

우량묘목 생산의 양묘시업 방안

전남대학교 농대 교수 吳光仁

1. 머리말

- 묘목은 조림지에 이식하여 평균 성장량이거나 기대한 성장량에 도달할 수 있도록 질이 좋은 우량묘목 생산이 목표
- 묘목에 대한 다양하고 보다 정확한 정보를 조사하여 원하는 우량한 묘목을 공급
- 우량묘목은 임지에 이식시 좋은 활착과 이식후 묘목의 빠른 성장
- 조림지 재식재와 느린 초기생장으로 갱신지연문제 해결
- 우량묘목을 생산하기 위한 묘포시업의 보다 나은 이해와 경영
- 임지에 대한 묘목의 보다 나은 적지 식재로 갱신지연 단축
- 임지의 미래 성장량을 크게 개선하고, 양묘산업도 다른 업종처럼 경쟁력획득 가능

2. 우량묘목의 평가기준

- 묘목의 연령, 묘고, 근원경, 근계, T/R율에 따라 형태적인 등급구분
- 묘목의 연령을 성장특성에 따라 1-0, 2-1, 2-1-1 등 정확하게 표시, (잣나무(2-0)와, 잣나무(2-0))
- 일부 난대수종은 적절한 양묘시업법 개발
- 묘목의 형태적 특성은 육안적으로 결정하므로 전문가에 의해 엄격하게 처리
- 간장, 근원경, 뿌리 무게, T/R율 등 낮은 활착력과 성장 잠재력의 묘목은 선묘작업시 제거
- 묘고는 조림지에서 성장율에 크게 영향
- 보다 큰 근원경을 가진묘는 보다 나은 이식성공
- 뿌리전체 무게는 묘활착율에 영향
- 1, 2등급은 식재하나 3등급은 굵은묘로서 식재에서 제외(그림1)
그림1. Slash pine묘의 3가지 등급별 개체목재적
- 묘목의 질을 분석하는 생리적인 등급의 필요성을 인정
- 보다 낮은 밀도에서 자란 묘는 높은 밀도에서 자란 묘보다 좋은 뿌리성장능력
- 초기 휴면 유기는 높은 내동성 증가
- 뿌리 절단된 묘목은 우세한 활착과 성장

3. 우량종자와 파종관리

- 종자의 질은 우량묘목 생산과 직결 (종자의 순도, 무게, 발아력에 따라 정확한 파종을 계산)
- 종자채집(채종림으로 미분류된 임지, 채종림으로 분류된 임지, 일반채종임분(SPA), 채종원(SO))
- 묘포경영자는 개량종자의 사용으로 불량묘목의 생산과 종자의 낭비를 막아야 함
- 종자파종깊이가 발아율과 최종 잔존묘목의 수와 량에 지대한 영향
 - 미송의 파종깊이는 0.32~0.64cm, ponderosa 소나무는 0.16~1.27cm, 가문비 0.48~0.64cm
- 종자가 봄에 너무 일찍 발아할 때 어린 묘는 서리에 의해 고사
- 관수는 이른 봄 건조기에 종자의 건조를 막는데 필요

4. 묘목간격과 묘상밀도관리

- 묘상밀도는 m²당 묘목의 수
- 균질한 묘를 생산하기 위하여 가급적 묘상밀도를 일정하게 유지
- 국부적 변이는 성장조건에 균질설 결여때문

표 1. 묘상밀도에 따른 2+0미송묘목의 정상과 비정상의 비교

최 소 한 수 용 할 수 있 는 근 원 경										
묘상 밀도	2		3		4		5		6	
m ² 당 치묘수	정상	비정상	정상	비정상	정상	비정상	정상	비정상	정상	비정상
100	40	0	40	0	40	0	36	4	22	18
200	80	0	80	0	72	8	44	36	14	66
300	120	0	116	4	78	42	28	92	6	114
400	160	0	152	8	90	70	22	138	8	152
700	280	0	204	76	48	232	11	269	0	280

- 낮은 묘상밀도는 묘목획득율을 증가시키고 묘상의 불량묘수감소
- 근원경은 묘고보다 더 묘상밀도에 의해서 더 큰 영향

표 2. 2개 지역의 묘포와 2개묘상밀도에서 자란 3+0white spruce의 형태적 특성 비교

묘 포	m ² 당 치묘의 묘상 밀도	묘고 cm	뿌리 길이 cm	근원경 mm	전건중 g	T/R율 3.08
Midhurst	150	26.9	60.9	6.5	14.4	3.35
	300	24.9	52.0	5.3	9.8	
Orono	150	28.9	46.8	6.4	13.5	3.43
	300	27.4	44.2	5.7	10.8	3.60

- 낮은 묘상밀도는 보다 큰 묘고, 뿌리길이, 근원경, 전건중을 지닌 묘목을 생산
- 묘상밀도가 감소함으로써 흡수근의 총 길이와 뿌리 수는 증가
- 보다 낮은 밀도에서 자란 묘목은 보다 좋은 활착과 성장

표 3. 라디에타 소나무 1+0치묘의 뿌리 성장능력에 대한 간격의 영향

조파내 간격 cm	흡수근의 수		흡수근의 총길이 (mm)	
	14일	28일	14일	28일
2	5	6	24	88
4	10	7	57	141
7	11	9	73	166
10	11	15	76	329

- 묘목의 밀도가 조림지 이식후 성장량 영향
- 다른 밀도에서 자란 라디아타 소나무 1+0의 산지식재후 5년 활착은 모든 밀도급에서 비슷
- 나무수고와 흉고직경은 보다 낮은 밀도에서 자란 나무에서 유의적으로 더 크게 나타남(표 4)
- 수간재적은 높은 밀도에서 자란 치묘의 시험구보다 낮은 밀도에서 자란 묘목을 식재한 시험구에서 70% 더 크게 자랐다.

표 4. 라디에타 소나무 1+0묘목 식재5년후 성장량 비교

묘상밀도/㎡	묘고(m)	묘고직경(cm)	묘목 간재적(㎥/ha)
101	2.52	3.8	4.77
231	2.34	3.3	3.65
205	2.44	3.4	3.45
420	2.28	3.1	2.80

- 보다 높은 밀도에서 자란 보다 작은 치묘들은 첫산지 식재후 잘 자라지 못했다.
- 밀도가 낮을 경우
 - 적정 묘상밀도에서 굵은 묘목의 울은 줄이고 우량묘 생산가능
 - 굵은묘목의 수가 크게 증가할수록 우량묘목을 선별하는 데 더 많은 시간이 소요
 - 늘어난 시간은 묘목취급과 노출로 묘목에 대한 스트레스가 늘어나 묘목 생산비용 상승
 - 보다 낮은 묘상밀도는 예정된 묘목을 자라도록 요구된 시간 단축가능
 - 낮은 밀도에서 자란 2+0묘목은 2+1묘목과 같은 크기의 규격묘목 생산가능
 - 활착은 보다 낮은 밀도에서 자란 묘목을 식재하므로써 증가, 수고 증가, 임분재적 증가, 윤벌기 감소
 - 식재된 나무는 더 균일하게 성장
 - 묘목의 크기는 낮은 밀도보다는 높은 밀도에서 자란 묘목에서 더 변이가 심하고
 - 어린 임분의 상당한 성장차이로 임목간경쟁, 성장 및 임관폐쇄의 지연으로 이령림형성
 - 낮은 밀도에서 자란 묘목의 모든 장점은 같은 묘목의 수를 생산하는데 더 많은 묘포지를 이용하는데 따른 비용 부담이 증가

5. 묘포장 관수계획

- 관수 지침의 설정은 수종명, 묘목특성에 관련한 적정묘목크기를 제시, 묘발달 단계(유한생장과 무한생장), 기후조건, 토양 특성, 시업일정표, 묘상밀도 등 고려
- 최선의 관수체계의 목적은
 - 신선하게 파종한 종자 또는 발아된 종자에 관수하기 위하여
 - 어린치묘에 적절한 온도와 수분관리를 유지하기 위하여
 - 묘목생장을 증진하기 위하여
 - 서리에 대한 묘목을 보호하기 위하여
 - 수분스트레스를 제어하고 치묘를 튼튼하게 하기 위하여
 - 묘목을 휴면에 들어가도록 도와주기 위해 실시
- 나무는 전형적으로 늦여름에 견고한 동아를 형성하게 된다.
- 초가를 비가 내린다 할지라도 다시 개서를 하지 않으며, 이러한 가을비는 보다 휴면에 들어가도록 도와 준다.
- 봄과 초여름에 관수는 발아묘와 개서한묘의 성장촉진에 크게 도움
- 묘가 스트레스를 받거나 생장에 장애를 받지않도록 하기 위함
- 전생장기간에 철저히 식물수분스트레스를 모니터링실시(적정 토양수분 유지)
- 묘목생장이 활발할 때 관수는 묘의 수고와 건중량 증가
- 여름에 집중되는 강우에 의해 토양이 너무 습할 때 묘목은 생장을 계속하여 동아착생 지연
- 제 2차 개서는 대부분 식물 활력에 흔히 해가된다. 그것은
 - 식물조직은 경하가 되지 않아서 서리피해에 대단히 민감하거나
 - 지연된 눈의 착생은 휴면의 지속적인 단계의 완성을 억제하므로써 성공적인 묘포시업의 장애와 익년의 왕성한 도지생장을 기대할 수 없다.
- 묘포장의 토양수분이 너무 부족하면 묘의 형태와 생리에 부정적 영향
- 새벽 식물수분스트레스가 15bar에 이르렀을때 관수는 일찍이 눈을 착생
- 중간정도의 수분 스트레스는 내동성을 개선하고
- 높은 수분스트레스(10~15bar)는 미송묘의 내동성을 감소
- 식물수분스트레스가 크면 묘고, 묘고와 뿌리건중, 또는 낮은 묘활력, 활착율을 가진 보다 작은 묘 생산
- 한여름 적절한 수분스트레스를 받은 묘목은 보다 일찍 눈착생, 일찍 휴면유기, 내동성 증가, 굴취, 지정, 취급하는 동안 노출에 대한 보다 큰 내성, 보다 적은 묘 익년 봄 개서의 지체가 없고, 노지 활착 잠재력이 증가
- 수분스트레스 유기가 빨라지면 묘고가 짧아지고 T/R율이 낮아지고 근 건중이 증가
- 적절한 수분스트레스 수준을 유지

표 5. 2+0 미송묘의 형태적 특성에 대한 수분스트레스 유기일자의 영향

묘의 특성	수분스트레스 유기일자			
	7/15	8/1	8/15	9/1
묘고(cm)	21.15	23.20	23.35	25.15
근건중(g)	1.19	0.94	0.97	0.81
근원경(mm)	4.02	3.80	4.07	3.89
T/R율	2.00	2.60	2.90	3.12

- 묘포장에서 지나치게 스트레스 받은 묘는 보다 적은 엽원기형성(제2차생장기 끝에 착생하는 눈) 따라서
- 너무 과습한 관수방법 또는 너무 스트레스 받는 방법은 역으로 묘활착과 생장에 영향을 미치게 되고
- 활착과 생장을 증진할 적절한 관수수준을 결정하기 위해 모니터링 필요
- 적절한 수분스트레스(미명 8~12bar)의 시작은 묘가 적절한 수고와 근부직경에 도달했을 때
- 토성, 기후조건, 묘종 등에 따라 적절한 수분 스트레스 수준을 결정
- 각묘포장은 관수 일정 계획을 세우고 묘의 질에 대한 그들의 효과를 결정하는 적절한 처방이 필요

6. 시비관리

- 최고의 우량묘 생산에 필요한 적절한 토양시비 수준 유지원칙
- 양료결핍묘목은 성장감소와 성장종결, 가시적 양료결핍증 확인가능
- 적절한 양료를 가진묘는 여름에 일찍이 지정된 크기로 자라서 경화를 위한 충분한 시간을 허락
- 묘포토양은 농업토양과 달리 토양이 빨리 척박화 진행
- 토양비옥도에 영향을 주는 양이온치환용량, pH, 유기물함량 등 조사
- 질소시비는 제1, 제2 생육기동안 키가 크고, 큰 묘고직경을 가진 2+0묘를 생산 가능하고
- 묘는 시비에 의해 보다 큰 묘고, T/R율을 갖게되고, 근건물중이 큰 것을 생산

표 6. 첫해와 다음해 미송묘의 형태에 대한 질소 비시율별 효과

묘령별 형태적 특징	질 소 율 (kg/ha)				
	첫 해				
	0	25	50	75	100
묘고(cm)	4.5	5.8	6.4	6.2	6.3
묘건중(g)	0.11	0.16	0.18	0.18	0.18
근건중(g)	0.08	0.11	0.12	0.12	0.12
T/R율(건중)	1.30	1.39	1.47	1.49	1.54

묘령별 형태적 특징	질 소 율 (kg/ha)				
	익 년				
	0	50	100	150	200
묘고(cm)	8.8	13.9	16.5	16.1	16.8
묘건중(g)	0.35	0.99	1.42	1.34	1.45
근건중(g)	0.31	0.87	1.01	0.91	0.92
T/R율(건중)	1.14	1.14	1.39	1.45	1.54

- 점점 더 많은 N이 시비되었을 때 묘포에서 1+0과 2+0미송묘목의 묘고, 뿌리와 줄기건중, T/R율이 증가
- 묘 건중의 증가는 증가된 질소시비수준과 상관이 있었으며 생장기 동안 시비했을 때 점점 더 많은 시비는 묘의 크기를 더 증가시키지 않고
- 100kg/ha이상 익년에 질소를 증가하여 시비하는 것은 묘고 또는 근부직경을 더 이상 늘리지 못하므로 적정시비수준이 각묘포장과 수종을 위해 결정되어지면 값비싼 비료의 불필요한 사용을 막을 수 있음
- 질소가 생장기에 사용되었을 때 내동성의 감소, 경화지연, 휴면아 착생지연으로 상해발생
- 적절한 칼륨수준은 내동성 증진에 도움이 되며 단용수준보다는 낮은 K:N수준은 건전묘 육성에 유익
- 낮은 보론(B)수준은 수종의 상해를 증가시키는 것
- 묘생장과 직경생장에 영향을 주지 못하는 늦은 계절 또는 추비는 내동성에 영향
- 적정 질소 수준은 노지에서 생장촉진과 건조에 견디는 능력을 개선하고 특히 균형있는 N, P, K의 공급하에서 건조저항을 개선
- 질소의 %가 2이상이면 생존율이 점차 감소하는 경향을 보인다.
- 묘목의 도장은 T/R율이 높아지게 되고, 건조한 지위에서는 생존율이 극히 저조하게 된다.
- 양묘장에서의 시비는 임지 생장율의 26%를 증가
- 양묘장에서 시비를 해주게 되면 임지에서의 수고생장이 20~30% 정도 증가

따라서

- 양묘장의 토양과 묘목의 영양상태는 항상 점검
- 2+0묘의 경우 ha당 112~285kg의 질소, 67~200kg의 인, 75~150kg의 칼륨을 시비해 주는 방법이 권장되나 수종과 양묘장의 지위에 따라 위의 수치는 조정
- 생장기 동안에 시비량의 증가는 묘목의 키가 커지고 묘의 건중량은 무거워지며, 직경은 비대(치수)의 생장기간이 연장)
- 묘목이 경화되는 시기인 7~8월 사이에는 시비를 하지 않는 것을 권장
- 추비는 치수의 묘고, 직경에는 별다른 영향을 미치지 않는 반면, 頂芽의 크기나 내동성에는 영향
- 양묘장에서는 보통 ha당 30~50kg의 질소를 가을에 시비

7. 균근균 접종과 우량묘 생산

- 균근은 외생균근, 내생균근, 진달래와 균근, 난초과균근, 외내생균근으로 분류
- 지구상에 분포되어있는 90%이상의 식물 뿌리는 유익한 균근균 미생물과 공생하므로써 균근형성 (농업, 원예, 관상수, 임목)
- 균근의 이점은
 - 뿌리의 생리적 활동과 양료흡수근의 물리적 흡수 표면적 증가
 - 필수요소(N, P, K, Ca)의 보다 빠른 흡수와 축적이 가능하고
 - 양료 흡수근의 기능과 활력을 증진하여 뿌리 수명이 길어지고
 - 정상적으로 비가용성 양료를 분해하여 흡수 가능토록하고(인산)
 - 고온, 건조, 강산성, 토양독성물질 대한 저항력을 증가시키고
 - 균투에 의한 양료 흡수근의 토양 병원균감염을 억제하는 생리적 장벽으로서의 역할
- 균근균 배양 및 접종
- 우수 균주를 선발하여 인공배양후 유묘에 접종
- 현재 다양한 균근균 선발로 일부는 우량묘목 생산을 위한 접종 시작
- Plant Health Care Inc.에서 제조되어 시판되고 있는 균주생산품목
 - ① mycortree PT 배양균주
 - ② mycortree PT 포자
 - ③ mycortree Hebeloma 배양균주
 - ④ mycortree Laccaria 배양균주
 - ⑤ mycortree VAM 배양균주
 - ⑥ mycortree PT 뿌리침적
 - ⑦ mycortree VAM 뿌리침적

표 7. 상수리나무묘목에 Pt 접종구와 무접종구, 질소시비율, 시비간격에 따른 성장량비교

	질소시비율(mg/ml)	묘목잎수	간장(cm)	근원경(mm)	총건중(g)	T/R율
Pt접종	0	7.62	29.23	2.9	4.25	0.52
	250	10.50	32.75	3.6	5.90	0.52
	500	12.50	39.64	4.1	7.89	0.62
	750	14.47	46.17	4.4	8.41	0.71
5주	0	7.25	30.25	2.9	3.91	0.50
	250	8.00	32.78	3.3	4.95	0.50
	500	9.78	34.51	3.7	6.50	0.53
	750	12.22	40.47	4.0	6.90	0.55
Pt비접종	0	7.25	28.36	2.9	4.21	2.49
	250	9.36	32.85	3.4	5.52	0.56
	500	12.50	35.59	3.9	6.92	0.68
	750	14.37	44.12	4.3	7.09	0.69
5주	0	7.17	26.54	2.8	3.77	0.50
	250	8.38	32.28	3.2	4.94	0.53
	500	9.70	24.19	3.4	5.77	0.56
	750	11.52	38.83	3.7	6.18	0.61

- Pt 접종구는 비접종구에 비해서 생장량이 더 좋았으며 T/R율은 더 낮게 나타나고
- 질소 적정시비량은 250~500mg/l 이며 2주간격으로 시비할때는 저농도, 5주간격은 고농도가 필요함
- 750mg/l 시비는 묘목이 도장하고 잎이기형이 나타남
- 질소를 전혀 시비하지 않을 때 질소 결핍증이 나타났으며 묘고, 근원경, 총건중이 크게 떨어졌다.

8. 뿌리 생육조절 방법

- 뿌리생육조절은 묘목의 뿌리발달을 위해 파종상에서 실시하는 다양한 시법
- Undercutting과 Wrenching은 파종상 밑을 수평날로 주근뿌리를 기계적으로 절단
- Lateral pruning과 Box pruning은 수직날을 가지고 측근 뿌리를 절단
- undercutting은 地面과 평행하게 파종상의 아랫부분을 얇고 예리한 날로 15~20cm 깊이로 주근을 잘라 주는 것
 - 미국 양묘장들의 95% 정도는 undercutting을 실시하며 토양의 상층에서 뿌리의 발육을 자극
 - 실뿌리가 왕성하게 발달한 根系육성
 - 2+0묘는 첫번째 생장기의 가을, 두번째 생장기의 봄, 가끔씩 두번째 생장기의 여름에 실시
 - 대부분의 경우 undercutting은 1회만 실시하나 봄철에 한번실시한후 이른 여름에 추가로 실시
 - undercutting에 이어서 실행하는 wrenching은 20~30° 정도 비스듬하게 기울어진 두겹고 넓은 날을 이용하여 파종상 밑을 잘라줌
- wrenching은 새롭게 파고 드는 뿌리를 잘라주고, 묘목을 굴취할때처럼 들어 올리게 되고 토양 입단을 느슨하게 하며 토양의 통기성과 물리적 성질을 개선
 - 뿌리 발육을 자극하고 정단부의 신장생장을 조절
 - wrenching에 영향을 미치는 가장 좋지 않은 因子들 중의 하나는 토양수분
 - 토양이 건조한 상태일 때 wrenching한 치수들은 결과적으로 수분스트레스가 높게 나타날 수도 있다.
 - wrenching한 즉시 給水를 해준 경우에는 수분스트레스가 적당히 낮게 나타난다.
- 측근 뿌리깎기(lateral pruning) 작업은
 - 양쪽 방향으로 너무 길게 뻗어나온 측근들을 잘라주는 것
 - 치수들끼리 뿌리가 서로 얽히는 것을 방지하여 굴취를 쉽게함
 - 뿌리발육을 촉진시키고, 세근의 발달을 유도하며
 - 신초의 신장생장 지연과 묘목을 경화시키기 위해서 2+0를 대상으로 실시하고
 - 미국의 대부분 묘포장에서는 측근뿌리깎기를 1회만 실시하는 경우가 절반이상
 - 4월에서 5월 사이(40%), 6월에서 7월 사이(40%), 9월에서 10 사이(20%)에 각각 실시
 - 측근뿌리깎기의 깊이는 10~25cm정도 깊이로 잘라줌
 - New Zealand의 box pruning은 상자모양의 네 면으로 만들어진 날을 이용하여 묘목 주위의 측근을 수직으로 자름

- wrenching의 시기와 횃수는 치수의 최종적인 신초생장량을 결정하는데 지대한 영향을 발견.
- 직근을 잘라 버리면 정단우성을 손시하는 셈이 되지만 측근의 발달이 증가, 3차 측근들이 다수 발생하며, 실뿌리가 발달한 더욱 치밀한 根系를 형성
- 뿌리는 가해지는 施業들은 대부분이 묘목의 T/R을 감소시키는 결과를 초래함
- wrenching한 뿌리는 하지않은 뿌리보다 생장억제물질인 abscisic acid(ABA)의 수준은 낮고, 뿌리발육을 촉진하는 indole-3 acetic acid(IAA)의 수준은 높다.
- wrenching한 lobolly pine의 첫해 생존율이 70~93%정도 개선된 것으로 나타났는데, 습한 地位에서보다 건조한 지위에서의 생장량이 더 높게 나타난 반면
- 20cm의 깊이로 미송의 묘목을 wrenching하였을 경우 건조한 지위에서 대략 31%에서 56%정도 생존을 개선 효과기대

따라서

- wrenching 방법, 시기, 횃수, 깊이는 뿌리끊기작업을 해야할 묘목의 초기규격과 묘포장의 토양과 기후
- 묘포장에서의 시업내용 - 관수, 파종상의 밀도, 시비고려
- 뿌리끊기작업시 고려해야할 내용
 - 생장기 동안에 뿌리끊기를 하면 눈착생이 빨라지고 묘목은 작아진다.
 - 뿌리끊기작업이 너무 빠르면 일정한 규격에 이르기전 묘가 적어져 우량묘 생산이 줄어든다.
 - 적당한 관수없이 건조한 토양 또는 너무 덥고 건조한 기후에서 wrenching을 하면 과도한 스트레스를 받아, 묘상에서의 묘목 고사율이 높아지거나, 생장량이 감소되기 때문에 되도록 피해야 한다.
 - 적당한 스트레스를 주어 뿌리끊기를 해주면 눈형성을 유도하고 경화처리가 이루어지며, 조림지에서의 생장과 생존율을 개선
 - 늦여름 또는 가을에 뿌리끊기를 하게 되면 묘목뿌리의 섬유화를 촉진
- 상체작업
 - 상체란 파종상으로부터 묘목을 굴취하여 묘포장의 다른 상체상에 옮겨 심는 것
 - 가능한한 각 치수들의 생장공간의 충분한 확보는, 상체를 해준 묘목의 직경생장이나 수고생장, 뿌리와 줄기의 건중량증가
 - 상체한 치수들은 섬유 근계를 형성하였고 보다 큰 근원경, 평균밀도에서 생장한 묘목과 비교시 T/R율이 감소
 - 상체의 성공은 묘목의 연령, 시기 묘포장위치에 따라 다르며, 굴취전 관수가 용이하여야 하고, 묘목의 선별과 뿌리끊기작업이 되어야하고, 저장이 필요한 경우 포장되도록 하고, 상체상은 때로 훈증소독후 상만들기를 하고, 미리 관수를 약간 한 다음 상체를 하고나서 충분한 관수를 해주어야 한다.

- 상체를 할 때에는 수분스트레스를 최소화할 수 있도록 주의를 기울여야 하며 수분스트레스가 심하다고 생각되면, 굴취에 앞서 충분한 관수를 해주어야 하며 묘목은 과도한 열이나 건조로부터 보호해 주는 것이 중요
- 균일하게 크기를 고르고 상체상에서 L자형 뿌리가 되지 않도록 전정해 줌
- 대부분의 뿌리는 13~15cm 정도로 뿌리끊기를 해준다.
- 냉장고에 1~2℃ 상대습도 90%, 냉동실에 -1~-2℃ 상태로 보관
- 상체시기는
 - 1년 중 상체할 수 있는 시기는 봄, 초여름, 가을의 3회가 가능하다.
 - 여름철 상체한 치수들은 굴취에 앞서 충분한 관수를 해주고, 상체 후에도 수분스트레스가 높아 지지 않도록 관리하는 것이 필요하다(난대수종).

표 8. 봄철 또는 가을철에 상체한 2+1 미송묘목의 굴취시의 형태, 양묘장에서의 계절반응 및 생존율

상 체 일	묘 고 cm	직 경 mm	생중량 g	T/R율 g 건중량	개 아 일	상체상에서의 생존율%
'76년 10월 25일	33.9	7.5	49.9	1.52	'77년 4월 25일	95
'77년 4월 25일	29.0	6.9	36.9	1.30	'77년 5월 15일	91

- 가을철 상체작업의 효과
 - 가을철에 상체작업을 하면 봄철에 해야될 노동량을 줄일 수 있다.
 - 가을철에 상체한 묘목은 직경이나 뿌리생장이 더 좋다.
 - 봄에 이른 개서는 묘목을 원하는 크기로 빨리 자라도록하여, 여름철 경화에 필요한 시간을 벌게 된다.
- 서늘한 지역에서는 가을철 상체가 다소 부담이 될 수 있는데
 - 봄철보다 가을철에 어린 묘목의 고사율이 더 높은 경향이 있고
 - 根系가 아직 충분히 활착하지 않은 상태에서 상주가 자주 발생한다는 점
- 상체한 묘목은 표준밀도를 갖는 동령의 묘목보다 치밀한 근계를 갖고, 직경생장이 크며, T/R율은 낮다.

10. 결 론

- 묘령의 구분, 묘목의 형태적 특성, 생리조건 등은 묘목의 품질과 성장량에 영향을 미친다.
- 파종 깊이는 종자발아율에 영향을 미치고, 파종상에 남게되는 최종 묘목의 양을 결정한다. 양호한 성장과 균일한 우량묘목을 얻기 위해서는 적절한 파종 깊이, 수종특성, 토양상태 등을 파악하는 것이 매우 중요하며, 파종상면을 균일하게 하고, 종자가 일정한 깊이에 묻히도록 해야한다.
- 일찍 파종하면 발아 첫 해에 생장기 내내 성장할 수 있고, 7~8월 사이의 충분한 경화시간을 갖

게된다. 그래서 2+0묘는 다음해 더욱 크게 자라며, 다시 한번 한여름동안 경화할 수 있다.

- 파종상의 밀도는 낮게 유지하므로써 묘목의 근원경이 크고 줄기와 뿌리가 충실한 묘를 생산할 수 있다. 낮은 밀도에서 자란 묘목은 새로운 뿌리를 갱신해 내는 능력이 증가되고 조립후 몇번의 생장기를 거치게 되면 수고생장이 크게 증가한다.
- 경화기간 동안 적정한 수분스트레스를 주게되면 눈 형성이 빨라지고, 내한성이 증대되지만, 너무 낮거나 높은 수분스트레스는 묘목에 해로울 수 있다.
- 균근균을 인공접목한 묘목은 묘고, 근원경, 건중량이 증가하였으며, 적은량의 질소시비에서도 총생장량이 높았고, T/R율은 낮았다.
- 적당량의 질소시비는 근원경, 묘고, 건중량이 큰 묘목을 생산하나, 과량의 시비는 묘목의 도장과 기형을 만들고 양묘흡수근의 발달이 감소한다. 질소시비 묘목의 내동성에 중요한 영향을 미친다.
- 생장기간 또는 미리 뿌리끊기 관리시업은 묘고생장을 억제시켰다. 한여름 또는 초가을 뿌리 절단 또는 측근절단이 뿌리생장을 증진할 수 있고 섬유근의 발달을 높였다.
- 이식한 묘목은 높은 묘상밀도와 이식하지 않은 동일년령의 묘보다 큰 근원경, 묘고, 건중량을 보인다.