주기 때문에 이들 요인들의 특성을 정확히 인식하여 시설에서 자라는 용기묘의 생육에 제한요인으로 작용하지 않도록 해야 할 것이다.

1) 대기환경

대기환경의 주 구성요인은 광, 온도, 습도, 이산화탄소이다. 이들 요인은 지리적 위치와 양묘시설에 크게 영향을 받으므로 양묘장 위치선정과 양묘시설을 축조하는데 세심한 배려

를 해야 한다.

온도, 특히 고온은 현재 운영되고 있는 비닐온실에서 가장 큰 문제점으로 대두되고 있으며 묘목생육을 나쁘게 하고 있다. 현재 자작나무류 등 무한생장을 하는 대다수의 활엽수종은 빠른 생육을 보이는 여름철에 실내온도가 32~35℃ 이상으로 상승할 때 바로 온도를 내려주지 않으면 불과 1~2시간 안에 묘목에게 치명적인 피해를 입어 우량한 묘목을 생산을 불가능하게 할 수 있다.

2) 토양환경

토양환경에서의 주요 요인은 수분과 무기영양소이다. 용기양묘에 있어서 토양환경은 양묘시설의 입지조건과는 관계없이 적정 용기종류, 생육상토 및 재배방법의 선정에 따라 완전한 조절이 가능한 요소들이다.

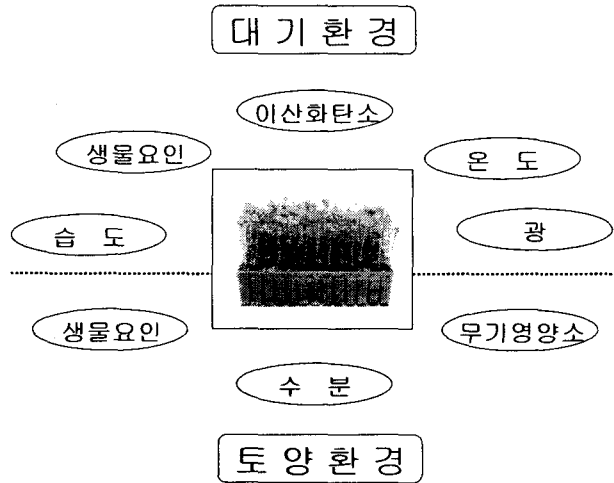


그림 3. 시설양묘 생육환경 요인

4. 맺으면서

때마침 산림청에서는 '사람과 숲이 어우러진 풍요로운 녹색국가 구현'을 앞세운 「제4차 산림기본계획 (변경)」을 내놓고 우리 산림환경을 한 차원 높이려는 시도를 하면서 우리의 참여를 기다리고 있다. 새로이 제시된 추진과제 및 시책에 포함된 내용 중 양묘분야가 직·간접적으로 관련된 또는 관련시킬 수 있는 세부계획이 적지 않은 것 같다. 추진계획이 진행됨에 있어 양묘분야를 다루는 모든 사람이 적극적으로 협력하여 참여공간 발굴에 힘써야 할 것으로 보인다.

◎ 참고문헌

- 권기원. 2003. 시설양묘 시스템을 이용한 용기묘 생산 전략. In : 우리나라 임업시설양묘 발전을 위한 적정 용기 개발. 세미나 자료집. 임업연구원 중부 임업시험장. pp. 21-42.
- 김종진. 2002. 우리나라 시설양묘의 발전방향. 한국양묘협회지 30 : 53-62.
- 김종진. 2003. 임업 선진국의 시설양묘 용기현황 및 향후 우리나라의 용기개발 방향. In : 우리나라 임업시설양묘 발전을 위한 적정 용기 개발. 세미나 자료집. 임업연구원 중부임업시험장. pp. 12-20.
- 안승환. 2003. 간이온실을 이용한 양묘사업의 발전방향. In : 우리나라 임업시설양묘 발전을 위한 적정 용기 개발. 세미나 자료집. 임업연구원 중부임업 시험장. pp. 43-48.
- 오민영. 1984. 우량묘목 생산에 관련되는 종자조건과 묘목규격. 한국양묘협회지 12 : 51-63.
- 오정수. 1986. 시설양묘의 동향. 한국양묘협회지 14 : 30-38.
- 오정수. 1990. 새로운 양묘기술. - 하우스를 이용한 시설양묘 -. 한국양묘협 회지 18 : 5-18.
- 오정수, 이명보, 홍성각. 1988. 단기건묘생산을 위한 컨테이너양묘사업법 개발. 임업시험 장 연구보고서 36 : 1-9.
- 윤택승. 2002. Air-root pruning 이용한 우량 용기묘 생산에 관한 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문. 85p.
- 이경준. 1997. 수목생리학. 서울대학교 출판부. 517p.
- 이만우. 1988. 한국 민영 양묘사업의 어제와 오늘. 한국양묘협회지 16 : 43-50.
- 이명보. 1995. 캐나다 시설양묘의 현황. - 시설과 관리체계를 중심으로 -. 한국양묘협회지 23 : 13-18.
- 이재석. 1980. 유럽임업 및 산림묘포시찰보고. 한국양묘협회지 8 : 36-42.
- 이정식. 1996. 외국의 임업 양묘현황과 기술체계. 한국양묘협회지 24 : 19-35.
- 임경빈. 1981. 미국의 포트양묘. 한국양묘협회지 9 : 5-11.
- 임업연구원. 2002. 임업연구 80년사. 산림청 임업연구원. 992p.
- 한영창. 1996. 종자산업법 제정에 따른 임목종자 공급체계 개선. 한국양묘협 회지 24 : 36-35.
- 홍한표 외 11인. 2000. 시설양묘를 이용한 묘목의 대량생산 시업기술 개발. 농림부. 400p.
- Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald, and J.P. Barnett. 1992. The Container Tree Nursery Manual. vol. 1, 2, 3, 4, 5, 6. USDA Forest Service Agric. Handbook 674, Washington, DC.
- Nelson, P.V. 1991. Greenhouse Operation and Management. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.