

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()발간등록번호()

첨단생산기술개발사업 제3차 연도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-002538-01

인삼 공정육묘의 실용화 모델 개발 연구

- 생산 기술, 설비 및 시설 표준화를 중심으로

2019. 3. 20.

주관연구기관 / 농업회사법인 이노진팜(주)
협동연구기관 / 풍기인삼연구소
원광대학교

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “인삼 공정육묘의 실용화 모델 개발 연구 ; 생산 기술, 설비 및 시설 표준화를 중심으로” (개발기간 : 2015. 12. ~ 2018. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 3. 20.

주관연구기관명 : 농업회사법인 이노진팜주식회사

협동연구기관명 : 풍기인삼연구소

원광대학교산학협력단



주관연구책임자 : 이 응 호

협동연구책임자 : 김 임 수

배 종 향

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	115100-3	해 당 단 계 연 구 기 간	3년	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	첨단생산기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	인삼 공정육묘의 생산 및 시설 표준화를 통한 실용화 기술개발			
연구책임자	이용호	해당단계 참여연구원 수	총: 16명 내부: 16명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 230,000천원 민간: 57,500천원 계: 287,500천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 21명 내부: 21명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 690,000천원 민간: 172,500천원 계: 862,500천원
연구기관명 및 소속부서명	농업회사법인 이노진팜주식회사 풍기인삼연구소 원광대학교			참여기업명	
국제공동연구	상대국명: (해당없음)			상대국 연구기관명: (해당없음)	
위탁연구	연구기관명: (해당없음)			연구책임자: (해당없음)	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유	(해당없음)				

<요 약 문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p style="text-align: center;"><연구 목적></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구의 최종목표는 ‘인삼공정육묘 실용화 기술 개발’로서 타 작물에서 보편화되어 있는 공정육묘 개념을 인삼에 적용하고자 하였다. ○ 공정육묘는 종자선택에서 육묘, 저장 및 보급에 이르기 까지 체계적인 공정시스템을 통해 재배와 육묘를 분리함으로써 농촌 인력난 해소 등 농업 생산성 제고가 주요 목적이다. ○ 지속적으로 추락하고 있는 우리나라 인삼산업의 재도약을 위해서는 반드시 인삼 공정육묘를 통한 재배와 육묘의 분업화를 이루어 농가의 육묘 부담을 완화하고, 나아가 농업 생산성 향상을 도모해야 한다. ○ 본 연구는 인삼농가의 우량 종묘삼 생산비율을 현행 50%에서 2020년 기준 80%까지 끌어 올릴 수 있도록 농가에 보급할 수 있는 실용적 기술을 제공하고, 공정육묘를 통한 우량묘삼 대량생산 저가 보급으로 농업인의 경영비 부담을 완화하여 주당 묘삼가격을 현행 80원에서 50원 수준으로 37% 절감하며, 우량묘삼 공급으로 고품위 인삼 생산비율 향상을 목적으로 한다. <p style="text-align: center;"><연구 내용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구는 공정육묘의 공통 프로세스인 종자보급, 상토조성, 발아, 육묘, 저장, 보급 등의 세부 과정별로 인삼의 생육특성에 적합한 생산 기술, 설비 및 시설을 분석함으로써 현장 적용 가능한 실용화모델을 제시하기 위한 내용을 주된 연구범위로 하였다. ○ 세부적으로 3개 하위 연구목표별로 각 2개씩 세부 과제를 두어 총 6개 연구과제 즉, 1) 인삼 공정육묘 생산 기술 및 설비 표준화; 2) 인삼 공정육묘 표준 시설 제시; 3) 수직 육묘상 유형에 따른 성과 비교 분석; 4) 인삼 공정육묘의 분석 지표 개발; 생산성·경제성·품질분석; 5) 공정육묘 사례분석을 통한 인삼 공정육묘 발전방안 모색; 6) 인삼공정육묘 활성화를 위한 종자 및 묘삼 공급체계 연구 등을 다루었다. ○ 본 연구에서는 인삼 육묘의 생산성 제고를 위해 다양한 연구내용을 포함하고 있는 바, 특징적인 세부연구내용의 일례로는 발아 및 육묘 단계의 분리를 시도하여 종자 손실율을 최소화하고 입모율을 극대화할 수 있는 연구를 수행하고, 타 작물 공정육묘에서 채택하고 있는 생산성 향상을 위한 새로운 수직재배의 다양한 형태를 도입·비교 분석하였다. ○ 또한, 생산성이 높다 하더라도 경제성 등에서 문제가 있는 모델은 실제 현장에서 적용하기 어렵기에 공정육묘 각 단계별로 본 연구에서 개발한 생산성, 경제성 및 품질 분석 등 3개 지표를 활용하여 세부 연구내용의 타당성을 검증·보완함으로써 최적의 인삼 공정육묘 시스템을 제시하였다.
------------------------	---

연구개발성과

- 본 과제를 통하여 특허출원 5건, 기술이전 4건, 상품화 2건, 기술창업 1건, 매출창출 600만원, 고용창출 6명, 투자유치 1억원, 기술인증 1건, 비 SCI 논문게재 3편, 학술발표 5건, 교육지도 12건, 인력양성 4명, 정책활용 1건, TV, 신문 홍보와 농산물 축제 전시 등 18건, 기타 연구 활용자료 5건 등의 성과를 도출하여 성과목표를 초과달성 하였다.
- 경사육묘 시스템 개발
 - 상토의 사용량은 기존 대비 1/4로 대폭 줄이고, 채소종자 자동파종기로 인삼종자 파종이 가능하여 파종노력을 절감하였다.
 - 인공조명 없이도 묘삼 생산이 가능하여 생산비가 절감되며, 동일 면적에서 관행 대비 2~3배의 재식 면적을 확보하여 수량이 증대되는 육묘기술을 개발하였다.
 - ※ 인삼 회전경사 육묘 시스템, 인삼 경사육묘용 상토, 인삼 경사육묘용 트레이, 인삼 육묘용 양액 등 특허 4건, 기술이전 3건.
- 비닐하우스 내에서 3층의 베드를 설치하고, 1, 2층은 인공 광을 조사하여 인삼을 육묘하는 다단육묘 기술을 개발하였다.
 - 관행 해가림 재배 대비 소득 2.5배 증가
- 저가형, 중간형 및 고가형 인삼 육묘용 표준시설 제시
 - 측고가 다른 단동 2종과 연동 1종에 대해 각기 다른 환경조절장치를 부착하여 시설 내 온도변화와 묘삼의 생육반응 분석치를 농민에게 제공하여 신규 재배자의 시행착오 최소화에 기여할 수 있게 하였다.
- 공정육묘 시 생산비의 50% 이상을 차지하는 상토의 재사용을 위한 첨가 유기자재의 종류와 비율을 제시하고, 엽면시비 자재를 선별하였다.
- 종자 발아 및 묘삼의 생육에 적합한 온도, 광량, 상대습도, 탄산가스 농도 등을 밝혀 비닐하우스 내 공정육묘 묘삼의 안정생산 기틀을 마련하였다.
- 공정육묘 한 묘삼을 이용하여 생산한 새싹삼으로 인삼약차와 약찬 2종을 사업화 및 상품화 하였으며, 새싹삼은 사업화 및 기술창업을 하였다.
 - 인삼 약차, 약찬 및 새싹삼은 종묘삼 판매액보다 2배 이상의 부가가치가 있다.
 - ※ 특허출원; 새싹 인삼을 이용한 인삼약차 및 인삼밀가루 제조기술
- 채소 공정육묘를 모델로 한 인삼 공정육묘의 방법을 제시하여 우량 묘삼 생산의 토대를 마련하였다.
- 인삼 종자 개갑 방법을 개발하여 개갑률 96%를 달성하였다.

<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인삼산업의 초석이 되는 우량 종묘삼의 온실 생산 기술, 설비 및 시설 표준모델을 제공함으로써 향후 공정육묘 희망 농가 또는 전문 업체에 생산성 및 경제성을 갖춘 실효성 있는 기술이전을 도모할 것이다. <ul style="list-style-type: none"> - 연구개발업체 직접 기술실시와 농가 및 타 업체 기술이전 등 4건의 기술실시를 하였으며, 지속적으로 이 기술의 확산을 유도할 계획이다. - 이 기술을 적용할 경우 묘삼 생산성 및 상품성은 2배 이상 향상되어 농가소득 증대에 크게 기여할 것이다. ○ 기술이전과 아울러 육묘농가에 다음과 같은 기술을 제공할 것이다. <ul style="list-style-type: none"> - 농가인력난 경감을 위한 개량 설비 임대 - 인삼 상토 조성 매뉴얼 - 파종트레이 및 발아 기술 및 설비 - 환경제어 시스템 - 인삼공정육묘용 수직 및 경사재배 설비 - 종자 및 묘삼 장기 저장기술 등에 대한 기술이전을 통하여 농가 생산성 및 경제성 향상에 획기적인 기여가 예상된다. ○ 농가차원에서 다음과 같은 효과가 기대된다. <ul style="list-style-type: none"> - 인삼재배와 육묘분리로 농가의 경제적 부담 완화 - 육묘 시 발생하는 연작문제 해소로 예정지 구입 및 임차비용 절감 - 경제성 있는 인삼상토 개발로 농가 부담 경감 - 우량종묘삼의 공급으로 인삼 재배농가 및 수경인삼 재배 농가 소득 증대 등 실질적 이익을 창출 ○ 국가차원에서도 상당한 산업·경제적 이익이 기대된다. <ul style="list-style-type: none"> - 인삼 종자관리의 체계화로 우량종자 보급 확대 - 우량묘삼 공급을 통한 고부가가치 인삼 가공으로 농가 고소득 창출 - 육묘 부담 경감으로 농촌 고령화 등으로 인한 인력난 해소 ○ 부수적인 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 공정묘삼을 이용하여 재배한 새싹인삼을 이용하여 인삼약차, 약찬 및 인삼청 등의 시제품을 생산·판매하여 좋은 반응을 얻은 바 있어 묘삼 외에 부수적인 수익을 창출할 수 있다. 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>인삼</p>	<p>경사육묘</p>	<p>개갑</p>	<p>환경조건</p>	<p>표준시설</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>					

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	7
2. 연구수행 내용 및 결과	
제 1 장. 인삼 공정육묘 생산 표준화 및 실용화 모델 개발	
가. 인삼 공정육묘 생산기술 및 설비 표준화 연구	11
나. 상토 사용량 절감과 토지 이용률 향상 기술 개발	23
다. 인삼 육묘 시 양·수분 관리	41
라. 평면 베드 인삼 육묘용 상토 조성시험	50
마. 인삼 종자의 발아 및 묘 생산성에 미치는 환경조건의 영향	64
바. 묘삼의 저장 방법 연구	74
사. 인삼 공정육묘 표준시설 제시	78
제 2 장. 육묘상 유형에 따른 성과 비교분석	
가. 시설 유형별 묘삼 생산성 및 경제성 검토	94
나. 수직 육묘상을 이용한 공정육묘 시스템 검토	101
제 3 장. 인삼 공정육묘의 효율적 관리체계 구축	
가. 공정육묘 사례 분석을 통한 인삼 공정육묘 발전방안 연구	112
나. 인삼 공정육묘의 분석지표 및 생육 조절	125
다. 인삼 공정육묘 모델의 적용 연구	130
라. 인삼 공정육묘 활성화를 위한 종자 및 묘삼 공급체계 실용화 연구	134
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	141
4. 연구결과의 활용 계획 등	141
붙임. 참고 문헌	144

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

본 연구의 최종 목적은 “인삼 공정육묘 실용화 기술의 개발”으로써 타 작물에서 보편화되어 있는 공정육묘의 개념을 인삼에 적용하는데 있다. 공정육묘는 종자선택에서 육묘, 저장 및 보급에 이르기 까지 체계적인 공정시스템을 통해 재배와 육묘를 분리함으로써 농촌 인력난 해소 등 농업 생산성 제고에 기여할 수 있다. 우리나라 인삼산업의 재도약을 위해서는 반드시 인삼 공정육묘를 통한 재배와 육묘의 분업화를 이루어 농가의 육묘 부담을 완화하고, 나아가 농업 생산성 향상을 도모해야 하는데 현실은 그렇지 못하므로 이러한 문제를 해결하는 것이 본 과제의 목적이다.

1-2. 연구개발의 필요성

공정육묘는 다양한 작물에 적용되고 있으나, 인삼은 공정육묘의 시도가 이루어지지 못한 채 여전히 자가 육묘 중심의 낙후된 산업 구조에서 벗어나지 못하여 인삼산업 쇠퇴의 주요 원인으로 작용하고 있다. 인삼 재배농가는 재배지와 별도로 육묘 부지를 확보해야 하고, 인삼의 연작장해 문제로 예정지를 사전에 준비하여 관리해야 하는 등 육묘를 위한 재정적 부담이 과중하며, 비전문적 육묘로 농약을 무분별하게 사용하고 있다. 묘삼 재배를 위해 설치한 관행 해가림 시설은 묘삼 생산비의 20% 이상을 차지하는데, 묘삼 수확 후 철거하므로 시설비의 부담이 크고, 이상기상의 일상화로 인해 묘삼의 수량은 평년대비 20~30%정도가 감소하는 등 많은 문제가 있다. 최근 직파재배가 확대되고 있으나 새싹 삼 재배면적의 증가로 국내 묘삼 시장의 규모는 400~500억원/년으로 추정되며, 수경재배 인삼 및 새싹 삼 시장이 꾸준히 확대된다면 더 늘어날 것으로 생각된다. 더구나 지속적으로 추락하고 있는 우리나라 인삼산업의 재도약을 위해서는 반드시 인삼 공정육묘를 통한 재배와 육묘의 분업화를 이루어 농가의 육묘 부담을 완화하고, 나아가 생산성 향상을 도모해야 한다. 인삼은 우리나라 대표 농산물인 동시에 육묘의 중요성이 날로 증가하고 있음에도 불구하고, 타 작물과 달리 육묘는 전적으로 농가의 부담으로 방치하고 있는 현실에서 본 연구는 인삼농가의 부담 완화 차원뿐만 아니라, 종자 및 육묘산업 발전이라는 국가적 차원에서도 그 연구 의의가 크다.

1-3. 연구개발 범위

본 연구는 인삼 공정육묘의 실용화 모델을 개발함으로써 생산농가에서 쉽게 적용할 수 있도록 현장에 적합하고, 실용적인 차원의 연구를 수행하였다. 육묘와 재배 단계의 분리를 시도하여 종자 손실률을 최소화하고, 입모율을 극대화할 수 있는 연구를 실시하였다. 생산성이 높다 하더라도 경제성이 없는 모델은 실제 현장 적용이 어렵기 때문에 생산성, 경제성 및 품질 향상 등 3개 지표를 활용하여 세부 연구내용의 타당성을 검증·보완함으로써 최적의 인삼 공정육묘 시스템을 제시할 것이다. 연차별 연구계획은 표 1-1과 같고 세부 및 협동과제별 추진 일정은 표 1-2와 같다.

표 1-1. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2016년	1-1. 인삼 공정육묘 생산 기술 및 설비 표준화 연구 : 상토, 파종, 발아, 육묘, 저장 등	<ul style="list-style-type: none"> ○ 플러그 트레이 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 적정 트레이 깊이 및 파종 간격 연구 ○ 상토연구 <ul style="list-style-type: none"> - 피트모스, 펄라이트 등의 수입 상토와 석비레, 약토 등의 상토 생육 비교 ○ 파종연구 <ul style="list-style-type: none"> - 파종 간격 및 깊이 연구 ○ 발아연구 <ul style="list-style-type: none"> - 최적 발아 조건 연구 (온도, 습도, 수분 공급 조절 등) ○ 육묘연구 <ul style="list-style-type: none"> - 공정육묘 생육조건 연구: 온도, 습도, 광, 탄산가스, 토양수분 등 분석 ○ 저장연구 <ul style="list-style-type: none"> - 저장성 향상을 위한 최적의 요인 분석 및 방안연구
		1-2. 인삼 공정육묘 표준 시설 제시	<ul style="list-style-type: none"> ○ 표준 시설 모델 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 비환경제어형 / 환경제어형 ○ 적정 시설 규격 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 적정면적, 측고 및 온실 높이 연구
		2-1. 수직 육묘상 유형에 따른 성과 비교 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공간 활용 최대화를 위한 경사 육묘상 제작
		2-2. 인삼 공정육묘의 분석 지표 개발; 생산성·경제성·품질 분석 지표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기초조사 <ul style="list-style-type: none"> - 타 공정육묘 사례 - 국내·외 문헌조사 - 타 산업 적용사례 분석
		3-1. 현행 공정육묘 사례분석을 통한 인삼 공정육묘 발전방안 모색	<ul style="list-style-type: none"> ○ 타 공정육묘 사례 분석 및 인삼의 생육 특성을 고려한 시스템 제시
2	2017년	1-1. 인삼 공정육묘 생산 기술 및 설비 표준화 연구 : 상토, 파종, 발아, 육묘, 저장 등 (주관연구기관)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 플러그 트레이 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 플러그 트레이의 적용 및 형태 연구 ○ 상토연구 <ul style="list-style-type: none"> - 물리성, 화학성, 무균성을 가진 저가의 인삼공정육묘 전용상토 개발 ○ 파종연구 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 자동파종시스템도입 연구 및 개선 ○ 개감 및 발아연구 <ul style="list-style-type: none"> - 개감 및 발아율 향상 연구 ○ 육묘연구 <ul style="list-style-type: none"> - 토양재배 관수개시점 구명 : 40, 50, 60kpa. - 상토재배 양수분 관리방법 구명 - 육묘 시 식물활성물질 이용 시험 ○ 저장연구 <ul style="list-style-type: none"> - 묘삼 저장 시 충전재의 종류 및 충전재의 수분 함량이 저장성에 미치는 영향 - 저장방안 연구 및 표준화 모델 제시

	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
2차년도	2017년	1-2. 인삼 공정육묘 표준 시설 제시(주관기관)	○ 시설형태 및 육묘상별 경제성 분석 - 시설 : 측고 4.5m 벤로형, 측고 1.4m 단동 - 트레이 및 베드 비교 분석
		2. 수직 육묘상 유형에 따른 성과 비교 분석 (협동연구기관 1)	○ 수직 육묘상 공정육묘 재배 실험 - 효율적 공정육묘 재배형태 적용 - 재배형태별 경제성 분석
		3. 인삼 공정육묘의 분석 지표 개발 (협동연구기관 2)	○ 분석 지표 검증 및 보완 ○ 인삼 공정육묘 모델의 적용 연구
3차년도	2018년	1-1. 인삼 공정육묘 생산 기술 및 설비 표준화 연구 : 상토, 파종, 발아, 육묘, 저장 등 (주관연구기관)	○ 플러그 트레이 연구 - 기존 자동파종기와 의 호환성 검토 및 개선에 관한 연구 ○ 상토연구 - 기존 상토와 생산성이 대등한 경량 상토 연구 ○ 파종연구 - 파종 시스템 연구 ※ 자동파종, 파종시트 등 ○ 발아연구 - 인삼 발아 적환경 구명 ○ 육묘연구 - 묘 생산성 향상을 위한 조건 연구 - 모잘록병 발생 시 발생원인 구명 ○ 저장연구 - 저장기간 연장방법 연구
		1-2. 인삼 공정육묘 표준 시설 제시 (주관연구기관)	○ 공정육묘 실용화 모델 제시 - 고가형 및 저가형 내외부 시설 · 토지이용효율 극대화를 위한 다단 및 1단 육묘시설 - 환경제어 · 환기창, 환기팬, 순환팬, 내부 스크린, 포그시스템의 설치 여부
		2. 육묘상 유형에 따른 성과 비교 분석 (협동연구기관1)	○ 육묘상 형태별 비교 분석 - 생산성, 경제성 정밀분석, 품질분석
		3. 인삼공정육묘 활성화를 위한 종자 및 묘삼 공급체계 등 실용화 연구 (협동연구기관2)	○ 종묘삼 생산 및 활용에 따른 이익 창출 비중 ○ 묘삼의 표준등급 설정 ○ 효율적 묘삼 공급체계 구축방안 연구 ○ 사업화 전략

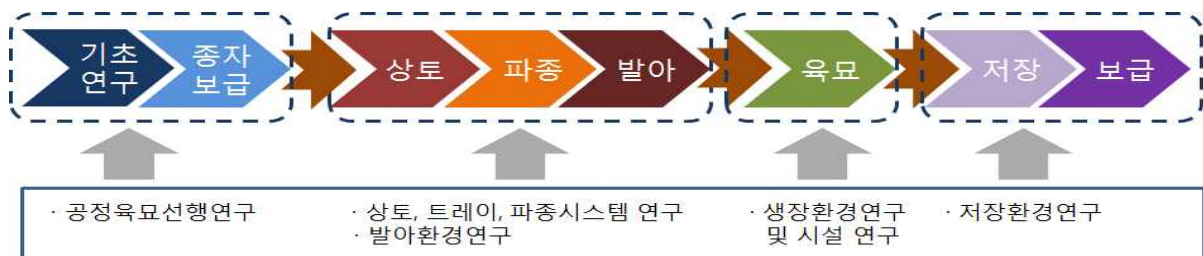


그림 1-1 인삼 공정육묘 프로세스별 연구 과제

표 1-2. 연구추진일정

세부 연구 내용													
		1Y				2Y				3Y			
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
제1 세 부	· 적정트레이 높이 및 파종간격 연구	■	■	■									
	· 원예상토 및 원야토, 약토 등의 상토 생육 실험		■	■	■								
	· 파종 간격 및 깊이 연구		■	■	■								
	· 최적 발아 조건연구	■	■	■									
	· 공정육묘 생육조건 연구 : 온도, 광 등	■	■	■	■								
	· 저장성 향상을 위한 최적의 요인 분석												
	· 표준시설 모델 제시 : 비환경제어형, 환경제어형	■	■	■	■								
	· 시설별 묘삼 생산성 분석			■	■								
	· 플러그 트레이 배수구 위치 및 형태 연구					■	■	■	■				
	· 공정육묘 전용상토개발						■	■	■				
	· 기존 자동파종시스템도입 연구 및 개선					■	■	■	■				
	· 발아율 향상을 위한 무농약 천연물질 연구					■	■	■	■				
	· 육묘시 식물활성물질 이용 시험						■	■	■				
	· 저장실 표준화 모델 제시							■	■				
	· 육묘상별 생산성 분석							■	■				
	· 상토충전기,파종기 호환성 및 개선									■	■	■	■
	· 상토조성 및 파종 프로세스 시스템 연구										■	■	■
	· 인삼 전용 발아실 모델 설계											■	■
· 육묘 생산성 향상을 위한 설비 연구										■	■	■	
· 에너지 절감형 환경제어 설비 연구									■	■	■	■	
제1 협 동	· 수직 육묘상 설계 및 제작	■	■	■	■								
	· 수직 육묘상 재배 연구					■	■	■	■				
	· 수직 육묘상 생산성 및 경제성 연구									■	■	■	■
	· 분석지표 기초조사		■	■	■								
	· 분석지표 개발연구						■	■	■				
· 분석지표 모델적용 및 결과치 제시										■	■	■	
제2 협 동	· 사례분석 및 인삼 공정육묘 시스템제시	■	■	■	■								
	· 인삼 공정육묘의 분석 지표 개발					■	■	■	■				
	· 인삼공정육묘 활성화를 위한 종자 및 묘삼 공급 체계 등 실용화연구									■	■	■	■
착수보고 (2016.03.15.)		■											
연차보고					■								
연차보고									■				
최종보고서 제출													■
최종수정 및 요약												■	■
전문가의견조사				■	■		■	■	■		■	■	■
이해관계자 면담 및 간담회													■
전문위원회 및 전문가 자문		■				■				■			
학술발표지 발표									■				■
특허출원									■		■	■	■

2. 연구수행 내용 및 결과

제 1 장. 인삼 공정육묘 생산 표준화 및 실용화 모델 개발

가. 인삼 공정육묘 생산 기술 및 설비 표준화 연구

(1) 인삼종자 개갑연구

(가) 재료 및 방법

인삼 종자의 개갑 방법에 따른 개갑률 차이를 조사하기 위하여 샌드위치 패널로 지은 창고 안에 그림 1과 같이 4가지 개갑 처리를 하였다. 개갑 시험에 사용한 종자는 재래종으로 강원도 홍천의 인삼 재배 농가에서 구입하였다. 1,000L 용량의 플라스틱 물통에 플로트밸브를 설치하여 지하수가 항상 일정한 용량이 유지되도록 하였다. 이 물통에 모터펌프를 연결하고 15분 단위로 절환되는 타임스위치를 연결하여 1시간에 15분씩 물뿌리개를 이용하여 개갑 할 인삼 종자가 들어있는 100L 용량의 플라스틱 개갑 통에 물을 공급할 수 있도록 하였다. 개갑 통은 배수를 위하여 통의 바닥으로부터 2cm 위에 직경 15mm의 배수구를 설치하였다. 개갑 처리는 종자를 담은 망사 자루만 개갑 통에 넣은 것, 종자를 담은 망사 자루와 모래 자루를 번갈아 층적한 것, 개갑 통 바닥에 플라스틱 상자를 넣고 그 위에 종자를 담은 망사 자루를 여러 층 올려놓은 후 직경 6~7cm의 돌을 넣은 자루로 덮은 것, 종자 자루와 돌 자루를 교호로 층적한 것 등 4가지로 하였다. 그리고 개갑 개시 한계기를 조사하기 위하여 망사 자루에 담긴 인삼 종자를 7월 25일부터 8월 14일까지 5일 간격으로 5회에 걸쳐 상기의 개갑 통에 넣고 개갑 처리를 하였다. 개갑 중인 종자는 처리 후 45일에 개갑 통에서 꺼내어 통풍이 잘 되는 곳에 부직포를 깔고 고르게 펴서 종자 표면에 묻은 수분이 없어질 때까지 건조한 후 자루에 담아 다시 개갑 통에 넣어 개갑 처리를 계속 하였다. 개갑 중인 인삼 종자는 개갑 처리 후 90일이 경과한 10월 25일부터 11월 14일까지 5일 간격으로 5회에 걸쳐 개갑 통에서 꺼내어 양쪽 종피의 벌어진 정도가 1mm 이상인 것을 기준으로 개갑률을 조사하였다.



그림 1. 인삼 종자의 개갑 처리 모습

(나) 결과 및 고찰

개갑 방법, 개갑 개시일 및 개갑 기간에 따른 인삼 종자의 개갑률은 표 1과 같다.

표 1. 개갑 방법 및 시기별 인삼 종자의 개갑률

처 리		조사일(개갑기간)별 개갑률(%)				
개갑방법 ¹⁾	개 갑 개시일	10. 24. (90일)	10. 29. (95일)	11. 3. (100일)	11. 8. (105일)	11. 13. (110일)
종자 자루만 넣음	7. 25.	78	80	82	84	86
	7. 30.	74	76	78	81	83
	8. 4.	64	66	69	72	79
	8. 9.	23	25	28	31	33
	8. 14.	16	19	22	25	27
평 균		51	53	56	59	62
종자 자루와 모래 자루 교호 층적	7. 25.	82	84	88	93	96
	7. 30.	80	82	85	90	92
	8. 4.	76	79	81	84	87
	8. 9.	31	33	36	39	41
	8. 14.	18	21	23	26	29
평 균		57	60	63	67	69
종자 자루를 여러 층 쌓고 그 위에 돌 자루 올림	7. 25.	76	79	81	82	84
	7. 30.	72	74	77	79	81
	8. 4.	61	63	66	68	72
	8. 9.	21	24	27	31	33
	8. 14.	14	17	21	24	27
평 균		49	51	54	57	59
종자 자루와 돌 자루 교호 층적	7. 25.	82	83	87	92	95
	7. 30.	78	80	85	89	94
	8. 4.	74	77	79	82	86
	8. 9.	30	33	35	39	41
	8. 14.	17	20	22	25	29
평 균		56	59	62	65	69
개 갑 방 법		**	**	**	**	**
개갑개시일		***	***	***	***	***
개갑방법 내 개갑개시일		**	**	**	**	**

¹⁾ 100L 용량의 플라스틱 통에 배수구를 내어 개갑 통으로 사용

개갑 통에 종자 자루만 넣은 것, 종자 자루와 모래 자루를 교호로 층적한 것, 종자 자루를 여러 층 쌓아 놓고 그 위에 돌 자루를 덮은 것, 종자 자루와 돌 자루를 교호로 층적한 것 등 4처리 모두 7월 25일에 개갑을 시작한 경우 개갑률이 86% 이상으로 높았다. 특히 종자와 모래를 교호로 층적한 처리에서 7월 25일 개갑을 시작할 경우 110일 경과 시 96%의 높은 개갑율을 나타내었다. 전반적으로 종자와 모래, 종자와 돌 자루를 교호로 층적한 처리에서 개갑률이 높았다. 파종에 지장이 없을 정도의 개갑률을 확보하기 위해서는 늦어도 8월 4일에는 개갑을 시작해야 하는 것으로 나타났다. 8월 9일에 개갑을 시작할 경우 처리에 따라 33~41% 범위의 개갑률을 나타내었으며, 8월 14일에 개갑을 시작할 경우의 개갑률은 20% 후반 대에 머물러 파종을 하여도 기대한 만큼의 입모율을 확보하기 어려운 것으로 나타났다. 7월 25일에 개갑을 시작할 경우 개갑 처리 후 90일 경과 시의 개갑률은 모든 처리에서 76% 이상의 개갑률을 보여 파종 후 입모율 확보에 큰 지장이 없는 수준이었다.

박 등(2009)에 의하면 인삼 종자는 채종 시 배의 발육이 10% 정도밖에 되어있지 않아서 채종하여 배 발육을 유지하지 않으면 발아하지 않으며, 종피가 벌어지도록 처리하는 개갑 과정을 거치는데, 이 기간은 100일 정도가 소요되고, 개갑이 완료되어도 배 발육은 100% 이루어지지 않는다고 한다. 그들은 개갑 처리 시 재래종, 연풍 및 천풍 품종의 종자에 미생물 처리, 모래와 섞은 처리, 펠라이트와 섞은 처리, 모래 층적 처리, 채종 후 건조(종자수분 7.57%) 처리 등을 거쳐 무가온 비닐하우스의 토양에 추파하여 입모율을 조사하였다. 입모율은 펠라이트 처리한 천풍에서 90.7%로 가장 높았으며, 건조 처리에서 77.8%, 모래 층적 처리에서 77.7%, 미생물 처리구에서 75%를 각각 나타냈으나 반복간의 편차가 매우 크다고 하였다. 이 결과를 보면 인삼 추파재배의 경우는 종자를 건조 처리만 하더라도 75%의 높은 입모율을 나타내었다. 경우에 따라서는 이 정도의 입모율로도 파종량만 조절하면 재배에 큰 문제가 없을지도 모른다. 그러나 공정육묘에서 자동 파종기를 이용하여 파종할 경우 이정도의 입모율은 매우 낮은 편이다. 따라서 본 시험과 같이 별도의 개선된 개갑 방법이 필요할 것으로 생각된다. 인삼 종자는 개갑이 되어도 배 발육이 100% 이루어진 것이 아니기 때문에 개갑된 종자도 가을 파종 후 저온을 경과해야 배 발육이 완성되어 봄철의 따뜻한 온도에 감응하여 발아하며, 개갑된 인삼 종자를 인위적으로 휴면 타파하기 위해서는 4℃ 전후의 저온이 90일 이상 필요하다고 하였다(권 등, 2001). 한편 권 등(1997)은 저온 처리 기간에 따른 개갑 인삼종자 내 생리활성물질의 분리 및 동정을 하기 위해 dowex 50W column과 silica gel column을 통과한 용출물의 TLC에서 Rf치별 무 자엽의 신장을 이용한 생육능력 검정을 하였다. Rf치 0.20과 0.40의 경우가 뚜렷한 활성이 있는 것으로 나타났으며, Rf 0.20의 물질을 더 정제한 후 NMR 분석을 한 결과 이 물질은 cytokinin류와는 다른 naphthalene 구조를 가진 물질로 추정된다고 하였다. 결국 이들 2 물질은 개갑에 영향을 미치는 물질이라고 볼 수 있을 것이다. 이 등(2016)은 인삼 종자에

GA₃를 100ml/L의 농도로 처리하고, 온도를 2, -2 및 2℃로 변온처리 하면 발아율이 높아진다고 하여 육종 분야에서 개갑기간 단축을 위한 유용한 방법이 될 것이라고 하였다. 양덕조(1985)의 보고에 의하면 개갑 처리일수가 증가함에 따라 배젖은 완만하게 팽대하였고, 배의 생장은 급속도로 이루어졌으며, 미 개갑 종자에서도 대부분 배는 정상적으로 생육하고 있으며, 종피의 이층 형성은 종피의 물리화학적 성질에 크게 좌우된다고 하였다. 성장조절제에 의한 개갑효과는 GA₃ 100ppm + ABA 100ppm 혼합 처리에서 좋다고 하였다. 개갑 재료별 개갑효과는 왕겨가 가장 좋았으며, 다음으로 질석>모래+왕겨>모래 순으로 좋다고 하였다. 권 등(2001)은 인삼종자를 채종하여 3개월간 모래로 층적 저장하여 개갑이 완료된 종자의 배의 크기는 배유의 1/2정도라고 하였다. 인삼 종자는 채종 당시 미숙했던 배가 형태적으로 거의 완전히 발달하기까지는 6개월 정도가 걸리며, 배의 신장은 실외보다 실내에 저장하면 더 빠르다고 하였다. 배의 신장이 완료된 종자라 해도 60일 이하의 저온 처리로는 발아가 안 되었으며, 발아에 필요한 저온감응 기간은 실외의 자연 상태에서는 75일 정도이며, 4℃에서는 90일 정도가 적정하다고 하였다. 그러나 적정한 저온감응을 받은 종자도 상온에 장기간 방치하면 그 효과는 현저히 감소된다고 하였다. 개갑 중인 종자는 무기물의 함량에도 영향을 준다. 이 등(2015)은 금풍, 춘풍, 연풍 및 K1 품종의 종자를 100일 동안 층적처리하면서 20일 간격으로 무기물의 함량 변화를 조사한 결과 모든 품종에서 개갑 처리 시보다 처리 100일 후 K, P, Mg, Ca 및 Na의 함량이 증가한다고 하였다. 이 결과는 무기물의 처리가 개갑 기간을 단축시킬 수 있다는 점을 시사하는 것이라고 할 수 있다. 안 등(1986)은 수분 후 20일경에 채종한 종자는 전혀 개갑이 되지 않았으나, 30일 후에 채종한 종자는 개갑과 발아가 비교적 양호하여 수분 30일 후에는 종자 채종이 가능한 시기로 생각되었지만, 발아율 등을 생각할 때 인삼 종자의 채종 적기는 중앙 부위의 소화 적심 시, 즉 수분 후 약 50일경인 완숙기가 바람직하다고 하였다. 이 결과는 아무리 인삼 종자의 개갑 처리를 잘 한다고 해도 완숙기에 수확하지 않으면 발아력이 현저히 저하할 수 있음을 말해주고 있는 것이다.

(2) 인삼종자 파종연구

(가) 인삼 종자의 효율적인 파종방법 개발

1) 재료 및 방법

관행 토양재배나 1단 베드를 설치하여 상토를 넣고 인삼을 육묘할 경우는 사람이 끌고 다니며 파종하는 무동력 파종기의 이용이 가능하지만, 경지 이용률을 높이기 위해 비닐하우스에 다단 베드를 설치하여 육묘할 경우에는 1단과 2단 베드 간의 높이가 낮아서 파종기가 들어가지 못하는 경우가 있으므로 무동력 파종기의 이용이 어렵다. 그렇다고 손으로 직접 파종하면 종자가 고르게 파종되지 않아서 어느 부분은 지나치게 밀파되어 발아율이 높은 경우 밀식으로 인

하여 병 발생이 많고, 뿌리의 비대도 매우 불량해진다. 이러한 문제의 해결을 위해 파종방법의 개선이 필요하다. 본 연구는 인삼의 다단베드 육묘 및 파종상을 수직에 가깝도록 프레임에 세우는 경사재배에 적용 가능한 기술 개발을 위하여 수행하였다. 평면베드(그림 2)의 경우 2.8×2.8cm 간격으로 파종이 가능한 162공 플러그트레이에 파종하여 트레이를 베드에 올려놓는 방법, 상토에 오공접착제 205호를 1%(v/v) 첨가하여 압축한 후 종자를 부착한 파종시트를 제작하여 상토가 들어있는 파종상 위에 종자 부착 면이 아래쪽을 향하도록 올려놓는 방법, 162공 플러그트레이 파종용 평판 수동파종기를 이용하여 파종상의 상토 위에 파종한 후 복토하는 방법, 직경 2cm, 길이 3cm의 원형 목재를 3cm 간격으로 목판에 부착하여(장척) 상토 표면을 눌러 파종구를 만든 후 파종하고 복토하는 방법 등이 사용되었다. 새롭게 시도되는 경사육묘는 채소 종자 자동파종기를 인삼종자 파종에도 이용할 수 있는지를 검토하였다. 경사육묘는 철골로 프레임을 설치하고 육묘상자를 수직에 가까운 각도로 세워놓기 때문에 상토를 많이 채우지 않아도 뿌리가 길게 자랄 수 있다(그림 2). 채소 종자 자동 파종기는 육묘 판의 자동 이동 및 파종을 위한 센서가 플러그트레이의 아랫부분을 감지하여 작동한다. 따라서 경사육묘 트레이는 일정한 간격으로 파종할 수 있도록 162공 플러그트레이와 같은 규격의 돌기를 육묘 트레이의 아랫부분에 1cm 길이로 붙인 후 자동 파종기를 이용하여 파종하였다(그림 3-2). 이 방법을 제외한 3종의 파종 방법은 일반베드와 동일하게 하였다.



평면베드

경사베드

그림 2. 평면베드와 경사베드의 모습

2) 결과 및 고찰

그림 3의 2를 제외한 모든 처리는 15~20cm 깊이의 상토를 채운 평면 육묘상에서 사용이 가능하며, 그림 3의 1을 제외한 모든 파종 방법은 경사재배에서 사용이 가능하였다. 그림 3의 1은 162공 플러그트레이로써 파종 간격은 2.8×2.8cm이며, 트레이의 높이는 4cm이다. 그림 3의 2는 162공 플러그트레이와 동일 파종 간격의 경사재배용 파종 및 육묘상이며, 상토 깊이는 3cm, 밀면 요철의 높이는 1cm이다. 이 파종상은 자동 파종기의 센서가 감응할 수 있도록 파종상 저면에 162공 규격의 플러그트레이 아래 부분과 같은 간격으로 요철을 두었다. 그림 3의 3은 오공 205호 접착제를 상토 용적의 1%(v/v)를 첨가한 후 압축하여 성형한 두께 0.5cm의 매트형 상토에 인삼 씨앗을 부착하여(종자시트) 종자 부착 부위가 아래로 향하도록 육묘상에 배열하여 파종할 수 있다. 시트 1장 제작시 상토 소요량은 3L, 접착제 30mL가 소요되며, 제작비

용은 상토 300원, 접착제 35원 등 335원이 들지만 업체에 주문할 경우 1장에 450원이 소요된다. 그림 3의 4는 시판 162공의 평판 수동파종기의 종자가 통과하는 구멍을 키워 인삼 종자가 통과할 수 있도록 한 후에 사용할 수 있으나 숙달되지 않으면 파종 실패율이 높아 반드시 손으로 보파해야 한다. 그림 3의 5는 3×3cm 간격으로 파종할 수 있는 돌기가 있는 장척을 제작하여 육묘상 위를 눌러 파종 구멍을 낸 후 종자를 한 알씩 넣어 파종하는 방법인데 인력과 시간이 과다하게 소요되어 시험용 이외에는 실용성이 없었다.



그림 3. 파종방법 및 파종기의 모습

표 2. 베드 형태별 파종방법에 따른 묘삼의 생육 및 파종 시간

베드형태	파종상의 종류	파종방법	입모율, 생육 및 파종시간		
			파종 성공률 (%)	입모율 (%)	근중 (g/주)
평면베드	162공 플러그트레이	자동파종 후 베드에 올림	98a ¹⁾	88a	0.76c
	파종시트	파종시트 베드에 올림	100a	89a	0.82b
	평판파종기	베드에 파종 후 복토	99a	88a	0.88a
	장척이용	베드에 파종 후 복토	100a	89a	0.92a
경사베드	경사육묘판	자동파종 후 경사 프레임에 설치	97a	87a	0.78c
	파종시트	파종시트 베드에 올림	100a	88a	0.82b
	평판파종기	베드에 파종 후 복토	98a	86a	0.86ab
	장척이용	베드에 파종 후 복토	100a	91a	0.88a

1) DMRT .05.

표 2에 파종 방법에 따른 인삼 종자의 파종 성공률, 입모율 및 근중을 나타내었다. 평면베드와 경사베드의 모든 파종 방법에서 97% 이상의 높은 파종 성공률을 나타내었는데, 특히 파종시트와 장척을 이용하여 파종한 경우의 파종 성공률은 100%를 나타내어 타 처리보다 높았다. 입모율은 파종 방법에 따라 86~91% 범위로 상당한 차이가 있었다. 평면 베드와 경사 베드

모두 장척을 이용하여 파종한 경우의 파종 입모율은 89%와 91%로 타 처리에 비하여 높았다. 근중은 파종 방법에 따라 다소 차이가 있었으나 묘삼 1주당 0.76~0.92g 범위로 실제 재배에 이용하는 데는 문제가 없는 정도의 크기였다. 근중의 경우 평면베드에서는 162공 플러그 트레이에서 0.76g, 경사베드에서는 새로 제작한 경사재배용 육묘상에서 0.78g으로 타 처리에 비해 가벼웠지만 본 시험을 통하여 경사육묘의 실용화 가능성을 기대할 수 있었다. 그 밖의 처리에서는 모두 갑삼(1등급)에 속하는 0.8g 이상의 근중을 나타내었다.

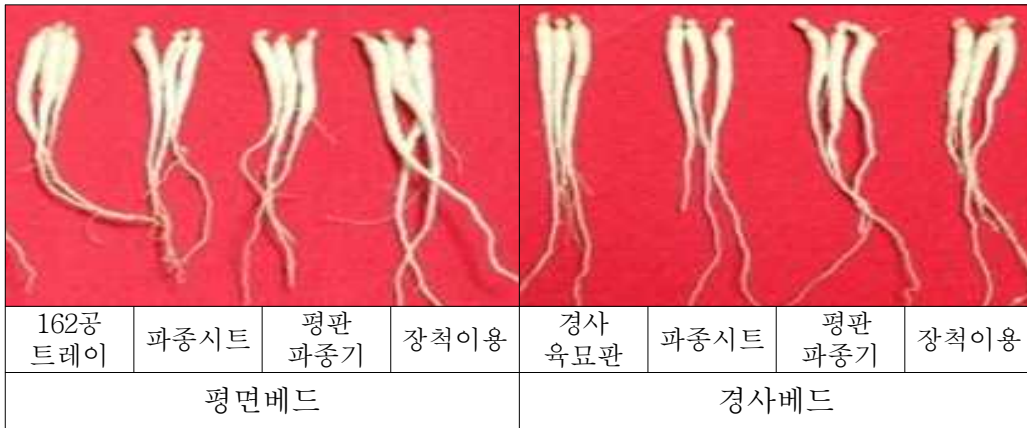


그림 4. 베드 형태별 파종 방법에 따른 묘삼의 생육

그림 4의 좌측은 평면베드에서, 우측은 경사베드에서 재배한 묘삼의 생육상태를 나타낸 것이다. 모든 처리에서 파종 성공률은 97%, 입모율은 86%, 근중은 0.76g 이상을 각각 나타내어 이 성적만 보면 모두 실용화가 가능한 것으로 보이지만 문제는 작업 효율과 경제성이다. 따라서 표 3에 각 파종 방법별 경제성 분석 결과를 제시하였다. 무농약재배를 전제로 하여 1채 (750g)당 단가를 120천원으로 계산하였다. 경사베드에서 재배한 경우 재식주수는 평면베드의 2.8배이나 실제 수량은 장척을 이용하여 파종한 경우에 비해 1.7배 많았다.

우리나라의 인삼재배는 주로 묘포장에서 묘삼을 1년 간 육묘하여 규격 묘를 선별하여 본포에 이식하는 재배방식을 취하고 있으며, 포장에서의 파종은 1립 점파를 한다. 포장에서의 파종은 여름에 종자를 채취하여 개갑과정을 거쳐 벼의 수확기와 비슷한 시기에 이루어지며, 파종적기는 약 15일에 불과하다. 그러나 벼 수확 시기와 겹쳐 인력 구하기가 어려우므로 자동화가 필요하여 점파가 가능한 파종기를 개발하기도 하였다(이기명, 2003). 그 밖에 지금 사용되고 있는 파종기는 여럿이 있다. 롤러형의 산파 파종기, 일정 간격으로 점파가 가능한 점파기 등이 그것인데, 이것들은 모두 단점을 가지고 있다. 작업 속도가 빠르면 일정한 간격으로 파종하기가 어렵고, 일정한 간격으로 파종할 경우 작업 속도가 너무 느리다는 점이 그것이다. 따라서 본 시험에서는 채소종자 자동 파종기를 이용하여 인삼 종자를 파종하기 위해 162공 규격(2.8×2.8cm 간격으로 파종 가능)의 플러그 트레이와 동일 규격의 육묘 트레이를 제작하여 자동 파

표 3. 파종 방법별 경제성 분석

파종 방법 ¹⁾	노력(시간/10a) 및 조수입, 생산비, 소득(천원/10a)									
	종자비 ²⁾	파종 ³⁾ 시간	상토 ⁵⁾ 비용	파종상 ⁶⁾ 제작비	육묘상 ⁷⁾ 제작비	수량 (kg/10a)	조수입	생산비 ⁸⁾	소득	소득지수
162공 플러그트레이	495	15.0	5,000	960	90	171	27,360	6,847	20,513	82
종자부착 파종시트	495	4.2	5,000	1,350	90	187	29,880	7,271	22,609	90
평판파종기	495	25.7	5,000	52	90	196	31,320	6,241	25,079	100
장척이용	495	83.7	5,000	60	90	200	32,040	6,914	25,126	101
손으로 뿌리기	940	21.2	5,000	0	90	146	23,340	6,579	16,761	67
경사육묘판 ⁹⁾	495	22.3	750	780	600	340	54,380	3,187	51,193	204

1) ㉠ 162공 플러그트레이, 경사육묘판 : 채소용 자동 파종기 이용, ㉡ 종자부착 파종시트 : 주문생산(450원/장), ㉢ 그림 3-4의 평판 파종기 이용 파종, ㉣ 손으로 뿌리기 : 손으로 흩어뿌림, 파종량이 부족할까봐 많이 파종하는 경향이 있음, 2) 3×3cm 간격으로 파종하고 육묘상의 면적이 전체 면적의 1/2일 때. 종자대는 5.5천원/kg. 3) 파종상 또는 육묘상에 종자를 파종하는데 걸리는 시간. 파종시트의 경우 업체에 주문하는 것으로 하여 0으로 처리. 4) 파종상을 베드에 배열하는 시간 또는 복토하는 시간, 5) 상토깊이는 경사육묘상 3cm, 일반베드 20cm이며 육묘상 비율 50%, 5,000원/50L 포대, 사용기간 2년으로 계산, 6) 162공 플러그트레이 320원/개, 파종시트 450원/장, 평판파종기 260천원/대(내구연한 5년, 52천원/년), 장척 300천원/개(내구연한 5년, 60천원/년), 경사육묘판 1,300원/개(내구연한 5년시 260원/년/개). ※ 인건비 8시간 100천원. 7) 일반 육묘상: 450천원/10a, 내구연한 5년 시 90천원/년, 경사재배: 3,000천원/10a, 내구연한 5년 시 600천원/년. 8) 광열동력비 283천원 각 처리 동일 적용. 9) 경사육묘판은 경사베드에서, 나머지는 일반베드에서 재배한 것으로 계산하였으며, 경사베드의 재배면적은 일반베드의 3배임 ※ 묘삼 가격은 무농약 묘삼 기준으로 채당 12만원 계산,

중하였다. 자동 파종기를 이용한 파종의 경우 파종 성공률은 97%로 매우 높아서 다른 방법에 비해 효율적이었다. 지금은 162공 플러그 트레이와 같이 가로, 세로, 높이가 각각 54, 24 및 4cm인 육묘상자를 만들었지만, 자동 파종기를 조금만 변경하면 28cm인 부분을 1m까지 확대할 수 있으므로 파종 및 경사 프레임에 육묘 트레이를 설치하는 노력을 많이 줄일 수 있다. 그리고 플러그 트레이 중 가장 깊은 것의 규격은 4.6cm이므로 육묘 트레이 밑에 자동파종기의 센서가 감응하는 부위 1cm 정도를 할애하더라도 상토를 담은 용기의 깊이가 3.6cm가 되므로 실용화에 문제가 없을 것으로 생각되었다.

(3) 상토의 깊이, 파종 간격, 파종 깊이(복토 두께) 및 시기에 따른 묘삼의 생산성

(가) 재료 및 방법

인삼 육묘 시 상토의 깊이, 파종 간격, 파종 깊이(복토 두께) 및 파종 시기는 묘삼의 생육에 큰 영향을 끼친다. 본 연구에서는 육묘상에 상토를 20, 25 및 30cm씩 각각 채우고, 파종 간격은 2×2cm, 2.5×2.5cm 및 3×3cm 간격으로, 파종 깊이는 1, 2 및 3cm로 각각 달리 하였다. 한편 봄철 파종 한계기를 알아보기 위하여 3월 15일부터 6월 15일까지 1개월 간격으로 4회에 걸쳐 인삼 종자를 파종한 후 출아율 및 생육조사를 하였다.

(나) 결과 및 고찰

묘삼의 생산에 대한 연구는 다양하게 이루어졌는데, 크게 토양수분(Park H, 1982), 시설 내 미기상 환경(현 등, 2009), 해가림시설 관련 연구(박 등, 2014)로 구분할 수 있다. 그 중에서 묘삼의 생산에 관한 연구는 이식 위주의 인삼 재배에서 많은 연구를 수행하였다. 본 실험은 인삼 전용상토를 사용하고 상토의 깊이는 20, 25, 30cm로 처리하였다. 근장(근 직경 1mm 이상인 지점까지의 길이)은 상토의 깊이가 깊은 30cm에서 14.8cm로 길었으며, 근경은 처리 간에 차이가 없었다. 근중은 30cm에서 0.81g으로 타 처리에 비해 무거웠다(표 4, 그림 5). 즉, 근장은 상토 깊이 30cm에서 20cm에 비해 22% 길었고, 근중은 16% 무거웠다. 묘삼에서 적변은 일부 발생하였으나 처리 간에 차이는 없었으며, 모잘록병, 뿌리썩음병은 발생하지 않았다.

표 4. 묘삼의 생육에 미치는 상토 깊이의 영향

상토의 깊이 (cm)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
20	12.1c ¹⁾	3.8a	0.70c	3a	0a	0a
25	13.4b	3.7a	0.75b	3a	0a	0a
30	14.8a	3.8a	0.81a	3a	0a	0a

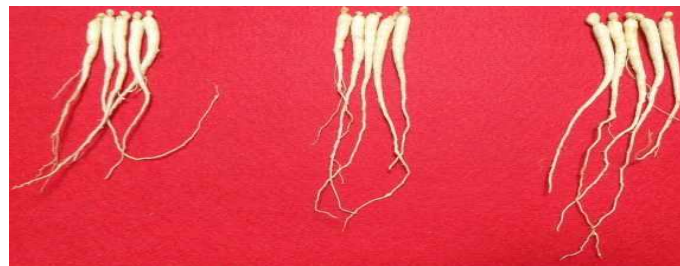
1) DMRT $p < 0.05$

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상.

※ 상토 : N 사의 시판상토 이용. 파종일 4. 10, 수확일 10. 25.



<20cm>

<25cm>

<30cm>

(상토의 깊이)

그림 5. 상토의 깊이에 따른 묘삼의 생육.

이와 이(1991)는 인삼 발의 두둑 높이를 15, 25, 35cm로 만들어 재배한 4년근(사양토)과 3년근(식양토) 인삼의 생육 및 토양 물리성 조사 결과 두둑이 높을수록 토양의 공극률은 증가하고 경도는 낮다고 하였다. 그리고 동일 포장에서 6년근 인삼 수확 시 두둑이 높을수록 수량이 많았고, 적변율이 현저히 감소한다고 하였다. 이 등(2015)은 논토양에서 두둑 높이를 20, 30 및 40cm로 하여 인삼을 재배한 결과 두둑 높이 30cm에서 잎의 변색이 적었으며, 6년근 인삼의 수량이 많아서 배수가 잘 안 되는 논토양에서 인삼을 재배하려면 두둑 높이를

30cm로 할 것을 권장하였을 뿐 아니라, 농진청(2013)에서도 인공상토에 육묘할 경우 상토의 깊이를 30cm로 할 것을 권장하고 있다. 본 시험에서도 상토 깊이 30cm에서 근중이 0.81g으로 타 처리에 비해 무거우므로 이전의 보고들과 부합되는 결과를 나타냈다고 생각한다. 다만 인공상토를 이용하여 대면적 재배 시 생산비 중 상토 비용이 차지하는 비중이 매우 크므로 상토의 사용량을 줄일 수 있으면서도 묘삼의 생육은 기존과 대등한 방법을 찾아야 할 필요가 있다.

인삼 종자의 적정 파종간격 구명은 집약적인 묘삼 생산방식인 비닐하우스 재배에서 균일하고 규격화된 우량묘삼 생산과 동시에 이식재배를 위한 첫 단계로서 매우 중요하다. 본 실험에서 파종간격은 2.0×2.0cm, 2.5×2.5cm, 3.0×3.0cm이었는데, 근장은 각각 13.6cm<14.1cm <14.3cm 이었고, 근경은 3.8=3.8mm<4.2mm이었으며, 근중은 0.67<0.74<0.83g로 파종간격이 넓을수록 무거운 경향이였다. 근경과 근중은 3.0×3.0cm에서 4.2mm와 0.83g을 각각 나타내어 타 처리에 비해 좋은 생장을 나타내었다. 적변삼과 모잘록병, 뿌리썩음병의 발생은 처리 간에 차이를 보이지 않았다(표 5, 그림 6).

표 5. 묘삼의 생육에 미치는 인삼 종자 파종 간격의 영향

파종간격 (cm)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
2.0×2.0	13.6b ¹⁾	3.8b	0.67c	3.0a	0.0a	0.0a
2.5×2.5	14.1a	3.8b	0.74b	3.0a	0.0a	0.0a
3.0×3.0	14.3a	4.2a	0.83a	3.0a	0.0a	0.0a

1) DMRT p < 0.05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상.

※ 상토 : N 사의 시판상토 이용. 파종일 4. 10, 수확일 10. 25.



<2.0×2.0cm>

<2.5×2.5cm>

<3.0×3.0cm>

(파종간격)

그림 6. 파종 간격에 따른 묘삼의 생육.

농진청(2013)에서는 토양재배나 상토재배 모두 3×3cm 간격으로 파종할 것을 권장하고 있다. 본 시험에서도 3×3cm 간격으로 파종한 경우 묘삼의 근중은 0.83g으로 갑삼 생산이 가능하였고, 2.5×2.5cm 간격으로 파종한 경우도 0.74g의 근중을 나타내어 병과 영양관리를 잘 하면 2.5×2.5cm 간격에서도 갑삼의 생산이 가능 시 되었다. 그러나 파종 간격이 좁을수록 병

발생이 많아질 수 있으므로 철저한 관리가 따르지 않으면 실패할 가능성이 높다. 그러나 1m² 당 파종량은 3×3cm 간격은 1,089립, 2.5×2.5cm 간격은 1,600립으로 2.5×2.5cm에서 47%나 많으므로 추후 이 간격에서 정상적으로 생산할 수 있는 방안에 대한 연구도 수행할 필요가 있다고 본다.

표 6. 묘삼의 생육에 미치는 인삼 종자 파종 깊이의 영향

파종깊이 (cm)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
1	14.3a ¹⁾	3.8a	0.82a	3a	0a	0a
2	14.8a	3.8a	0.84a	3a	0a	0a
3	14.9a	4.0a	0.85a	3a	0a	0a

1) DMRT p < 0.05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상.

※ 상토 : N 사의 시판상토 이용. 파종일 4. 10, 수확일 10. 25.

인삼종자 파종 시 파종 깊이 1, 2, 3cm의 처리에 따른 근장, 근경, 근중은 차이가 없었다. 개갑된 종자는 파종 깊이에 따라 뿌리의 성장에는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났고, 생리장애는 동일한 수준인 10% 이하로 나타났으며 병해의 발생은 유의성이 없었다(표 6, 그림 7).

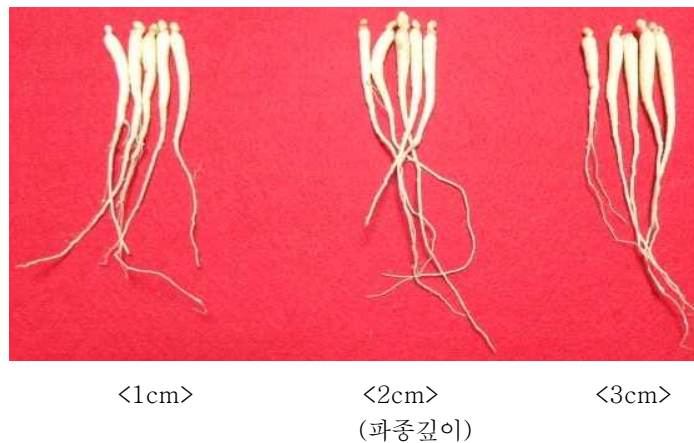


그림 7. 인삼 종자의 파종 깊이에 따른 묘삼의 생육.

유연현(1990)은 양직묘포를 대상으로 조사한 결과 *R. Solani*에 의한 모잘록병 발생은 포장에 따라 큰 차이를 보여 0.6~10.9% 범위였으며, 묘삼 줄기의 연백화 된 길이가 0.78~1.25cm인 포장의 모잘록병 발병율은 0.6~3.2%인데 비하여, 1.89~2.26cm인 포장에서는 6.9~10.9%로 줄기의 연백 부위가 긴 포장에서 발병이 심하였고, 병반은 대부분 지체부의 연

백화 된 줄기에 형성되었다고 한다. 병원균을 인공 접종한 포트 토양에 인삼 종자 파종 후 1, 2 및 4cm로 복토하였을 경우의 발병율은 18.4, 27.4 및 32.9%로 복토를 두껍게 할수록 발병이 많다고 하였다.

(이 등, 1998)은 고년근 재배의 경우에는 인삼 종자를 134립 및 90립/칸(180×90cm)을 직파할 경우 이식재배 보다 생존본수가 월등히 많았고, 적변삼의 발생 비율은 이식재배에 비해 직파재배에서 현저히 감소된다고 하였다. 근 수량은 134립, 268립, 90립 파종구 순으로 많았고, 개체 근중은 파종밀도가 낮을수록 증가되었으며, 90립 파종구에서는 이식재배에서와 대등하다고 하였다. 백삼 또는 홍삼의 원료로 사용 가능한 인삼은 이식재배보다 직파재배에서 파종 밀도가 낮을수록 많다고 하였다. 근 수량 및 개체 근중을 고려해보면 직파재배 시 파종적량은 90~134립/칸의 범위라고 하였다.

본 시험에서는 모잘록병이 전혀 발생하지 않았다. 그 원인은 모잘록병 발생의 과다는 해에 따라 달라지는데, 그 해의 기상 조건이 모잘록병 발생에 호적 조건이면 많이 발생하고, 그렇지 않으면 전년에 모잘록병이 심하게 발생했던 포장에 인삼종자를 다시 파종해도 모잘록병이 거의 발생하지 않는 경우도 있다. 그리고 본 시험에 사용한 상토 자재는 모두 소독하여 사용하였고, 처음 사용하는 신품 상토이므로 병 발생이 없었던 것으로 생각된다.

인삼 종자의 봄철 파종 시 한계 파종시기를 구명하기 위하여 3월 15일에서 6월 15일까지 1개월 간격으로 4 차례에 걸쳐 파종하였다. 3월 15일과 4월 15일 파종에서 각각 73%와 72%로 타 처리에 비해 높은 출아율을 나타냈다. 근장, 근경, 근중 모두 3월 15일 파종에서 14.8cm, 3.9mm, 0.84g으로 유의성을 보이며 전반적인 생장이 타 처리에 비해 우수한 것으로 나타났다. 3월 파종의 경우 6월 파종에 비해 출아율은 39% 높았고, 근장, 근경 및 근중은 25, 25 및 71%씩 각각 증가하였다(표 7, 그림 8). 인삼 종자의 파종은 가을 파종인 추파를 주로 해왔으나 봄 파종인 춘파를 할 때는 우량한 묘삼 생산을 위해 3월 중순까지 파종을 끝내는 것이 좋으며, 4월 중순에 파종해도 비배관리를 잘 하면 갑삼의 생산이 가능할 것으로 생각되었다. 생리장해와 병 발생률은 처리 간에 차이를 보이지 않았다.

원 등(1998)은 인삼 종자는 10℃ 이하에서는 종자 내과피의 유무에 관계없이 휴면상태에 돌입하는데, 모든 처리에서 20℃보다는 15℃에서 배의 성장속도가 빨랐으므로 고려인삼 종자의 배 성장에 적합한 온도는 15℃ 내외인 것으로 추정하였다. 그리고 이 등(1978, 1982)은 인삼은 30℃ 이상의 온도가 10일 이상 지속되거나 46℃ 이상의 고온에 1시간 이상 노출되면 고온피해로 인해 조기낙엽이 발생하여 생육이 불량해지며, 인삼 밭에서 자라는 묘삼은 같은 이랑에서도

표 7. 묘삼의 생육에 미치는 인삼 종자 파종 시기의 영향

파종일	출아율 (%)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
3. 15	73a ¹⁾	14.8a	3.9a	0.84a	3a	0a	0a
4. 15	72a	14.3ab	3.7ab	0.76b	3a	0a	0a
5. 15	58b	13.8ab	3.4b	0.58c	3a	0a	0a
6. 15	33b	11.8b	3.0c	0.49d	3a	0a	0a

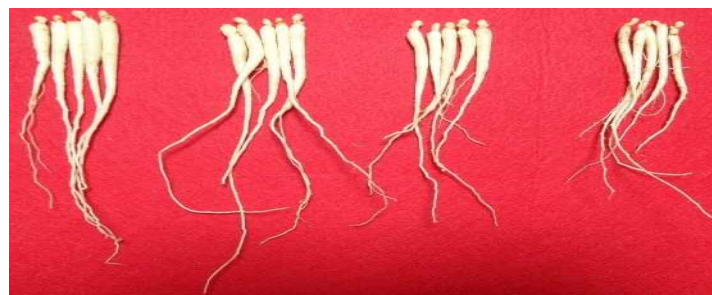
1) DMRT p < 0.05

2) 적변: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상.

※ 수확일 10. 25.



<3. 15> <4. 15> <5. 15> <6. 15>
(파종일)

그림 8. 인삼 종자의 파종 시기에 따른 묘삼의 생육.

위치에 따라 생육 차이가 생겨서 균일한 묘삼을 생산하기 어렵고, 모잘록병에 의한 결주율이 10~30%에 이른다고 하였다. 본 시험에서 5월 15일과 6월 15일에 파종한 경우 출아율이 58%와 33%로 매우 저조한 것은 이전의 보고와 같이 인삼 종자의 발아 적정온도를 훨씬 상회하는 시기에 파종했기 때문인 것으로 생각된다. 일반적으로 개갑된 인삼 종자를 고온기에 파종하면 발아율이 극히 저조해진다. 그 원인은 배가 완전히 자라고 휴면타파가 완벽하게 된 종자라도 발아에 부적합한 환경에 처하면 2차 휴면에 들어가기 때문인 것으로 생각된다.

나. 상토 사용량 절감과 토지 이용률 향상기술 개발

본 시험은 인삼종자 파종연구의 후속 연구라고 할 수 있다. 앞 절에서는 파종 방법에 대한 연구를 수행하였다. 본 절에서는 어떻게 하면 이미 제작한 인삼 육묘용 트레이를 경사육묘를 위한 프레임에 잘 설치할 것인가에 대해 알아보았다. 왜냐하면 경사육묘라고는 하지만 거의 수직에 가까운 경사도를 가지고 있기 때문에 상토가 아래쪽으로 처지는 것을 방지하면서 우량 묘삼을 생산할 수 있는 방법을 찾는 것이 본 연구의 목적이라고 할 수 있기 때문이다

(1) 육묘상의 종류와 묘삼의 생육

(가) 재료 및 방법

비닐하우스에서 시판 상토를 이용한 인삼 육묘 시 생산비 중 상토가 차지하는 비중은 50% 정도로 매우 높아서 상토의 사용량을 줄이고 자동과중기를 활용한 과중노력의 절감이 필요하다. 따라서 토지의 이용 효율을 극대화하기 위해 기존에는 평면재배 하던 것을 프레임을 제작하여 수직에 가까운 양쪽의 급경사면에 깊이가 3, 4, 5 및 6cm인 육묘상을 부착하여 육묘하는 방법을 시도하였다. 육묘상의 상하 저면에는 2cm 높이로 공간을 만들어 육묘상을 급경사면에 부착해도 육묘상 연결부의 상토가 이어져 뿌리가 아래쪽으로 통과할 수 있도록 하였다. 대조구는 가로, 세로 및 깊이가 각각 52, 40, 30cm인 과실 수확상자에 30cm 깊이로 상토를 채운 후 10cm 간격으로 구멍이 나 있는 점적호스를 15cm 간격으로 설치하여 관수하였다. 각 처리 모두 상토는 S사의 인삼 육묘용 전용상토를 구입하여 사용하였다. 각 방법은 그림 8~12에서 설명하였다. 그림 8의 경우는 육묘상과 육묘상의 연결부위에 채워진 상토가 아래로 처져서 뿌리가 원활히 통과하지 못하므로, 육묘상의 연결부위에 위치한 묘삼은 정상적으로 생육하지 못하여 실용화에 문제가 있다. 그림 9와 같은 경우는 육묘상 연결부의 상토가 처지지 않아 틈이 생기지 않고 인삼이 잘 자랐으며, 플러그트레이가 육묘상 내에 격자 모양으로 상토의 지지대를 형성하여 상토가 전혀 아래쪽으로 처지지 않는 않지만, 그림 11의 우측과 같은 경사 프레임에 육묘상자를 수직에 가깝게 세워 놓아야 하므로 인삼의 뿌리가 중간에 휘어져서 상품성이 없었다.



그림 8. 육묘상 내부 바닥에 아무런 조치 없이(좌) 인삼 육묘



그림 9. 아크릴판 육묘상 안에 플러그셀의 아랫부분을 제거한 162공 플러그트레이(좌)를 넣고 이를 이용한 인삼 육묘(우).

그림 10과 같이 육묘상 저면에 3cm 간격으로 3cm 길이의 못을 박으면 상토를 지지하여 상토가 아래로 처지지 않고, 육묘상의 연결 부위가 잘 밀착되며(그림 10의 우측 흰색 가로선), 상토 또한 잘 밀착되어 그림 10의 좌측과 같이 육묘상의 아래 부분에 있는 공간을 통하여 아래에 있는 육묘상으로 인삼의 뿌리가 쉽게 뻗어 내릴 수 있어서 뿌리의 생육이 좋으므로 실용화 가능성이 높았다.



그림 10. 상토가 처지는 것을 방지하기 위해 3cm 간격으로 못을 박아(좌) 지지대를 설치하고 이를 이용한 육묘(우).

그림 11은 경사 육묘상에 파종을 하고 상토가 흘러내리지 않도록 플라스틱 망을 씌워서 바닥에 늘어놓은 것(좌)과 경사 프레임에 육묘상을 올려놓은 모습(우)이며, 그림 12는 플라스틱 상자에 인삼을 육묘하는 모습이다.



그림 11. 파종한 육묘상에 망상의 덮개를 덮고(좌), 경사면에 부착하여 재배하는 모습(우).



그림 12. 상토 깊이 시험을 위해 사용한 플라스틱 용기(좌) 및 인삼의 생육(우).

신규 제작한 육묘상의 깊이가 6cm인 경우 묘삼의 생육은 깊이 30cm의 플라스틱 용기와 대등하지만(표 8), 상토의 소요량은 기존의 1/5로 줄일 수 있어서 생산비 절감에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단되었으나, 좀 더 안정적인 생산을 할 수 있도록 양수분 관리에 대한 세부적인 연구가 필요한 것으로 보인다.

(나) 결과 및 고찰

표 8. 육묘상의 깊이에 따른 인삼의 생육

육묘상의 깊이 (cm)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g)	생산주수 (주/m ²)
3	7.4a ²⁾	3.4a	1.7c	9.0d	3.7a	0.38c	1,467a
4	7.5a	3.2a	1.7c	9.4d	3.8a	0.40c	1,492a
5	7.3a	3.3a	1.8b	11.1c	3.8a	0.58b	1,517a
6	7.9a	3.5a	1.9a	12.1b	3.8a	0.68a	1,579a
30 ¹⁾	7.2a	3.3a	1.6d	13.2a	3.7a	0.71a	368b

- 1) 망상의 구멍이 나 있는 가로, 세로, 깊이가 각각 52, 40, 30cm이고, 망상의 구멍이 나 있는 플라스틱 용기
- 2) DMRT .05
- ※ 상토 : N 사의 시판상토 이용. 파종일 4. 15, 수확일 10. 25.

표 9. 육묘상의 형태와 깊이에 따른 인삼의 적변, 모잘록병 및 뿌리썩음 발생 정도

육묘상의 깊이 (cm)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ⁴⁾	뿌리썩음 ⁵⁾
3	3a ³⁾	3b	0a
4	3a	3b	0a
5	3a	3b	0a
6	3a	3b	0a
30 ¹⁾	3a	0a	0a

- 1) 망상의 구멍이 나 있는 가로, 세로, 깊이가 각각 52, 40, 30cm인 플라스틱 용기.
- 2) 적변: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상
- 3) DMRT .05.
- 4) 모잘록병: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상
- 5) 뿌리썩음: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상.
- ※ 상토 : N 사의 시판상토 이용. 파종일 4. 15, 수확일 10. 25.

경사육묘에 사용하기 위하여 새로 제작한 육묘상의 깊이가 3~6cm인 경우 근중은 0.38~0.68g 범위로 타 처리에 비해 가벼웠다(표 8, 그림 13). 그러나 육묘상의 깊이가 6cm인 경우에는 기존의 30cm를 채우는 플라스틱 용기 재배와 근장, 근경, 근중 등의 생육은 대등하면서도 단위면적당 생산주수는 기존 방법에 비해 4배 이상 많아서 이 방법을 좀 더 개선하면 실용화의 가능성이 있을 것으로 생각되었다. 경사재배용 육묘상의 깊이에 따른 묘삼의 생리장해 및 병 발생 정도는 처리 간에 차이가 없었다(표 9). 그러나 관행재배라고 할 수 있는 플라스틱 용기에서 인삼을 육묘한 경우 모잘록병이 발생하지 않았으나, 경사재배의 경우에는 육묘상의 깊이에 따라 4~6% 범위의 모잘록병이 발생하였다.

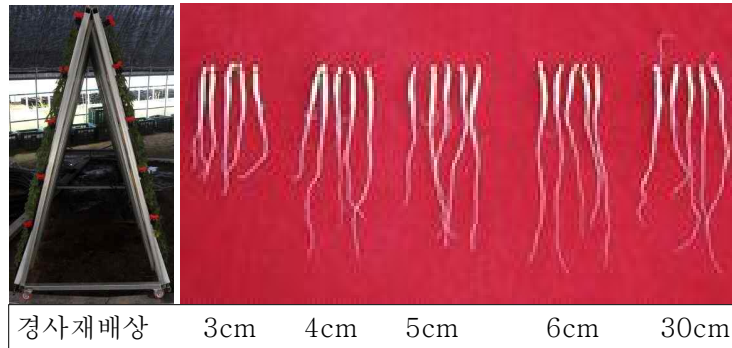


그림 13. 양쪽 경사면에서 자라는 인삼의 모습(좌)과 과중상의 깊이에 따른 뿌리의 생육(우).



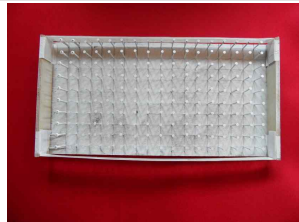


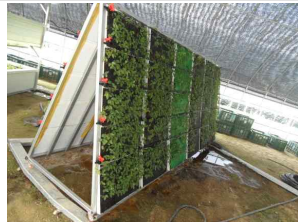
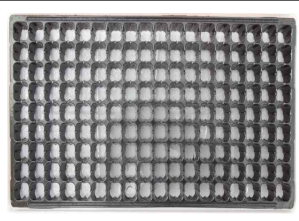



본 시험에서는 가능한 한 상토의 사용량을 최소한으로 줄이면서도 어떻게 하면 묘삼의 생산은 정상적으로 할 것인가, 그리고 상토가 아래쪽으로 처지는 것을 어떻게 방지할 것인가를 주로 살펴보았다. 이 두 가지 문제가 해결되지 않으면 실용화는 요원하기 때문이다. 다행히 육묘 트레이의 전면에 3cm 길이의 못을 3cm 간격으로 박았을 때 상토의 처짐이 전혀 없어서 이 문제는 해결되었다. 그러나 상토의 양이 적기 때문에 상대적으로 상토가 보유하고 있는 양분의 양도 적어져서 그런지 묘삼의 생육은 30cm 깊이의 플라스틱 상자에서 육묘한 것보다 좋지 않았다. 그러나 6cm 깊이로 상토를 채운 경우는 근중이 0.68g으로 0.71g인 플라스틱 상자육묘와 대등하였다. 특히 금년에는 4월 15일에 과중하여 생육이 덜 되었음에도 불구하고 이 정도의 생육이라면, 과중기를 3월 중순 이전으로 당길 경우 경사육묘에서도 갑삼의 생산이 가능할 것으로 보였다.

(2) 플러그 트레이 및 육묘상 연구

(가) 재료 및 방법

공정육묘에 적합한 육묘용기 및 육묘방법의 개발을 위하여 다음과 같은 종류의 육묘용기를 제작 및 이용하여 연구를 수행하였다. 즉, 채소 육묘용 플러그트레이와 같은 형태로 직경 25mm의 PVC 파이프를 20cm 길이로 잘라 망상의 구멍이 있는 플라스틱 상자(가로:세로:깊이=52:40:15cm)에 세워 넣고 파이프에 상토를 채워 만든 육묘용기(그림 14의 1-1, 2), 가로, 세로 및 깊이가 각각 52, 40, 30cm인 과실 수확상자에 상토를 채운 것(그림 14의 2-1, 2), 가로, 세로, 깊이가 각각 54, 28 및 4cm이고, 경사 프레임에 육묘용기를 올려놓았을 때 뿌리가 아래 육묘용기로 내려갈 수 있도록 2cm의 공간이 있는 육묘용기의 바닥에 3cm 간격으로 3cm 길이의 못을 박은 것(그림 14의 3-1), 162공 플러그트레이에 과중하여 지면과 격리된 베드에 20cm 깊이로 상토를 채운 후 상토 위에 올려놓은 것(그림 14의 4-1, 2), 지면과 격

리된 육묘상에 20cm 깊이로 상토를 채운 후 각각 인삼 종자를 파종한 것(그림 14의 5-1, 2) 등이 그것이다. 상토는 S사의 인삼 육묘용 전용상토를 이용하였다. 각 처리별 형태는 그림 14와 같다.

			
1-1. 파이프를 이용하여 육묘 포트 제작	1-2. 생육 후기 지상부 고사(10. 25.)	2-1. 플라스틱 상자에 파종	2-2. 플라스틱 상자에서 생육
			
3-1. 경사재배용 육묘상	3-2. 경사 육묘상에서의 생육모습	3-3. 경사 프레임에 설치한 육묘상	3-4. 경사 프레임의 형태
			
4-1. 162공 플러그트레이에 파종	4-2. 파종한 트레이를 육묘상에 올려놓고 재배	5-1. 지면과 격리된 베드(생육 초기)	5-2. 지면과 격리된 베드(생육 후기)

<그림 14> 육묘 용기의 종류 및 묘삼 재배 방법

(나) 결과 및 고찰

플러그트레이를 이용한 경우와 지면과 격리된 베드에서의 칸당 수확 주수는 1,579 및 1,581주로 대등하였고, 플라스틱 상자에서 1,492주를 수확하였다. 그러나 파이프로 제작한 육묘상에서는 762주로 매우 적었다. 그러나 경사베드에서 재배한 묘삼의 생산 주수는 3,517주로 타 처리의 2배 이상이었다. 초장, 엽장 및 엽폭은 처리 간에 차이가 없었으나 근장은 지면과 격리된 베드, 경사베드 및 플라스틱 상자에서 육묘한 경우 15.5cm 이상으로 타 처리에 비해 길었다. 근중은 지면과 격리된 베드 및 플라스틱 상자에서 육묘한 경우 0.94g 이상으로 타 처리에 비해 무거웠으며, 경사육묘의 경우 0.82g으로 갑삼의 생산이 가능하였다.

육묘상의 종류에 따른 묘삼의 생리장해 및 병 발생을 보면(표 11), 파이프 제작 육묘상을 제외한 모든 처리에서 병은 발생하지 않았으나, 파이프 제작 육묘상에서는 적변삼과 모잘록병이 각각 6 및 22% 수준으로 상당히 많이 발생하였다.

표 10. 육묘상의 종류에 따른 묘삼의 생육

육묘상의 종류	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g)	생산주수 ⁴⁾ (주/1.6m ²)
파이프 이용 ¹⁾	7.2a ⁴⁾	3.1a	1.6a	8.7c	3.7a	0.38d	762d
플라스틱상자 ²⁾	7.3a	3.3a	1.8a	15.6a	3.8a	0.94a	1,492c
경사육묘 ³⁾	7.4a	3.2a	1.7a	15.5a	3.8a	0.82b	3,517a
162공 플러그 트레이 이용	7.3a	3.4a	1.8a	14.1b	3.8a	0.72c	1,579b
지면과 격리된 베드	7.2a	3.2a	1.7a	16.2a	3.7a	0.96a	1,581b

1) 직경 25mm의 PVC 파이프를 20cm 길이로 잘라 플라스틱 상자에 세워서 만든 육묘용기

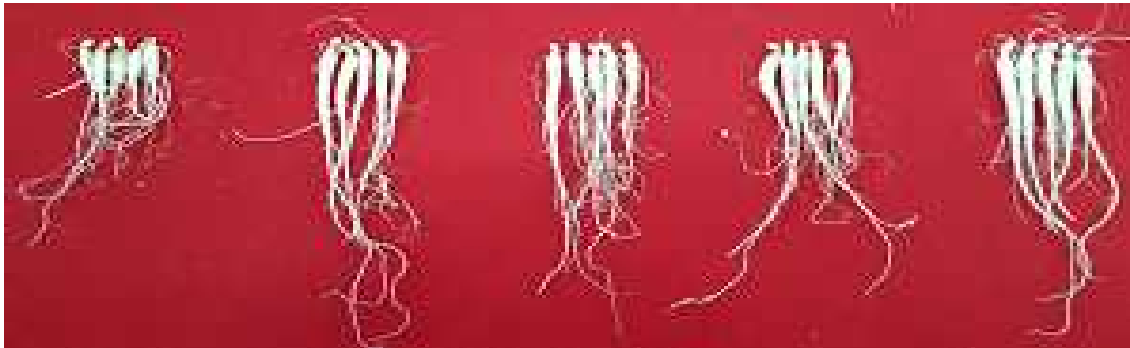
2) 망상의 구멍이 나 있는 가로, 세로, 깊이가 각각 52, 40, 30cm인 플라스틱 용기

3) 경사육묘의 파종상 깊이 5cm, 나머지 처리의 상토 깊이 20cm

4) DMRT .05. 5) 1.6m²당 파종량 1,960립

※ 상토 : S 사의 시판 인삼용 상토. 파종일 4. 1, 수확일 10. 25.

※ 각 처리 공히 파종 간격은 3×3cm 간격임



<파이프 이용> <플라스틱 상자> <경사육묘> <플러그묘판 이용> <격리베드>

<그림 15> 육묘 용기 및 재배 방법에 따른 묘삼의 생육

표 11. 육묘상의 종류에 따른 인삼의 적변, 모잘록병 및 뿌리썩음 발생 정도

육묘상의 종류	적변삼 ⁴⁾ (%)	모잘록 ⁶⁾ (%)	뿌리썩음 ⁷⁾ (%)
파이프 이용 ¹⁾	3b ⁵⁾	5b	0a
플라스틱상자 ²⁾	0a	0a	0a
경사육묘 ³⁾	0a	0a	0a
162공 플러그 트레이 이용	0a	0a	0a
지면과 격리된 베드	0a	0a	0a

1) 직경 25mm의 PVC 파이프를 20cm 길이로 잘라 플라스틱 상자(가로:세로:깊이=52:40:15cm)에 세워서 만든 육묘용기

2) 망상의 구멍이 나 있는 가로, 세로, 깊이가 각각 52, 40, 30cm인 플라스틱 용기

3) 경사육묘의 파종상 깊이 5cm, 나머지 처리의 상토 깊이 20cm

4) 적변: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

5) DMRT .05.

6) 모잘록병: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

7) 뿌리썩음: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상.

※ 상토 : S 사의 인삼 육묘용 상토. 파종일 4. 1, 수확일 10. 25.

표 12에 인삼 육묘상의 종류에 따른 장단점 및 실용화 가능성을 정리하였다.

표 12. 인삼 육묘상의 종류에 따른 장단점 및 실용화 가능성

육묘상의 종류	장 점	단 점	실용화 가능성
파이프 제작 육묘상	○ 없음	○점적관수가 어려우므로 식물체 상부에서 살수형태로 관수하여 지상부가 수침상으로 변하였다가 고사	○이 형태의 육묘상을 이용하려면 저면금액 방식이 적합하나 비용이 많이 들어 실용화가 어려움
플라스틱 상자	○지면 및 좌우로 격리되어 병 발생 시 급격한 확산 방지 가능 ○점적관수 등 일반적인 관수가 가능	○상자에 흙을 담고 수확 후에 육묘 용토의 정리 작업 등이 불편함 ○상자 가격이 약 5천원/개로 상당히 비싸 생산비 상승	○소규모 실험용 재배에는 문제가 없으나 대규모 생산에 이용하기에는 문제가 있어 실용화 가능성이 적음
경사육묘	○상토가 기존 방법의 1/4 정도밖에 소요되지 않아 생산비 절감 가능 ○기존 채소에 쓰는 자동 파종기의 이용이 가능하여 파종노력 절감 ○인공광 없이도 묘삼 생산이 가능하여 생산비 절감 ○동일 면적에서 타 방법 대비 3배 이상의 재식면적 확보 가능	○상토량이 적어 비료성분이 조기에 소모되므로 적절한 추비 방법 또는 상토의 개발이 필요 ○프레임의 경사도가 크기 때문에 상토가 아래쪽으로 처지지 않도록 별도의 장치 설치가 요구됨	○상토가 아래쪽으로 처지는 것을 방지할 수 있는 방법과 추비 방법, 전용 상토를 개발한다면 실용화 가능성이 충분함 ○상토 소요량이 적고 동일면적 대비 3배 이상의 재배면적 확보로 토지 이용률 제고 가능
162공 플러그트레이	○파종의 자동화가 가능하여 파종노력 절감 ○파종 간격 유지로 생육 균일화 및 인력파종 대비 종자 절약 가능	○재배 전후 육묘판을 재배상에 올리고 내리는 작업이 추가로 소요됨 ○수확 시 육묘판의 배수구에 묘삼의 윗부분이 닿아 상처가 생겨 저장 시 감모율이 높아질 수 있음	○파종의 자동화는 가능하나 그 이후 추가적인 작업이 필요하여 반자동 파종기를 이용하는 것에 비해 큰 장점이 없음
지면과 격리된 베드	○현재 이용되는 방법 중 가장 일반적인 방법으로 묘 생산이 안정적임 ○베드의 폭을 시판 중인 드림형 무동력 파종기와 일치시키면 기계 파종이 가능함	○상토의 소요량이 많아 생산비 상승의 요인이 됨 ○다단베드를 설치하여 재배할 경우 인공광을 이용하여 생산비 상승	○다단재배의 경우는 인공광을 이용해야 하므로 생산비가 상승하나, 1단 재배의 경우는 상토 재사용 방법을 개발하면 큰 문제가 없음

지금까지 인삼의 경우는 상토를 이용하여 묘삼을 생산하는 것을 공정육묘라고 하였다. 그러나 그것을 공정육묘라고 부르기에는 적합하지 않다. 왜냐하면 공정이란 개념은 육묘의 전 과정이 하나의 벨트처럼 연결되어 순차적으로 이루어져야하기 때문이다. 이미 채소(정 등, 1999)와 화훼(고재영, 2004) 분야에서는 1990년대 말부터 육묘 전용 시설을 설치하여 공정육묘가 시작되었다. 그리고 농가보급형 공정육묘 온실의 투자실태와 경영분석(이영만, 1997)을 통하여 일반 채소 재배보다 육묘만 전문으로 하는 경우의 소득이 더 높다는 것을 제시하였다. 우리나라에 처음으로 공정육묘 기술이 도입될 때만 해도 그 작은 플러그 셀 안에서 육묘가 되겠나

는 시각이 대부분이었다. 왜냐하면 그 때까지 우리나라는 과채류의 경우 직경 6~9cm 정도로 큰 비닐 포트에 원야토를 주재료로 한 상토를 담아서 육묘를 했기 때문이다. 그러나 채소와 화훼류의 공정육묘는 시작한지 몇 년 지나지 않아 완전히 자리를 잡았고, 지금은 채소류 묘의 대부분을 전용 육묘온실에서 생산하여 농가에 보급하고 있다. 인삼의 경우도 이와 같이 될 수 있다고 본다. 공정육묘를 하기 위해서는 무엇보다도 자동 파종이 필수적이다. 다행히 본 연구를 통하여 자동 파종이 가능하다는 사실을 확인하였다. 육묘 트레이 저면에 일정한 간격으로 못을 박아 상토가 아래로 처지지 않도록 지지하는 방법도 찾아내었으므로 지금은 제품 생산이 안 되지만 금형을 떠서 대량생산 한다면 손쉽게 이용할 수 있을 것이다. 그리고 1년에 한번 정도 사용하기 위해 인삼 파종기를 별도로 제작할 수는 없다. 따라서 본 연구에서는 채소종자 자동 파종기를 이용하는 것으로 설정하고 실제로 그 파종기를 이용하여 파종하였다. 다행히 인삼을 파종하는 시기는 채소 파종 시기와 거의 겹치지 않기 때문에 시기를 놓치지 않고 파종할 수 있을 것으로 생각된다.

(3) 경사육묘의 실용화 연구

(가) 재료 및 방법

1, 2년차에는 경사재배의 실용화 가능성을 타진하였고, 그 결과 약간의 보완을 거쳐 실용화가 가능하다는 결론을 얻어 3년차에는 그 동안 미흡했던 사항을 보완하는 시험을 집중적으로 실시하였다. 인삼 품종은 재래종을 사용하였으며, 개갑된 종자를 구입하여 3월 15일에 파종한 후 10월 25일에 수확하여 생육조사를 하였다. 경사재배는 평면재배와 달리 인삼의 잎이 햇빛을 받는 각도가 다르기 때문에 베드의 설치 방향에 따라 묘삼의 생육이 차이를 보일 수 있다. 따라서 베드의 방향을 동, 서, 남, 북의 4개 방향으로 설치하고, 파종부터 수확까지 75% 차광망으로 차광하여 재배한 후 묘삼의 생육양상을 조사하였다. 그리고 흑색 차광망을 이용한 차광시험을 실시하였다. 즉 파종 시부터 수확 시까지 차광률이 75%와 90%인 차광망을 비닐하우스 외면에 각각 씌운 것 2처리, 파종 시부터 수확 시까지 차광률이 75%와 90%인 차광망을 비닐하우스 외면에 각각 씌우고, 그 위에 동일한 차광률의 차광망을 6월 16일부터 9월 15일까지 각각 덧씌운 것 2처리, 5월 16일부터 차광률이 75%와 90%인 차광망을 비닐하우스 외면에 각각 씌운 것 2처리 등 총 6 처리를 두었다(표 13). 2중 차광망은 비닐하우스의 측면에는 설치하지 않고 지붕에만 설치하였다.

경사육묘는 육묘상의 깊이가 4~6cm 범위이므로 상토의 소요량은 일반 평면베드 육묘의 20~25% 정도로 적고, 수직에 가까운 경사면에 육묘상을 설치한 후 그 위에 점적관수를 하기 때문에 양분의 유실이 빨라 이의 유지를 위한 별도의 상토 조제가 필요하다. 따라서 S사의 인삼 전용상토와 피트모스 66, 펄라이트 30, 고래실 1%에 입자형의 휴믹산과 토탄을 각각 1.5%(v/v)씩 혼합한 것, 피트모스 : 훈탄 : 토탄 : 휴믹산 = 70 : 27 : 1.5 : 1.5%와 60 : 37 : 1.5 : 1.5 및 50 : 47 : 1.5 : 1.5로

표 13. 단동 비닐하우스 내에서 인삼 경사육묘 시 적정 차광정도 구명을 위한 차광 처리 및 투광률

차광망의 차광률(%)	1중 차광시기 및 투광률(%)		2중 차광시기 및 투광률(%)		처리 기호
	차광시기	투광률	차광시기	투광률	
75	과중~수확	15.2	-	15.2	A
	과중~수확	15.2	6. 16.~9. 15.	7.3 ¹⁾	B
	5. 16~수확	15.2	-	15.2	C
90	과중~수확	8.4	-	8.4	D
	과중~수확	8.4	6. 16.~9. 15.	4.6 ¹⁾	E
	5. 16~수확	8.4	-	8.4	F

¹⁾ 1중 및 2중 차광망 모두 설치했을 때의 투광률

각각 혼합한 것 등 총 5종(표 18)의 상토에 대한 이화학적성을 조사하고 묘삼의 생육을 비교하였다. 그리고 “인삼산업법”에서 인삼은 수경재배 외에는 화학비료를 사용할 수 없도록 규정하고 있으나, 연구적인 차원 및 추후 이러한 규제가 풀릴 것에 대비하여 기존에 조성한 인삼 육묘용 양액(농림축산식품부, 2000), 상추, 토마토 재배용 양액(김 등,1999) 및 신규 조성한 양액을 S사의 인삼전용상토를 채운 경사재배상에 공급하면서 인삼을 육묘한 후 양액에 따른 묘삼의 생육을 비교하였다. 당초에 조성된 양액의 농도는 인삼의 생육에 과다하게 높으므로 각각의 성분 비율은 유지한 채 NO₃-N의 농도를 5me/L로 일치시켜 사용하였다. 각 양액의 pH는 6.2, EC는 0.6~0.7dS/m로 조절하여 공급하였다. 신규 조성한 양액은 잎이 붙어있는 1년생 인삼의 식물체에 함유되어 있는 무기성분을 분석하여 그 비율을 조정하였다. 10월 1일 잎이 푸르고 정상적으로 자란 묘삼의 무기성분 함량을 유 등(2017)의 방법으로 분석하여 각 무기성분의 비율을 찾았다(표 14). 그리고 P를 제외한 각 성분이 가능한 한 정수로 떨어지도록 그 비율을 조정하여 NO₃-N의 농도가 5me/L가 되도록 양액을 조성하였다(표 15).

표 14. 1년생 인삼의 무기성분 함량 및 성분별 비율

구분	성분별 농도(me/L)				
	NO ₃ -N	P	K	Ca	Mg
무기성분 함량	3.18	0.96	1.88	1.58	1.39
무기성분 함유비율(%)	37.02	11.11	22.22	14.81	14.81
양액조성	5.0	1.5	3.0	2.0	2.0

표 15. 인삼 경사육묘에 사용한 양액의 조성

양액의 종류	성분별 농도(me/L)									
	NO ₃ -N		P		K		Ca		Mg	
	당초	조정	당초	조정	당초	조정	당초	조정	당초	조정
인삼 육묘용	6.2	5.0	3.5	2.9	5.6	4.6	4.4	3.5	5.1	4.1
상추 재배용	6.0	5.0	1.5	1.3	3.0	2.5	2.0	1.7	1.0	0.8
토마토 재배용	7.0	5.0	2.0	1.4	4.0	2.9	3.0	2.1	2.0	1.4
신규 조성	5.0		1.5		3.0		2.0		2.0	

각각의 양액은 당초의 성분 농도에 비하여 인삼 육묘용은 81%, 상추 재배용은 83%, 토마토 재배용은 71%로 낮추어 NO₃-N 농도는 5me/L가 되도록 조절하였다. 그러나 P, K, Ca, Mg 및 S의 농도는 다른 양액에 비하여 인삼 육묘용 양액(농림축산식품부, 2000)에서 현저히 높았고, 그 농도를 맞추기 위해서는 매우 불편하게 조성되어 있다. 따라서 기본 4종의 다량원소 비료염으로 조성할 수 있도록 신규 양액을 조성하였다. 신규 조성한 양액의 조제를 위한 다량원소 비료염의 소요량은 물 1,000L당 KNO₃ 303g, Ca(NO₃)₂ · 4H₂O 236g, NH₄H₂PO₄ 57g 및 MgSO₄ · 7H₂O 246g이다. 신규 조성한 양액은 Mg와 S의 농도만 토마토 재배용 양액을 조정한 것에 비하여 43% 높을 뿐 다른 성분은 거의 비슷한 농도를 나타내었고, 상추 재배용 양액을 조정한 것보다는 각 성분의 농도가 전반적으로 높았다.

(나) 결과 및 고찰

경사면의 방향에 따른 묘삼의 생육을 살펴보면(표 16, 그림 16) 남향에서 근장, 근경, 근중 등의 생육이 타 방향에 비해 우수했으며, 특히 가장 중요한 요소인 근중은 0.94g으로 상당히 무거웠고, 동향과 서향에서는 0.84와 0.81g으로 갑삼의 생산이 가능하였다. 그러나 북향에서는 0.73g으로 타 처리에 비해 가벼웠다. 적변삼의 발생율은 4 처리 모두 10% 미만이었으며, 모잘록병은 1% 미만이 발생하였다. 각 처리 모두 뿌리썩음병은 발생하지 않았다.

안 등(2009)은 차광재료에 따라 맑은 날의 광량은 차광판이 차광망에 비해 70~76%, 흐린 날은 77~82% 수준으로 감소되는 양상을 나타내었고, 두둑위치 중 전주의 경우는 하루 총 누적광량에 대비해 맑은 날의 경우 39% 수준, 흐린 날의 경우 51%의 누적광량이 높은 양상을 나타낸다고 하였다. 그리고 중앙 및 후주행은 맑은 날 및 흐린 날 구분 없이 모두 하루 총 누적광량에 비해 낮은 양상을 나타내므로, 두둑위치에 따른 누적광량의 차이가 분명하였으며, 차광재료에 관계없이 두둑위치에 따라서는 전주 >중앙 >후주행의 순으로 광량이 낮아진다고 하였다. 본 시험에서는 경사베드의 경사면을 동, 서, 남, 북으로 배치하여 묘삼을 재배했는데, 아침에는 동향, 저녁에는 서향, 아침부터 저녁까지는 남향이 광을 받는 양이 많았다. 그러나 북향의

표 16. 경사재배 시 경사면의 방향에 따른 묘삼의 생육과 생리장해 발생정도

경사면 방 향	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ¹⁾	모잘록병 ²⁾	뿌리썩음 ³⁾
동 향	12.6a ⁴⁾	5.1a	0.84b	3a	1a	0a
서 향	11.6b	5.0a	0.81b	3a	1a	0a
남 향	12.3a	5.3a	0.94a	3a	1a	0a
북 향	11.2b	4.6b	0.73c	3a	1a	0a

- 1) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상
 2) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상
 3) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상
 4) DMRT .05.

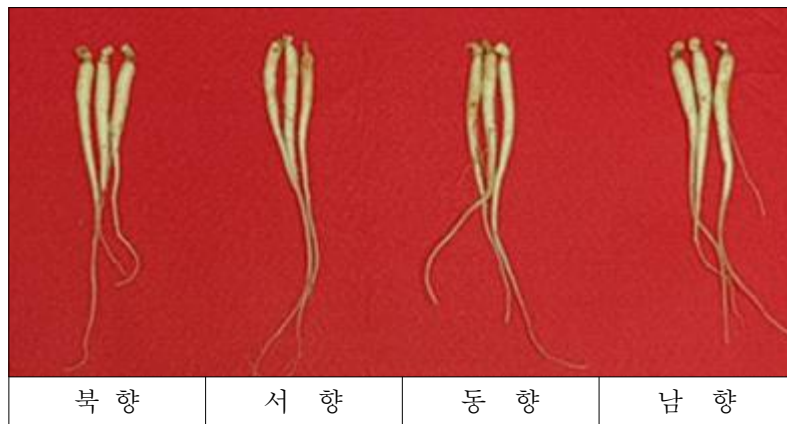


그림 16. 경사육묘 시 경사면의 방향에 따른 묘삼의 생육

경우는 하루 종일 직사광선은 받지 못하고 산란광만 받았다. 본 시험에서 수량의 척도가 되는 근중은 동향 0.84g, 서향 0.81g, 남향 0.94g 및 북향 0.73g이었는데, 이는 인삼 잎의 수광량 차이에 기인된 것으로 생각된다. 10% 투광율의 차광막을 설치했음에도 불구하고 실제로 자연 광 대비 평균 투광율을 측정한 결과 동향 8%, 서향 7.6%, 남향 8.9% 및 북향 6.3%였다. 이러한 이유로 인하여 경사면의 방향에 따라 묘삼의 생육도 달라진 것으로 생각된다.

경사재배에서는 인공조명을 하지 않기 때문에 차광정도에 따른 묘삼의 생육 양상도 평면베드와 다르게 나타날 수 있다. 따라서 표 13과 같은 처리를 두어 묘삼의 생육을 비교한 결과는 표 17 및 그림 17과 같다. 근장은 1, 3 및 6번 처리에서 15.6, 16.3 및 16.2cm로 타 처리에 비해 길었고, 2번과 5번 처리에서 짧았다. 근경은 3번 처리에서 5.1mm로 가장 컸으며 나머지 처리에서는 3.7~4.7mm 범위를 나타내었다. 근중은 3번 처리에서 0.95g으로 가장 무거웠으며, 6번 처리에서 0.84g으로 그 뒤를 이었다. 나머지 4 처리에서는 0.54~0.78g의 범위를 나타내었다. 적변삼의 발생은 각 처리 모두 10% 미만, 모잘록병은 1% 미만이 각각 발생하였다. 뿌리썩음병은 각 처리 모두 발생하지 않았다.

표 17. 경사재배 시 차광 정도에 따른 묘삼의 생육

처리번호 ¹⁾	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ³⁾	모잘록병 ⁴⁾	뿌리썩음 ⁵⁾
1	15.6a ²⁾	4.6b	0.78c	3a	1b	0a
2	13.8c	4.2c	0.64d	3a	3a	0a
3	16.3a	5.1a	0.95a	3a	1b	0a
4	14.8b	4.3c	0.68d	3a	1b	0a
5	13.1c	3.7d	0.54e	3a	3a	0a
6	16.2a	4.7b	0.84b	3a	1b	0a

1) 1; 전 육묘기간 75% 차광, 2; 전 육묘기간 75% 차광 + 6월 16일~9월 15일 까지 75% 2중 차광, 3; 5월 16일부터 수확일 까지 75% 차광, 4; 전 육묘기간 90% 차광, 5; 전 육묘기간 90% 차광 + 6월 16일~9월 15일 까지 90% 2중 차광, 6; 5월 16일부터 수확일 까지 75% 차광.

2) DMRT .05.

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상



그림 17. 인삼 경사육묘 시 차광 방법에 따른 묘삼의 생육

※처리 기호는 표 17의 설명 참조

천 등(1991)은 P.E. 차광망의 투광율별 홍삼품질은 투광율 10>5>15>20>30%순으로 좋았고, 광량이 많을수록 인삼 잎의 Fructose 및 Glucose 함량이 증가되었으며, Sucrose 함량이 감소된다고 하였다. 그리고 조saponin 함량은 P.E. 차광망 해가림 중에서도 투광율 15 및 20%구에서 최대치를 보였으며, PT/PD의 비율은 투광율 10%인 P.E. 차광망을 씌운 해가림에서 낮은 경향이라고 하였다. 이 등(2013)은 청색 차광지의 기온은 4중직 차광막과 은박 차광판보다 각각 1.6℃와 1.4℃ 더 높았고, 청색 차광지는 2중 차광막을 추가 차광하여 모든 투광량과 기온이 봄과 가을에 더 높아지고, 여름에 더 낮아지기 때문에 우수한 재배 환경을 보인

다고 하였다. 뿌리 수량성은 청색 차광지>은박 차광관>4중직 차광막 순이었고, 청색 차광지에서 수량성이 가장 높은 이유는 은박 차광관과 4중직 차광막보다 봄과 가을 동안 투광율이 더 높아서 잎의 생존율이 더 높으며, 빗물이 통과하지 않아 적변율이 더 낮기 때문이라고 하였다.

생육시기별 광합성속도의 일변화는 오전에 증가하다가 오후로 갈수록 감소하는 경향을 보였으며, 차광막에 비하여 차광관에서 높다고 하였다. 증산작용은 광합성작용과 반대로 오후로 갈수록 증가하는 경향을 보였고, 기공전도도는 오후로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. 광합성속도와 기공전도도와의 관계는 오전에 1차직선회귀식에서 정의 상관관계가 인정되었으나, 오후에는 양자 간의 관계는 인정되지 않았다. 그리고 차광막에 비하여 차광관의 SPAD값이 전 생육기간에 걸쳐 높은 경향이라고 하였다(이충열, 2007). 이들의 보고에 따르면 경사재배의 경우 비닐하우스의 방향에 따라 경사면의 방향도 바뀌게 되므로 인삼의 생육에 적합한 광량을 유지하려면 이전의 연구를 참고하여 경사면을 배치하는 것이 필요하다고 생각된다. 앞에 언급했듯이 경사재배는 수광 각도가 관행에 비해 크므로 관행보다 더 많은 광 투과율을 요구한다고 볼 수 있다. 본 시험의 경우도 75%의 차광막을 5월 16일부터 묘삼 수확 시까지 처리한 경우에 묘삼의 생육이 가장 좋았고, 90% 차광 처리를 한 경우에는 수량이 낮았다. 특히 90% 차광막을 1차 차광한 후 6월 16일부터 9월 15일까지 동일 차광률의 차광막을 2중으로 설치한 경우 근중이 0.54g으로 매우 가벼워서 실용성이 없는 것으로 판단되었다. 따라서 경사재배에서 추천할 수 있는 차광방법은 75%의 차광막을 5월 16일부터 묘삼 수확 시까지 처리하는 것이다.

경사재배는 평면재배와 달리 육묘상에 상토를 6cm 이하로 채우고 이 육묘상을 수직에 가까운 경사면에 세워서 재배하는데, 상토의 건조를 방지하기 위해 평면재배보다 많은 양의 관수를 해야 한다. 그로 인하여 상토에 함유되어 있는 양분이 쉽게 용탈되므로 경사육묘에 사용하는 상토는 평면재배용 상토에 비해 양분의 함량이 많거나 중간에 추비를 해야 한다. 그러나 인삼 육묘 시에는 화학비료를 공급할 수 없기 때문에 유기물을 이용하여 추비를 해야 하는데, 이는 재배 과정상 매우 번거로운 일이다. 따라서 상토를 조제할 때 유기물을 적정량 첨가하여 육묘 종료 시까지 이용할 수 있으면 노력을 많이 절감할 수 있다. 따라서 상토의 조성에 따른 묘삼의 생육 양상을 조사하기 위하여 표 18의 1~5번과 같이 상토를 조제하여 화학성과 물리성을 조사하였다(표 19).

경사재배에 사용한 상토의 화학성 중 pH는 1, 2번 처리에서 7을 약간 상회하였고, 3~5번 처리는 6.54~6.64의 범위를 나타내었다. EC는 2, 4 및 5번 처리에서 0.7 이상을 나타내었으며, 1, 3번은 0.6 대를 나타내어 인삼의 육묘가 가능한 범위였다. 음이온 중 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 함량은 2, 4 및 5번 처리에서 21.3, 19.8 및 20.1mg/kg을 각각 나타내어 타 처리보다 많았고, 1 및 3번은 18.5 및 19.4mg/kg을 각각 나타내었다. P_2O_5 는 모든 처리에서 차이 없이 30~32mg/kg 범위를 나타내었다. 양이온 중 K 함량은 4, 5번 처리에서 1.28 및 1.31cmol⁺/L로 타 처리에

비해 많았고, 나머지 처리에서는 0.91~1.24cmol⁺/L의 범위를 나타내었다. Ca 함량은 10.8~13.2cmol⁺/L의 범위를 나타내었는데, 그 함유량은 2>5>4=1>3과 같았고, Mg의 함량은 2.36~4.31cmol⁺/L의 범위를 보였으며, 그 함유량은 3=5>4>3>1의 순이었다. Na의 함량은 2번 처리에서 1.03cmol⁺/L로 타 처리보다 많았고, 나머지 처리에서는 0.84~0.93의 범위를 나타내었다.

경사재배에 사용한 상토의 액상은 훈탄을 혼합한 처리에서 68.52~69.63% 범위로 64.53 및 65.23%를 보인 1, 2번 처리보다 그 비율이 높았다(표 9). 기상은 액상과 반대의 경향으로 1, 2번 처리에서 20.13 및 18.96%로 훈탄을 혼합한 3~5번 처리의 14.96~17.84%에 비해 그 비율이 높았다. 훈탄을 혼합한 3~5번 처리에서 유효수분은 17.58~19.65% 범위로 15.12~16.23%를 보인 1, 2번 처리에 비해 높았고, 수분 완충능 또한 3~5번 처리에서 7.84~8.21 범위로 1,2번의 6.53 및 6.87%보다 높았다.

경사재배 시 상토의 조성에 따른 묘삼의 생육을 비교하였다(표 20, 그림 18). 근장은 2번 처리에서 16.3cm 로 타 처리에 비하여 길었으며, 1번 처리에서는 14.2cm로 비교적 길었으나 나머지 처리에서는 11.8~12.8cm 범위를 나타내어 상대적으로 짧았다. 근경은 1, 2번 처리에서 4.8과 5.1mm로 타 처리에 비하여 컸으며, 나머지 처리에서는 3.7~4.2mm 범위를 나타내어 상대적으로 작았다. 근중은 1, 2번 처리에서 0.84~0.94g으로 타 처리보다 무거웠고, 나머지 처리에

표 18. 경사재배에 사용한 상토의 종류 및 화학성

상토의 종류 (%, v/v)	pH	EC (dS/m)	NO ³ -N (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ⁺¹	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺¹
					cmol ⁺ /L			
1. S사의 인삼전용상토 100	7.21a ¹⁾	0.60b	18.5b	30a	0.91c	11.2c	2.36d	0.84c
2. 66+펠라이트30+고래실1+ 토탄1.5+ 휴믹산 1.5	7.16a	0.75a	21.3a	31a	1.04b	13.2a	4.31a	1.03a
3. 피트 70+훈탄 27+ 토탄 1.5+휴믹산 1.5	6.64b	0.68ab	19.4ab	32a	1.24ab	10.8d	2.87c	0.89b
4. 피트 60+훈탄 37+ 토탄 1.5+휴믹산 1.5	6.58b	0.73a	19.8a	31a	1.28a	11.3c	3.24b	0.93ab
5. 피트 50+훈탄 47+ 토탄 1.5+휴믹산 1.5	6.54b	0.78a	20.1a	32a	1.31a	11.9b	3.85a	0.96b

1) DMRT .05

서는 0.64~0.72g의 범위를 각각 나타내었다. 적변삼의 발생은 1, 2번 처리에서 1% 미만, 3~5번 처리에서 10% 미만이 발생하였다. 각 처리 모두 모잘록병은 1% 미만이 발생하였으며, 뿌리썩음병은 모든 처리에서 발생하지 않았다.

최 등(2011)은 차광 플라스틱 하우스에서 묘삼 생산에 적합한 상토를 조성하기 위해 수행한 연구에서 무기물 성분(펠라이트)의 비율을 50%에서 30%까지 감소시켜 피트모스의 혼합 비율을

표 19. 경사재배에 사용한 상토의 액상, 기상, 유효수분 및 수분 완충능

상토의 종류 (v/v, %)	액상 (%)	기상 (%)	유효수분 (%, v/v)	수분 완충능 (%, v/v)
1. S사의 인삼전용상토	64.53b ¹⁾	20.13a	15.12e	6.53b
2. 66+펠라이트30+고래실1+ 토탄1.5+ 휴믹산 1.5	65.23b	18.96b	16.23d	6.87b
3. 피트 70+훈탄 27+토탄 1.5+휴믹산 1.5	68.52a	17.84c	17.58c	7.84a
4. 피트 60+훈탄 37+토탄 1.5+휴믹산 1.5	68.58a	16.58d	18.62b	7.93a
5. 피트 50+훈탄 47+토탄 1.5+휴믹산 1.5	69.63a	14.96e	19.65a	8.21a

1) DMRT .05

50%에서 70%로 높이는 것은 용기 용수량의 증가 및 총 공극률과 기상률의 감소를 일으킨다고 하였다. 그리고 피트모스, 펄라이트 및 버미큘라이트를 50 : 40 : 10(v/v)의 비율로 혼합하고 유기영양원을 공급했을 때 경장, 경경, 지상부 생체중, 엽면적, 근장 및 생체중 등 모든 요소의 생육이 좋다고 하였다. 천 등(2011)은 인삼의 시설생산을 위하여 배지 조성 및 차광 정도를 달리한 환경조건 하에서의 생육특성과 생리활성 변화를 조사하였다. 그 결과 적정한 배지 조함은 차광 정도에 따라 달라서 무차광에서는 coco peat 단독, 50% 차광에서는 coco peat와 perlite를 50:50으로 혼합하였을 때, 70% 차광에서는 perlite 단독배지에서 유의적으로 높은 생육을 보인다고 하였다. 그러나 50% 차광의 경우 엽면적, 엽록소 함량, 근장, 지상부 및 지하부 생체중을 유의적으로 감소시키는 것으로 나타나 차광은 비닐하우스 조건하에서 재배된 인삼의 생육과 생리활성에 큰 영향을 끼친다고 하였다.

이들 보고에 의하면 상토의 조성 및 차광정도에 따라 인삼의 생육은 매우 달라진다는 것을 알 수 있다. 본 연구에 사용한 상토는 최 등(2011)이 보고한 상토의 물리 화학성을 토대로 하여 작물의 생육에 문제가 없는 범위 내에서 조제하였다. 즉, 주재료는 피트모스이고 부재료는 훈탄이었다. 예비시험에서는 훈탄을 30%까지 첨가해도 묘삼의 생육에 지장이 없었고, 근중도 0.8g 이상을 나타내어 본 시험에 사용하였으나 좋은 성과를 내지 못했다. 본 시험에서 훈탄을 첨가한 처리에서 근중이 가벼웠던 것은 피트모스와 훈탄을 혼합할 때 혼합기의 저면에 여러 개의 칼날이 달려있는 콘크리트 믹서를 사용했는데, 훈탄의 입자가 칼날에 의해 밀가루처럼 곱게 갈려서 상토의 물리성이 나빠졌기 때문인 것으로 생각된다. 그리고 또 한 가지 문제는 비용 상의 문제이다. 상토 전문 제조업체에서 상품화를 하지 않으면 제품의 가격이 상승한다는 점이다. 실제로 피트모스를 캐나다와 독일에서 직수입하려고 알아보았지만 상토회사와 같이 대량 수입을 하지 않을 경우 시판하는 완제품 상토보다 가격이 더 높았다. 그러나 새로운 상토의 개발을 위하여 2번과 같이 피트모스와 펄라이트에 유기물을 첨가하는 처리를 두었고, 가격 문제는 업체를 통하여 해결할 수 있다고 본다. 이렇게 양분을 추가한 것은 경사재배는 평면베드 재배에 비해 상토

를 채우는 육묘상의 깊이가 4cm에 불과하므로 점적급액 시 여분의 물이 아래로 흘러내려 양분이 쉽게 용탈되기 때문이다. 그렇다고 해서 관수량을 줄이면 상토 량이 적기 때문에 고온기에 근권이 쉽게 건조하여 생육이 억제되는 현상이 발생한다. 결국 이러한 시도는 우량 묘삼을 생산할 수 있는 계기가 되었다고 본다. 본시험에서는 피트모스 66, 펠라이트 30, 고래실 1%에 입자형의 휴믹산과 토탄을 각각 1.5%(v/v)씩 첨가한 처리에서 묘삼의 생육이 좋았다.



그림 18. 상토의 종류에 따른 묘삼의 생육
*처리번호는 표 18의 상토의 종류 참조

표 20. 경사재배 시 상토의 종류에 따른 묘삼의 생육

상토의 종류 (v/v, %)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ¹⁾	모잘록병 ²⁾	뿌리썩음 ³⁾
1. S사의 인삼전용상토	14.2b ⁴⁾	4.8a	0.84b	1b	1a	0a
2. 66+펠라이트30+고래실1+ 토탄1.5+ 휴믹산 1.5	16.3a	5.1a	0.94a	1b	1a	0a
3. 피트 70+훈탄 27+토탄 1.5+휴믹산 1.5	12.8c	4.2b	0.72c	3a	1a	0a
4. 피트 60+훈탄 37+토탄 1.5+휴믹산 1.5	12.6c	4.0b	0.70c	3a	1a	0a
5. 피트 50+훈탄 47+토탄 1.5+휴믹산 1.5	11.8c	3.7c	0.64d	3a	1a	0a

1) 적변: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

2) 모잘록병: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

3) 뿌리썩음: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상.

4) DMRT .05

양액의 종류에 따른 묘삼의 생육(표 21, 그림 19)을 살펴보면 초장은 토마토 전용액과 신규 조성액에서 15.1 및 15.4cm로 14cm 후반 대를 보인 인삼 육묘 및 상추 전용액에 비해 길었다. 근경은 각 처리 모두 5.0mm 내외로 차이가 없었으며, 근중은 신규 조성액에서 0.94g으로 가장 무거웠다. 그리고 토마토 전용액에서 0.88g으로 뒤를 이었고, 인삼 및 상추 전용액에서는 0.84 및 0.82g으로 타 처리에 비해 가벼웠으나 갑삼에 해당하는 무게였다. 각 처리 모두 적변삼은 10%, 모잘록병은 1% 미만으로 발생했으며, 뿌리썩음병은 발생하지 않았다.

표 21. 경사재배에서 양액의 조성에 따른 묘삼의 생육

양액의 종류	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ¹⁾	모잘록병 ²⁾	뿌리썩음 ³⁾
인삼 육묘용	14.8ab ⁴⁾	5.1a	0.84b	3a	1a	0a
상추 전용액	14.6b	5.0a	0.82b	3a	1a	0a
토마토 전용액	15.1a	5.0a	0.88ab	3a	1a	0a
신규 조성액	15.4a	5.1a	0.94a	3a	1a	0a

- 1) 적변: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상
- 2) 모잘록병: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상
- 3) 뿌리썩음: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상
- 4) DMRT .05



그림 19. 양액의 종류에 따른 묘삼의 생육

8월 24일에 채취한 2년근 관형재배 인삼 잎의 무기성분 함량은 질소 2.37%, 인산 0.14%, 칼륨 1.31%, 칼슘 2.83%, 마그네슘 0.40%였으며, 뿌리는 질소 2.21%, 인산 0.31%, 칼륨 2.02%, 칼슘 0.28%, 마그네슘 0.22%라고 하였다(박 등, 2012). 그리고 8월 2일에 2단 재배 중 1단 베드에서 채취하여 분석한 2년생 수경재배 인삼 잎의 무기성분 함량은 질소 2.6%, 인산 0.26%, 칼륨 2045%, 칼슘 0.78%, 마그네슘 0.51%라고 하였다(이 등, 2012). 유 등 (2017)은 수경재배에서 3mg/L 농도의 붕소를 양액에 공급했을 때, 60일 경과 시 2년생 인삼 잎의 무기성분 함량은 질소 2.6%, 인산 0.5%, 칼륨 3.5%, 칼슘 0.9% 및 마그네슘 0.2%라고 하였다. 본 시험에서 분석한 1년생 인삼의 각 성분 함량은 질소 3.18%, 인산 0.96%, 칼륨 1.88%, 칼슘 1.58% 및 마그네슘 1.39%였다. 보고자에 따라 그 함량은 다소 차이가 있는데, 그 원인은 재배방법, 인삼의 연령, 표본의 채취 시기 등에 따라 달라지기 때문인 것으로 생각 된다.

양액의 종류에 따른 작물의 생육은 각기 달라서 채소나 화훼작물에서는 작물별 전용양액을 조성하여 이용하는 것이 일반화되고 있다. 지금까지 인삼의 수경재배 전용 양액은 조성된 바가 없어서 다른 작물의 재배를 위한 양액의 농도를 인삼 생육에 적합하도록 낮추어 사용해왔다.

그러나 1년생 묘삼을 생산하기 위한 양액과 1년생 묘삼을 심어서 재배하는 수경재배용 양액과는 인삼의 연령이 다르기 때문에 필요로 하는 무기성분의 함량 및 비율도 다를 것이다. 따라서 본 시험에서는 인삼 육묘용 양액을 별도로 조성하였다. 물론 인삼 육묘용 양액도 이미 조성되었지만(농림축산식품부, 2000) 양액의 조성에 필요로 하는 다량원소의 비료염의 종류가 많이 소요되므로 양액 조제 시 매우 불편하다. 이를 개선하기 위해 4 종의 다량원소만을 이용하여 조제할 수 있는 양액을 조성하였다. 물론 현 단계에서는 인삼산업법에서 인삼 수경재배를 제외하고는 화학비료를 쓸 수 없도록 규정하고 있으나, 단지 연구적인 차원에서, 그리고 언젠가는 그런 규제가 풀릴 수도 있다는 것을 염두에 두고 인삼 육묘용 양액을 조성하였다. 양액의 공급으로 생산된 묘삼의 소질에 관한 보고도 있는데 다소 미흡하여 지속적인 연구를 통하여 양액을 이용한 묘삼 생산 기술을 개발할 필요가 있다(박 등, 2017).

표 22. 경사재배의 요점

구 분	내 용
개 갑	○ 개갑 기간 : 7월 25일부터 11월 13일까지(110일간) ○ 개갑 방법 : 개갑 통에 이삼 종자와 모래 자루를 교호로 층적한 후 낮에만 15분간 급수 45분 정지
묘판규격	○ 채소 육묘용 162공 플러그 트레이와 동일 규격 ○ 묘판을 세웠을 때 상토가 흘러내리지 않도록 바닥에 못을 박음 ○ 상하 측면 하부에 뿌리 통로 2cm 정도 개방
파종간격	○ 2.8×2.8cm(채소 육묘용 162공 트레이 간격)
파종방법	○ 채소 종자용 자동 파종기를 162공 육묘용 트레이에 맞도록 조절하여 파종
프레임 설치	○ 묘판의 하중은 아래쪽으로 집중되므로 25mm 비닐하우스용 파이프와 연결구를 이용하여 삼각형 모양으로 설치하며, 높이는 경사재배 높이에 맞도록 조절
경사면 방향	○ 동, 서, 남향으로 설치할 경우 0.8g 이상의 묘삼 생삼 가능
차광방법	○ 75% 차광망을 이용하여 5월 16일부터 묘삼 수확 시까지 차광
상토조성	○ 피트모스 66 + 펠라이트 30 + 고래실 1 + 토탄 1.5 + 휴믹산 1.5%(v/v)



다. 인삼 육묘 시 양수분 관리

(1) 인삼전용 상토의 재사용 방법 구명

(가) 재료 및 방법

자원의 활용과 농가의 생산비 절감을 위해 상토의 재활용이 필요하다(변 등, 2012). 인삼 육묘 전용상토는 묘삼을 1회 재배하기에 적정한 양의 양분을 함유하고 있기 때문에 한번 사용

한 상토를 다시 사용할 경우 인삼에서 양분 결핍증이 나타나는 경우가 있다. 따라서 양분의 첨가 없이 상토를 다시 사용하면 생육이 불량해져서 우량 묘삼을 생산할 수 없다. 이러한 문제의 해결을 위해 본 시험에서는 재사용 상토에 유기농자재인 토탄(강릉산), 고래실, 직경 3~4mm 정도의 입자형 휴믹산을 1.5%씩 각각 첨가하고, 나머지 한 처리는 유기농자재의 첨가 없이 생육 초기부터 인삼 육묘용 배양액(농림축산식품부, 2000)을 이용하여 생육 초기부터 수확 시까지 EC를 0.4~0.6dS/m로 조절한 양액(표 23)을 공급하였다. 물론 “인삼산업법”에서는 인삼 수경재배를 제외하고 화학비료를 사용할 수 없도록 규제하고 있으나 연구의 일환으로 양액을 사용하였다.

표 23. 본 시험에 사용한 인삼 육묘용 양액의 조성

양액종류	성분별 농도(me/L)				
	NO ₃ -N	P	K	Ca	Mg
인삼 육묘용	6.17	3.53	5.63	4.37	5.09

(나) 결과 및 고찰

인삼 전용상토의 재사용을 위하여 1회 사용한 상토에 첨가한 유기물은 토탄, 고래실, 휴믹산, 양액 등 4종이었다. 이들을 묘삼 생산이 가능하도록 첨가 후 상토의 EC가 1.0dS/m 이하가

표 24. 재사용 상토에 대한 야분 첨가방법별 묘삼의 생육, 생리장애 및 병 발생 정도

양분 첨가방법	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (cm)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
토 탄	16.8a ¹⁾	3.6a	0.82b	0b	0a	0a
고래실	16.7a	3.7a	0.86b	0b	0a	0a
휴믹산	16.3a	3.8a	0.87b	0b	0a	0a
양 액	17.1a	3.9a	0.94a	3a	0a	0a

1) DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 10, 수확일 10. 25.

되도록 처리하였다. 근장과 근경은 처리 간에 차이가 없었고, 근중은 양액을 공급한 처리에서 0.94g으로 타 처리에 비하여 무거웠다. 그러나 전 처리 모두 고품질 묘삼의 기준인 갑삼(0.8g/주 이상)의 생산이 가능하였다. 또한 양액을 공급한 처리에서만 적변삼이 7.5% 발생했을 뿐 다른 처리에서는 적변삼, 모잘록병 및 뿌리썩음병이 발생하지 않았다(표 24, 그림 20).



그림 20. 재사용 상토에 대한 양분 공급 방법별 묘삼의 생육

최 등(2011)은 비닐하우스에서 활용 가능한 가벼운 상토의 개발을 위해 피트모스, 펠라이트 및 버미큘라이트를 50 : 40 : 10의 비율(v/v)로 혼합하고, 영양 공급원으로 유기인산, 랑베나이트, 고토석회 및 피마자박을 소량씩 사용하였다. 여러 처리가 있었지만 앞의 처리에서 생육이 가장 좋았다. 박 등(2014)은 우분, 계분, 구아노, 피마자박, 부엽토 등을 비료 원으로 첨가하여 상토를 조성하였는데, 그 중 피트모스, 펠라이트 및 부엽토를 50 : 20 : 30의 비율(v/v)로 혼합한 처리에서 생육이 좋다고 하였다. 본 시험에서는 토탄, 고래실, 휴믹산과 양액을 재사용 상토의 비료 원으로 공급하였다. 모든 처리에서 생육이 좋았으나 양액을 제외하면 휴믹산을 첨가한 경우의 근중이 가장 무거웠다. 본 시험에서는 양분의 보충 방법만 살펴보았으나 현장에서 더 문제가 되는 것은 병원균에 감염된 상토를 재사용할 때 어떻게 소독할 것인가이다. 소면적의 경우는 증기소독이 확실한 방법이지만 실제로 10,000m² 정도 면적의 베드에 채워져 있는 상토를 증기로 소독한다는 것은 거의 불가능하다. 그래서 상토 소독시험은 경북농업기술원의 예산을 확보하여 2019년 (주)이노진팜의 묘삼 생산시설에서 풍기인삼연구소와 공동으로 실시하고 있다.

(2) 각종 엽면시비제의 효과 구명

(가) 재료 및 방법

시중에는 다양한 영양제가 시판되고 있으나 이들 영양제의 효과는 명확히 밝혀지지 않았기 때문에 이들의 효과 구명이 필요하다. 본 시험에 사용한 엽면시비제는 뿌리 비대에 효과가 있다는 것들이었으며, 그 종류는 녹색기제, 빅헬스, 셀파워, 뿌리커, 부자농부, 슈퍼50, 만다효소 등으로 만다효소는 8,000배액, 나머지 종류는 1,000배액, 대조구는 지하수를 각각 엽면시비하였다. 엽면시비는 6월부터 9월까지 2주 간격으로 8회에 걸쳐 실시하였다.

(나) 결과 및 고찰

작물의 재배에서 엽면시비는 광합성의 효율을 높이거나 직접적으로 양분을 공급하는 효과가 있

어서 작물의 생산량과 품질의 향상을 위한 연구들이 수행되어져 왔다(Souri and Bakhtiarizade, 2019; Roosta HR and Jamidpour M, 2011; 박 등, 2006). 본 시험에서는 7종의 영양제를 엽면시비 한 결과 근장은 셀파워와 만다효소에서 각각 17.9, 18.2cm로 타 처리에 비하여 길었다. 근경은 만다효소에서 4.1mm로 컷을 뿐 아니라 근중 또한 0.93g으로 타 처리에 비하여 무거웠다. 근장은 만다효소>셀파워>빅헬스>지하수>녹색기제=뿌리커>부자농부>슈퍼 50 순이었으며, 근경은 만다효소>녹색기제=뿌리커=슈퍼 50>빅헬스>셀파워>부자농부>지하수 순이었으며, 근중은 만다효소>슈퍼 50>셀파워>녹색기제>뿌리커=부자농부>빅헬스>지하수 등의 순이었다(표 25, 그림 21). 엽면시비제 처리는 묘삼의 근장, 근경, 근중에 영향을 끼쳤고, 만다효소를 엽면시비 한 경우 생육이 가장 좋았다. 근장은 만다효소, 셀파워, 빅헬스에서 18cm 내외로 타 처리에 비해 길었고, 슈퍼 50에서 짧았다. 근경은 만다효소에서 4.1mm로 타 처리에 비해 컷으며, 지하수와 부자농부에서 3.4~3.6mm로 작았다. 근중은 만다효소에서 0.93g/주로 타 처리에 비해 무거웠고, 지하수와 빅헬스에서 0.7g 으로 가벼웠다. 각 처리 모두 적변삼, 모잘록병 및 뿌리썩음병의 발생은 없었다.

채소(심 등, 2010), 과수(심 등, 2006), 화훼(박 등, 2018)작물 및 잔디(홍 등, 2011)의 엽면시비는 일상적으로 통용되고 있으나 인삼의 경우는 엄밀히 말하면 화학비료 성분을 함유한 어떠한 물질도 인삼의 뿌리나 지상부에 줄 수 없다고 할 수 있다. 다만 효소, 식물체 추출물, 해조류 추출물 등은 천연물이기 때문에 사용이 가능하다고 볼 수 있다. 그러나 인삼 식물

표 25. 엽면시비제 시용에 따른 묘삼의 생육, 생리장해 및 병 발생 정도

엽면시비제	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (cm)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
지 하 수	17.2b ¹⁾	3.4b	0.75c	0a	0a	0a
녹색기제	16.8b	3.8ab	0.81b	0a	0a	0a
빅 헬 스	17.9a	3.7ab	0.77c	0a	0a	0a
셀 파 워	18.1a	3.7ab	0.82b	0a	0a	0a
뿌 리 커	16.8b	3.8ab	0.80b	0a	0a	0a
부자농부	16.6b	3.6b	0.80b	0a	0a	0a
슈 퍼 50	15.5c	3.8ab	0.86b	0a	0a	0a
만다효소	18.2a	4.1a	0.93a	0a	0a	0a

1) DMRT .05

1) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

2) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

3) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 과중일 4. 10, 수확일 10. 25.

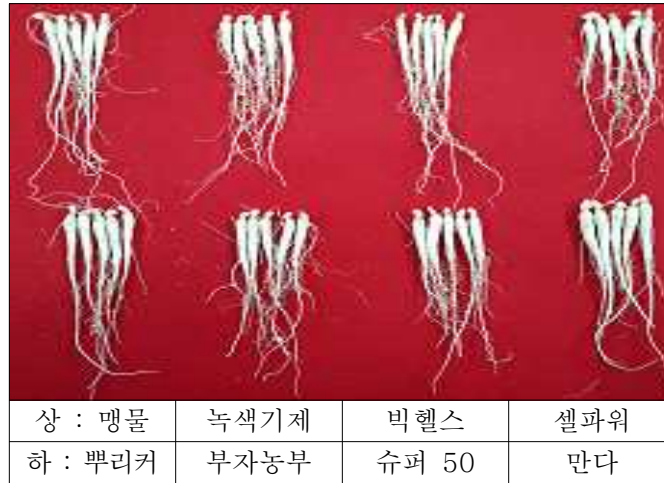


그림 21. 엽면시비제 살포에 따른 묘삼의 생육 양상

체가 연약하여 병 발생이 우려되거나 뿌리의 발육이 부진한데, 토양이나 상토는 지나치게 습할 경우 엽면시비도 문제를 해결할 수 있는 방법 중의 하나이다. 따라서 맨물을 포함하여 8종의 영양제 및 효소를 엽면시비 한 결과 양액을 제외하면 만다효소를 처리한 경우 근중이 0.86g으로 타 처리에 비해 무거웠다. 지하수와 빅헬스를 각각 처리한 경우만 0.7g 대의 근중을 나타내었을 뿐 나머지 처리에서는 모두 0.8g 이상으로 갑삼의 생산이 가능하였다.

(3) 토양수분 관리방법 구명

(가) 재료 및 방법

본 시험은 폭 및 측고가 각각 7 및 1.4m인 단동형 비닐하우스의 토양에 1m 너비의 이랑을 만들어 수행하였다. 관수는 10cm 간격으로 물이 나오는 점적테이프를 20cm 간격으로 설치하여 실시하였다. 관수개시점은 전자밸브에 연결한 텐시오미터 상의 토양수분장력이 30, 40, 50 및 60kpa일 때 20kpa에 도달할 때까지 자동관수하였다. 달관관수는 육안과 손으로 토양의 수분을 가늠하여 다소 건조하다고 생각할 때 토양 깊이 약 15cm까지 젖을 정도로 관수하였다. 1차 시험에서는 토양수분장력 30~50kpa을 관수 개시점으로 설정하였는데, 모든 처리에서 출아율이 70% 이하였기 때문에 2차 시험에서는 출아율을 높이기 위하여 물을 충분히 주어 출아시킨 후 토양수분장력이 40~60kpa일 때 관수를 개시하여 20kpa에 도달하면 중단하였다.

(나) 결과 및 고찰

묘삼생산에서 토양중 수분 함량은 광합성, 단백질 합성, 물질축적에 영향이 있어서 근장, 근경, 근중의 향상을 위해 효율적인 관리가 필요하다(김 등, 1991; 남 등, 1980). 관수개시점의 토양수분장력에 따른 수분 함량은 30kpa 19.6%, 40kpa 17.2%, 50kpa 16.1%이었다. 인삼

의 출아율은 30kpa에서 70%로 타 처리에 비하여 높았다(표 26). 관수개시점이 30kpa일 때 인삼의 출아 개시일 및 출아율이 타 처리에 비해 빠르거나 높았다. 특히 출아율은 관수 개시점이 30kpa일 때 50kpa보다 12%나 높았다.

표 26. 관수 개시점에 따른 인삼 종자의 출현 개시일 및 출아율

관수개시점의 토양수분장력	출아 개시일 (월.일.)	출아율 (%)
30 kpa	5.3	70.0a ¹⁾
40 kpa	5.4	63.3b
50 kpa	5.6	58.3b

1) DMRT .05

※ 파종일 3. 15., 수확일 10. 25.

관수 개시점이 50kpa일 경우 근장은 16.2cm으로 길었고, 근경은 40kpa에서 4.12mm로 컸으며, 근중은 50kpa에서 0.84g으로 무거웠다. 토양수분장력 30kpa에서 적변삼과 모잘록병의 발생률은 1% 미만이었고, 타 처리에서는 발생하지 않았다. 근장 및 근중은 50kpa일 때 20kpa까지 관수한 경우 타 처리에 비해 길거나 무거웠는데, 토양수분 함량이 적은 50kpa에서의 근장 및 근중은 16.2cm와 0.84g을 각각 나타내었다(표 27, 그림 22).

표 27. 관수 개시점에 따른 묘삼의 생육, 생리장애 및 병 발생 정도

관수개시점 (kpa)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음병 ⁴⁾
30	12.1b ¹⁾	3.90a	0.69b	1a	1b	0a
40	13.4b	4.12a	0.74b	0b	0a	0a
50	16.2a	3.92a	0.84a	0b	0a	0a

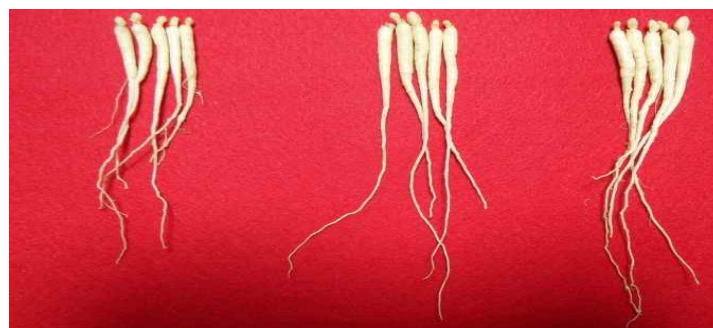
1)DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 3. 15., 수확일 10. 25.



30kpa

40kpa

50kpa

<관수개시점>

그림 22. 토양수분에 따른 묘삼의 생육.

표 28. 관수 개시점을 달리 한 처리에서 묘삼의 생육, 생리장해 및 병 발생 정도

관수 개시점	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (cm)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
달관관수	16.5a ¹⁾	3.5a	0.80a	0b	0a	0a
40kpa	16.2a	3.7a	0.84a	0b	0a	0a
50kpa	15.8a	3.5a	0.83a	0b	0a	0a
60kpa	14.1b	3.3a	0.46b	0b	0a	0a

1) DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 10, 수확일 10. 25.

토양수분장력이 40~50kpa일 때 관수를 개시한 경우 묘삼의 생육이 좋은 것으로 나타났고, 60kpa에서는 묘삼이 달래삼의 형태로 보였다(그림 23). 관수 개시점에 따른 근장은 달관관수, 40, 50kpa에서 각각 16.5, 15.8, 15.8cm로 길었으며, 근경은 차이가 없었다(표 28). 근중은 달관관수, 40, 50kpa에서 0.80, 0.83, 0.84g을 각각 나타내었고, 60kpa에서는 근중이 0.46g으로 사용할 수 없는 수준의 묘삼으로 성장하였다.

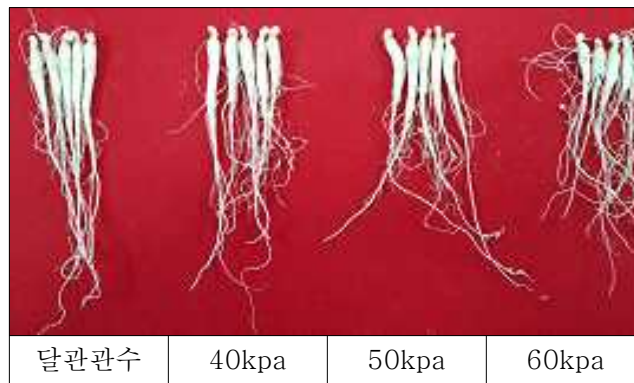


그림 23. 관수 개시점에 따른 묘삼의 생육 모습

박 등(2008)은 생육기간 동안 고랑에 관수하여 토양수분을 18~20%로 유지한 경우와 자연 강우에 의존한 경우 인삼의 생육, 수량 및 품질을 조사하였는데, 고랑관수에서 생육이 좋을 뿐 아니라 3년생 인삼의 10a당 수량은 고랑관수구가 대조구에 비해 50% 정도, 6년생은 60% 이상 증수되었다. 6년생 수삼의 품질은 고랑관수 처리에서 1, 2등급 비율이 30.0%로 대조구의 22.6%에 비해 증가되는 효과를 얻었다고 한다. 김 등(2014)은 하우스 직파재배 시 관수 개

시점을 토양수분장력 50kpa로 하여 20kpa이 될 때까지 관수할 경우 출아율이 높고, 생육이 좋을 뿐 아니라 수량도 많다고 하였다. 지금까지 인삼을 비닐하우스에서 재배할 경우 관수횟수는 생육 시기에 따라 한 달에 한 번, 또는 두 달에 한 번 충분히 관수한다는 식으로 이야기 되어왔다. 그리고 박 등(2008)의 연구 결과도 불과 11년 전의 것이지만 상당히 비과학적이라고 생각할 수 있으나 기존의 해가림 재배에서는 어찌 보면 가장 합리적인 방법이었을 것이다. 비교적 최근인 2014년에 김 등이 보고한 바와 같이 토양수분장력에 의한 관수개시 및 중단점의 설정도 채소 분야에서는 이미 오래 전부터 사용하다가 최근에는 관수량 조절을 위해 수분 센서를 이용하는 것이 대부분이다. 인삼을 비닐하우스에서 재배하려면 최소한의 자동장치는 사용해야 할 것이다. 물론 지금까지는 관행 해가림 시설에서 인삼을 재배해왔기 때문에 어쩔 수 없었겠지만 강우가 차단되는 새로운 시설재배의 경우 인위적으로 상당히 정확하게 관수량을 조절할 수 있는 기술을 도입할 필요가 있다.

(4) 점적호스 설치 간격에 따른 묘삼의 생육 양상 구명

(가) 재료 및 방법

본 시험은 가로, 세로 및 깊이가 각각 52, 40, 30cm인 과실 수확상자에 30cm 깊이로 S사의 인삼 육묘용 전용상토를 채우고, 그 위에 10cm 간격으로 토출구가 나 있는 점적테이프를 10, 15, 20, 25cm 간격으로 설치하여 관수하였다. 점적테이프의 토출구 한 구멍에서 10분당 10cm 간격은 50mL, 15cm 간격은 80mL, 20cm 간격은 133mL 및 25cm 간격은 150mL의 물이 나오도록 밸브로 조절하여 처리별 관수량을 동일하게 하였다.

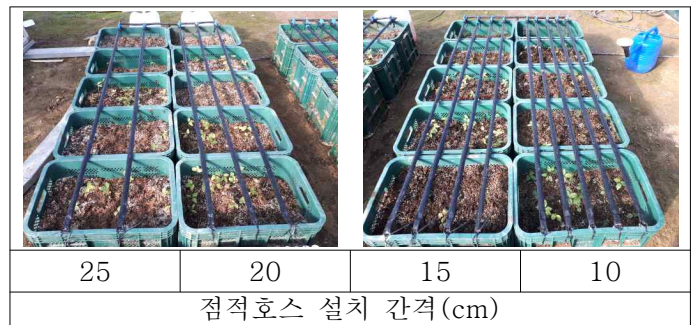


그림 24. 점적호스설치 모습

(나) 결과 및 고찰

점적테이프 설치간격 10, 20, 20, 25cm의 4종의 처리에서 근장은 유의성을 나타내지 않았다. 점적테이프를 10cm와 15cm로 설치한 경우의 근경은 4cm 내외로 타 처리에 비하여 컸고 (표 29), 나머지 처리에서는 3.6~3.7mm의 범위를 각각 나타내었다. 근중은 10cm 처리에서

0.91, 15cm에서 0.88g/주로 타 처리에 비하여 무거웠고, 나머지 처리에서도 0.82g/주 이상으로 우량 묘삼을 생산할 수 있었다. 점적테이프의 설치 간격에 따른 묘삼의 생장은 처리 간에 차이를 보이지 않았으나 10cm 간격에서 동체가 굵게 성장하였다(그림 25).

본 시험에서는 점적테이프의 설치 간격을 10, 15, 20 및 25cm로 하되 같은 시간동안 공급되는 물의 양은 동일하게 했음에도 불구하고 10 및 15cm 간격으로 설치한 경우의 수량이 20 및 25cm로 처리한 경우에 비해 무거웠다. 점적테이프의 설치 간격이 좁을수록 상토를 고르게 적실 수 있어서 인삼도 고르게 자라기 때문에 그런 결과를 나타낸 것으로 보인다. 사진으로 나타내지는 않았지만 육안으로 볼 때 25cm 간격으로 점적테이프를 설치한 경우 테이프 주변의 인삼은 초장이 길고 엽면적도 넓었다. 이러한 차이가 궁극적으로 수량의 차이로 나타난 것이라고 생각된다.

표 29. 점적호스 설치 간격에 따른 묘삼의 생육, 생리장해 및 병 발생 정도

점적호스 설치간격 (cm)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (cm)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
10	16.8a ¹⁾	4.1a	0.91a	0b	0a	0a
15	16.6a	4.0a	0.88a	0b	0a	0a
20	16.9a	3.7b	0.82b	0b	0a	0a
25	16.7a	3.6b	0.83b	0b	0a	0a

1) DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 10, 수확일 10. 25.



그림 25. 점적호스 설치 간격(cm)에 따른 묘삼의 생육 상태

성 등(2013)은 비닐하우스에서 인삼을 재배하기 위해서는 필히 관수시스템이 설치되어야 하고, 점적호스를 이용할 경우 점적관수자재의 드리퍼 간격별로 관수시간을 달리해서 토양수분을 관리해야 인삼이 생육기간 동안 과습 또는 과건으로 인한 피해를 입지 않는다고 하였다. 따라서 인삼포 두둑에 3줄의 점적호스를 설치할 경우 점적관수의 드리퍼 간격이 10cm와 15cm인 자재는 약 8분, 20cm인 자재는 10분, 그리고 30cm인 자재는 약 15분 정도 관수해야 인삼의 생육에 적합한 토양수분을 유지할 수 있는 것으로 판단하였다. 2년생 인삼에서는 15cm 점적호스에서 생육이 약간 좋았으나, 3년생에서는 30cm 자재 처리구의 생육이 우수한 결과를 보였다고 한다. 이 연구는 토양재배라는 점이 본 연구와 다를 뿐 그 내용은 비슷한 것으로 볼 수 있다. 토양 또는 상토에 따라 그 결과가 상반되게 나왔을 뿐 점적테이프의 토출구 간격을 고려하여 관수시간을 조절하거나, 각 처리구와 연결된 밸브의 열림 정도를 조절하여 관수량을 일치 시키는 방법은 결국 동일하다. 성 등(2013)의 연구 결과와 본 연구의 결과가 상반되게 도출된 원인은 근권부의 수분 확산성에 기인한 것으로 생각된다. 즉, 토양의 경우 30cm 간격으로 토출구가 있는 점적테이프로 15 및 20cm 간격보다 더 오랜 시간동안 관수를 함으로써 토양에 고르게 수분이 확산될 수 있었기 때문에 2, 3년생 인삼의 생육이 좋았을 것으로 추정된다. 그러나 본 시험에 사용한 상토는 주재료가 피트모스와 펠라이트이므로 보수력은 좋지만 수분의 확산성이 토양에 비해 현저히 떨어져서 동일한 토출구가 나 있는 점적테이프를 10~15cm 간격으로 설치한 경우 묘삼의 근중이 무거웠던 것으로 생각된다.

라. 평면베드 인삼 육묘용 적정 상토 조성시험

(1) 재료 및 방법

1년차에 사용한 혼합 상토는 인삼의 육묘가 잘 되는 시판 상토 3종과 상토의 가격을 낮추기 위해 석비레를 주재료로 한 처리(4, 5번)를 두었으며, 피트모스 및 코코넛 섬유와 가격이 비교적 저렴하고 구하기 쉬운 팽화왕겨의 혼합 비율을 달리한 처리(8~25번)를 많이 두었다(표 30). 피트모스를 혼합하는 상토는 pH의 조절을 위해 고토석회를 첨가하였다. 그림 26과 같은 플라스틱 용기에 상토를 담아 인삼종자를 파종하고, 재배 완료 후 묘삼의 생육을 조사하였다.

2년차 시험에 사용한 혼합 상토(표 31)는 피트모스 60%(v/v), 훈탄 37~39%, 그리고 유기질 비료 공급원으로 완전히 부숙된 계분과 우분, 고래실, 토탄, 휴믹산 등을 10 mesh 규격의 체로 쳐서 각각 1~3%(v/v)씩 첨가하였다. 훈탄은 완제품을 구입하여 사용하면 가격이 비싸지만, 왕겨를 구입하여 훈탄제조기로 제조하면 그 값이 저렴하여 실용 가능성이 있어서 처리에 넣었다. 훈탄의 pH는 11 이상이므로 사용 전에 망사 자루에 담은 훈탄을 구거에 넣고 물을 흘려 pH를 7.0 이하로 조절하여 사용하였다. 상토의 물리 화학성 분석은 농진청의 분석법에 준하여 실시하였다. 상토 시험용 용기는 1년차와 같은 플라스틱 상자를 이용하였다(그림 26).

표 30. 본 시험을 위해 사용한 상토의 원재료 혼합 비율(1년차)

원재료 처리 번호	상토 원재료 혼합 비율(% , v/v)									
	석비례	약토	피트 모스	코코 피트	팽화 왕겨	부엽토	토탄		축분	펄라 이트
1	N사 인삼 육묘용 시판상토									
2	S사 인삼 육묘용 시판상토									
3	H사 채소 육묘용 시판상토									
4	50	20	30	-	-	-	-	-	-	-
5	60	20	20	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	49	-	15	-	-	1.0	-	35
7	-	-	50	-	-	30	-	-	-	20
8	-	-	39	-	30	-	1.0	-	-	30
9	-	-	38.5	-	30	-	1.5	-	-	30
10	-	-	38	-	30	-	2.0	-	-	30
11	-	-	39	-	30	-	-	1.0	-	30
12	-	-	40	-	30	-	-	1.5	-	30
13	-	-	40	-	30	-	-	2.0	-	30
14	-	-	-	50	30	-	1.0	-	-	20
15	-	-	-	50	30	-	1.5	-	-	320
16	-	-	-	50	30	-	2.0	-	-	20
17	-	-	-	50	30	-	-	1.0	-	20
18	-	-	-	50	30	-	-	1.5	-	20
19	-	-	-	50	30	-	-	2.0	-	20
20	-	-	-	50	30	30	-	-	-	20
21	-	-	-	40	30	30	-	-	-	30
22	-	-	-	35	35	30	-	-	-	30
23	-	-	-	45	30	-	-	-	5	20
24	-	-	-	40	30	-	-	-	10	20
25	-	-	-	35	30	-	-	-	15	20

3년차 시험은 피트모스와 펄라이트를 주재료로 하고 굽벙이 분변을 양분 공급원으로 하는 처리를 주로 두었으며, 1, 2년차에 묘삼의 생육이 좋았던 시판상토와 풍기인삼연구소에서 제조한 상토를 대조구로 두었다. 시험에 사용한 상토의 원재료 혼합 비율은 표 32와 같다. 육묘상은 1, 2년차는 플라스틱 상자를 이용하였고, 3년차에는 비닐하우스 안에 설치한 깊이 20cm, 폭 1m의 지면과 격리된 베드에 상토를 넣고, 파종 후 10cm 간격으로 토출구가 나 있는 점적테이프를 설치하여 육묘하였다(그림 26).

표 31. 본 시험에 사용한 상토의 원재료 혼합 비율(2년차)

원재료 처리 번호	상토 원재료 혼합 비율(% , v/v)										
	석비레	훈탄	피트모스	펠라이트	약토	계분	우분		토탄	휴믹산	유기물 ¹⁾
1	-	-	69	30	-	-	-	-	-	-	1
2	60	-	20	-	20	-	-	-	-	-	-
3	-	39	60	-	-	1	-	-	-	-	-
4	-	38	60	-	-	2	-	-	-	-	-
5	-	37	60	-	-	3	-	-	-	-	-
6	-	39	60	-	-	-	1	-	-	-	-
7	-	38	60	-	-	-	2	-	-	-	-
8	-	37	60	-	-	-	3	-	-	-	-
9	-	39	60	-	-	-	-	1	-	-	-
10	-	38	60	-	-	-	-	2	-	-	-
11	-	37	60	-	-	-	-	3	-	-	-
12	-	39	60	-	-	-	-	-	1	-	-
13	-	38	60	-	-	-	-	-	2	-	-
14	-	37	60	-	-	-	-	-	3	-	-
15	-	39	60	-	-	-	-	-	-	1	-
16	-	38	60	-	-	-	-	-	-	2	-
17	-	37	60	-	-	-	-	-	-	3	-

1) 상토 제조업체에서 유기물의 종류를 밝히지 않음

※ 처리 번호 1번은 (주)신성미네랄에서 인삼 전용상토로 제조하여 판매 중인 상토이며, 2번은 1년차에 생육이 좋았던 상토이다.

표 32. 본 시험에 사용한 상토의 원재료 혼합 비율(3년차)

원재료 처리 번호	상토 원재료 혼합 비율(% , v/v)								
	석비레	피트모스	펠라이트	약토	굼벵이 분변	토탄	휴믹산	유기물 ¹⁾	
1	-	69	30	-	-	-	-	1	
2	60	20	-	20	-	-	-	-	
3	-	64	30	-	-	-	10	1	
4	-	63	30	-	5	1	1	-	
5	-	69	30	-	1	-	-	-	
6	-	68	30	-	2	-	-	-	
7	-	67	30	-	3	-	-	-	
8	-	66	30	-	4	-	-	-	
9	-	65	30	-	5	-	-	-	
10	-	64	30	-	6	-	-	-	
11	-	63	30	-	7	-	-	-	
12	-	62	30	-	8	1	-	-	

1) 상토 제조업체에서 유기물의 종류를 밝히지 않음



(나) 결과 및 고찰

1) 1년차 시험

혼합 상토의 화학성(표 33)은 석비레를 주재료로 한 4번과 5번 상토를 제외한 전 처리에서 다소의 차이는 있으나 비슷한 경향을 나타내었다.

표 33. 본 시험에 사용한 혼합 상토의 화학성

처리번호 ¹⁾	pH	EC (dS/m)	NO ³ -N (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺
1	7.41a ²⁾	0.56d	17.6c	33c	0.90a	10.5	2.56b	0.83ab
2	7.23a	0.58d	18.3b	31c	0.89ab	10.8c	2.38d	0.79b
3	6.82b	0.59d	19.2b	32c	0.87ab	10.1cd	2.58b	0.81ab
4	7.24a	0.84b	32.8a	103b	0.59c	8.4d	1.95e	0.48c
5	7.43a	1.01a	36.9a	162a	0.51c	7.3e	1.45e	0.37c
6	7.02b	0.58d	15.3d	38c	0.95a	11.8c	2.38d	0.75b
7	7.21a	0.55d	16.8cd	38c	0.97a	11.2c	2.38d	0.78b
8	6.84b	0.58d	15.8d	32c	0.98a	11.2c	2.58b	0.74b
9	6.81b	0.59d	16.8cd	32c	0.94a	10.3c	2.33d	0.87a
10	6.86b	0.64c	15.9d	33c	0.98a	11.2c	2.56b	0.85ab
11	6.58b	0.66c	17.1c	31c	0.92a	10.5cd	2.87ab	0.83ab
12	6.64b	0.58d	15.8d	35c	0.89ab	11.2c	2.94ab	0.85ab
13	6.81b	0.59d	18.0b	33c	0.91a	10.8cd	2.63b	0.88a
14:	7.01b	0.59d	15.9d	31c	0.81ab	11.3c	2.55b	0.85ab
15	6.94b	0.62c	16.3d	29cd	0.84ab	10.9cd	2.58b	0.88a
16	6.98b	0.55d	17.3c	32c	0.91a	10.8cd	2.67b	0.91a
17	7.23a	0.58d	16.6cd	31c	0.88ab	10.3cd	2.89ab	0.87a
18	7.11a	0.61c	16.8cd	33c	0.87ab	11.2c	2.49c	0.86ab
19	6.98b	0.54d	17.0c	32c	0.90ab	10.8cd	2.58b	0.85ab
20	7.03b	0.56d	16.9cd	31c	0.94a	10.6cd	2.55b	0.90a
21	6.83b	0.81b	13.2e	34c	0.94a	12.6b	2.87ab	0.89a
22	7.01b	0.84b	13.8e	35c	0.99a	13.1a	2.95a	0.88a
23	7.00b	0.80b	12.9e	33c	0.98a	13.3a	2.99a	0.87a
24	6.98b	0.79b	13.5e	35c	1.01a	13.7a	3.01a	0.79b
25	6.89b	0.85b	13.6e	36c	0.99a	13.6a	3.00a	0.77b

1) 표 28 참조.

2) DMRT .05.

4번과 5번의 경우 pH, EC, NO₃-N, P₂O₅ 등의 농도는 타 처리에 비해 높았으나 양이온의 함량은 타 처리에 비해 낮았다. NO₃-N의 함량은 4번과 5번 처리에서 32.8 및 36.9mg/kg으로 타 처리에 비하여 많았으며, 3번과 13번에서 19.2와 18.0mg/kg으로 그 뒤를 이었다. 나머지 처리 간에는 다소의 차이를 보이면서 앞에 기술한 처리보다 낮은 12.9~17.6mg/kg 범위의 NO₃-N 함량을 각각 나타내었다. P₂O₅의 함량은 4번과 5번 처리에서 103 및 162mg/kg로 나머지 처리의 29~38mg/kg 범위에 비하여 월등히 많았다. K의 함량은 4번과 5번에서 59와 51cmol⁺/L로 0.81~1.01cmol⁺/L의 범위를 나타낸 나머지 처리에 비하여 현저히 적었다. Ca, Mg, Na 등의 양이온 역시 K와 같은 경향으로 4번과 5번에서 타 처리에 비하여 뚜렷하게 적었다.

표 34. 혼합 상토의 액상, 기상, 유효수분 및 수분 완충능

처리번호 ¹⁾	액상 (%)	기상 (%)	유효수분 (% v/v)	수분 완충능 (% v/v)
1	65.74a ²⁾	18.94a	13.94b	6.53b
2	64.15a	19.31a	14.21b	6.51b
3	63.58a	18.68a	14.33b	6.33b
4	51.26b	16.14b	18.31a	8.34a
5	52.33b	16.58b	19.14a	8.31a
6	64.15a	18.56a	13.26b	6.23b
7	63.58a	19.01a	13.55b	6.33b
8	63.66a	18.88a	13.98b	6.58b
9	63.58a	18.09a	13.55b	6.35b
10	63.77a	19.04a	13.66b	6.58b
11	64.01a	18.66a	14.21b	6.42b
12	63.88a	18.45a	13.99b	6.28b
13	63.26a	18.97a	13.65b	6.38b
14	63.55a	19.02a	14.21b	6.99b
15	62.98a	18.88a	14.33b	6.37b
16	63.86a	18.36a	13.99b	6.55b
17	62.99a	19.02a	14.21b	6.29b
18	63.58a	19.33a	14.33b	6.37b
19	63.23a	19.21a	13.95b	6.58b
20	62.84a	18.99a	13.89b	6.33b
21	62.58a	19.02a	14.22b	6.58b
22	61.36a	18.96a	14.58b	6.99b
23	63.99a	18.66a	14.33b	6.37b
24	62.58a	19.06a	14.58b	6.58b
25	63.00a	19.04a	14.56b	6.19b

1) 표 28 참조.

2) DMRT .05.

혼합상토의 액상, 기상, 유효수분 및 수분 완충능 등을 표 34에 나타내었다. 액상의 경우 석

비레가 주재료인 4번과 5번 처리에서 51.26 및 52.33%로 나머지 처리의 61.36~65.74% 범위보다 낮았다. 기상의 경우는 4, 5번 처리에서 16.14 및 16.58%로 18.09~19.33%의 범위를 나타낸 나머지 처리에 비하여 그 비율이 낮았다. 유효수분은 석비레를 주재료로 한 4, 5번 처리에서 18.31과 19.14%로 타 처리에 비하여 높았으며, 나머지 처리에서는 그보다 낮은 13.26~14.58%의 범위를 나타내었다. 수분 완충능은 4, 5번 처리에서 8.31과 8.34%로 타 처리에 비하여 높았던 반면, 나머지 처리에서는 6.19~6.99% 범위로 낮은 편이었다. 이상의 결과를 종합하면 석비레를 주재료로 사용한 상토의 경우 액상과 기상은 피트모스를 주재료로 사용한 경우보다 낮았고, 유효수분과 수분 완충능은 높은 것으로 나타났다.

표 35 및 그림 27에 혼합 상토의 종류 따른 묘삼의 생육, 생리장해 및 병 발생 정도를 나타내었다.

표 35. 혼합 상토의 종류 따른 묘삼의 생육, 생리장해 및 병 발생 정도

처리번호 ¹⁾	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (cm)	적변삼 ³⁾	모잘록병 ⁴⁾	뿌리썩음 ⁵⁾
1	14.9a ¹⁾	3.8a	0.83a	0b	0a	0a
2	15.2a	4.2a	0.82a	0b	0a	0a
3	15.1a	3.9a	0.80a	0b	0a	0a
4	14.8a	3.8a	0.81a	0b	0a	0a
5	15.1a	4.0a	0.83a	0b	0a	0a
6	14.6a	3.8a	0.82a	0b	0a	0a
7	15.3a	3.8a	0.81a	0b	0a	0a
8	12.2c	3.5c	0.64bc	3a	0a	0a
9	13.8b	3.3c	0.73b	3a	0a	0a
10	12.3c	3.5c	0.68bc	3a	0a	0a
11	12.5c	3.4c	0.66bc	3a	0a	0a
12	12.2c	3.5c	0.67bc	3a	0a	0a
13	13.5b	3.7ab	0.72b	3a	0a	0a
14	11.2d	3.0c	0.63bc	7a	3b	0a
15	13.4b	3.6ab	0.71b	7a	3b	0a
16	12.9b	3.5c	0.68bc	7a	3b	0a
17	13.6b	3.6ab	0.71b	7a	3b	0a
18	13.8b	3.7ab	0.74b	7a	3b	0a
19	13.6b	3.7ab	0.77b	7a	3b	0a
20	11.4d	3.2c	0.66bc	7a	3b	0a
21	11.2d	3.4c	0.64bc	7a	3b	0a
22	10.9d	3.2c	0.54c	7a	3b	0a
23	11.8c	3.5c	0.61bc	7a	3b	0a
24	11.5d	3.4c	0.66bc	7a	3b	0a
25	11.4d	3.6ab	0.65bc	7a	3b	0a

1) 표 28 참조.

2) DMRT .05

3) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

4) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

5) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 10, 수확일 10. 25.

1~7번까지 피트모스와 석비레를 주재료로 한 상토에서 묘삼의 생육이 좋았고, 생리장해 및 병 발생도 없었다. 근장은 1~7번에서 14.6~15.3cm 범위를 각각 나타내어 타 처리에 비하여 길었으며, 코코피트와 팽화왕겨를 혼합한 14~25번 처리에서 11.2~13.8cm로 짧은 편이었다. 피트모스와 팽화왕겨를 혼합한 처리(8~13번)의 근장도 12.2~13.5cm 범위로 짧은 편이었다. 근경은 1~7번 처리에서 3.8~4.2mm 범위로 타 처리에 비하여 컸으며, 나머지 처리에서는 3.0~3.7mm 범위로 비교적 작은 편이었다. 근중은 1~7번까지 0.80~0.81g 범위를 나타내어 갑삼의 생산이 가능하였으나 나머지 처리에서는 0.54~0.72g의 범위를 나타내어 우량한 묘삼을 생산할 수 없었다. 적변삼의 발생률은 피트와 팽화왕겨(8~13번)를 혼합한 처리에서는 7%, 코코피트와 왕겨(14~25번)를 혼합한 경우는 처리에 따라 26~31% 범위로 매우 높았다. 코코피트와 왕겨(14~25번)를 혼합한 경우 1% 미만의 모잘록병이 발생했으며, 뿌리 썩음 증상은 모든 처리에서 발생하지 않았다.

그림 13에 각 상토별 생육상황을 나타내었다.



그림 27. 상토의 종류에 따른 묘삼의 생육.
 각 번호의 상토 조성은 표 28 참조.

2) 2년차 시험

상토의 화학성(표 36)은 피트모스를 주 재료로 한 2번 시판상토를 제외한 전 처리에서 비슷한 경향을 나타내었다. 전반적으로 상토의 pH는 인삼 재배에 적정한 범위보다 미세하게 높았으나 허용 기준치에 속하는 편이었다. 무기성분의 함량은 처리 간에 다소의 차이를 보이기는 했지만 인삼재배 적정 범위에 속하는 수준이었다. 화학성을 항목별로 살펴보면 pH는 6.84~7.13의 범위를 나타내어 인삼 육묘에 최적은 아니지만 적합한 범위에 속하였다. EC는 0.59~0.98dS/m 범위로 편차가 컸는데, 피트모스를 주재료로 이용한 처리에 비하여 석비레를 주재료로 이용하고 약토를 20% 첨가한 2번에서 높았다. 음이온 중 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 함량은 시판 상토에서 17.8mg/kg으로 타 처리에 비하여 적었고, 석비레를 주재료로 이용하고 20%의 약토를 첨가한 2번 상토에서 35.8mg/kg 가장 많아서 그 편차가 컸다. 나머지 상토에서는 19.1~25.9mg/kg 범위로 처리에 따라 다소 차이가 있었으나 그 차이는 현저하지 않았다. P_2O_5 의 함량은 2번 상토에서 타 처리에 비하여 두드러지게 많은 158mg/kg이었던 반면 나머지 처리에서는 31~39mg/kg의 범위로 비교적 일정한 수준을 나타내었다. 양이온에 있어서 K, Ca, Mg 및 Na의 함량은 시판상토인 1번에서 타처리에 비하여 현저히 많았다. 성분별로 살펴보면 K의 함량은 1번에서 $0.88\text{cmol}^+/\text{L}$ 로 여타 처리의 $0.48\sim 0.55\text{cmol}^+/\text{L}$ 보다 50% 이상 많았다. Ca 함량은 1번에서 $11.2\text{cmol}^+/\text{L}$ 를, 나머지 처리에서는 $6.9\sim 8.2\text{cmol}^+/\text{L}$ 의 범위를 나타내어 그 차이가 매우 컸다. Mg의 함량 또한 K 및 Ca와 같은 경향으로 1번에서 $2.56\text{cmol}^+/\text{L}$ 로 가장 많았고, 나머지 처리에서는 $1.51\sim 1.68\text{cmol}^+/\text{L}$ 의 범위를 나타내어 그 차이가 크지 않았다. 그러나 Na 함량은 1번 시판상토와 3~11번까지 우분, 계분 및 고래실을 첨가한 처리에서 $0.81\sim 0.88\text{cmol}^+/\text{L}$ 범위로 타 처리에 비하여 높은 편이었으며, 나머지 처리에서는 $0.42\sim 0.52\text{cmol}^+/\text{L}$ 범위를 보여 비교적 낮은 수준이었다.

혼합상토의 액상, 기상, 유효수분, 수분 완충능 등의 물리적 특성을 표 37에 나타내었다.

2년 차의 경우도 1년 차와 같은 경향을 나타내어 액상과 기상은 석비레를 주재료로 한 처리에서, 유효 수분과 수분 완충능은 피트모스를 주재료로 한 상토에서 높았다. 액상의 경우 2번 처리에서 53.25%로 62.62~65.58% 범위를 보인 나머지 처리에 비하여 낮았다. 기상 또한 2번 처리에서 17.21%로 타 처리에 비해 낮았고, 나머지 처리에서는 19.01~20.68% 범위를 나타내었다. 유효수분과 수분 완충능은 석비레를 주재료로 한 처리에서 타 처리에 비하여 높았다. 훈탄을 혼합한 상토의 기상이 낮은 원인은 석비레와 훈탄을 혼합할 때 건설 현장에서 콘크리트 작업에 쓰이는 몰탈 혼합기(저면에 혼합을 위한 금속 날이 있음)를 이용하여 훈탄이 원형을 유지하지 못하고 밀가루처럼 곱게 갈렸기 때문으로 추정된다.

표 36. 본 시험에 사용한 혼합 상토의 화학성

처리번호 ¹⁾	pH	EC (dS/m)	NO ₃ -N (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ⁺¹	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺¹
					cmol ⁺ /L			
1	6.84a	0.59c	17.8f	32d	0.88a	11.2a	2.56a	0.81b
2	7.04a	0.98a	35.8a	158a	0.54c	6.9bc	1.51b	0.42d
3	7.03a	0.68b	23.9c	36c	0.51d	7.3b	1.65b	0.81b
4	7.02b	0.70b	25.3b	38b	0.53c	7.8b	1.68b	0.83ab
5	7.12a	0.72b	26.8b	39b	0.55c	8.2b	1.68b	0.85a
6	7.09a	0.65b	22.8d	35c	0.49d	7.2b	1.52b	0.84a
7	6.98a	0.67b	23.8c	36c	0.50d	7.2b	1.53b	0.85a
8	6.96a	0.69b	25.9b	38b	0.52c	7.3b	1.56b	0.85a
9	7.02a	0.62bc	19.1e	33d	0.48d	7.5b	1.57b	0.87a
10	6.94a	0.63bc	20.8d	36c	0.50d	7.6b	1.54b	0.88a
11	7.08a	0.65b	22.0d	36c	0.51d	7.8b	1.63b	0.88a
12	7.01a	0.63bc	20.9d	31d	0.51d	7.3b	1.55b	0.51c
13	6.94a	0.64b	21.3d	32d	0.54c	7.9b	1.58b	0.51c
14	6.98a	0.65b	22.3c	34c	0.58b	7.8b	1.67b	0.52c
15	7.13a	0.64b	22.6c	31d	0.50d	7.3b	1.59b	0.52c
16	6.96a	0.65b	23.3c	32d	0.51d	7.4b	1.57b	0.52c
17	7.12a	0.67b	24.1b	32d	0.51d	7.4b	1.59b	0.53c

- 1) 표 29 참조
2) DMRT .05.

표 37. 혼합 상토의 액상, 기상, 유효수분 및 수분 완충능

처리번호 ¹⁾	액상 (%)	기상 (%)	유효수분 (%, v/v)	수분 완충능 (%, v/v)
1	63.28a	20.19a	14.58b	6.48b
2	53.25b	17.21b	18.86a	8.43a
3	63.54a	19.01a	14.36b	6.51b
4	63.66a	19.58a	14.98b	6.59b
5	64.46a	20.03a	14.52b	6.38b
6	64.73a	20.89a	14.33b	6.62b
7	64.26a	19.98a	14.59b	6.43b
8	65.58a	20.02a	14.31b	6.46b
9	64.53a	20.54a	14.65b	6.57b
10	63.62a	18.13a	14.21b	6.64b
11	64.57a	20.31a	14.33b	6.72b
12	63.56a	20.36a	14.99b	6.53b
13	62.78a	20.98a	14.54b	6.26b
14	63.64a	20.33a	14.46b	6.43b
15	63.53a	20.52a	13.98b	6.46b
16	62.63a	20.68a	14.01b	6.28b
17	62.62a	20.56a	14.58b	6.41b

- 1) 표 29 참조.
2) DMRT .05.

상토의 종류에 따른 묘삼의 생육, 생리장해 및 병 발생 정도(표 38, 림 28)를 살펴보면, 근장의 경우 7, 8 및 17번 처리에서 18cm 이상으로 타 처리에 비하여 길었으며, 1번과 5번이 14cm 내외로 짧았다. 나머지 처리는 16.3~17.2cm 범위로 짧은 편이었다. 근경은 1~3번, 14~17번 처리에서 컸으며, 나머지 처리에서는 3.3~3.7mm 범위로 작았다. 그러나 근중은 2~4번, 7~8번, 11번 및 14~17번에서 0.8g 이상을 나타내었다. 적변삼은 계분과 우분을 각각 3%(v/v)씩 첨가한 처리구에서 20% 내외로 상당히 많은 양이 발생하였다. 그러나 모잘록병과 뿌리썩음병은 발생하지 않았다.

표 38. 상토의 종류에 따른 묘삼의 생육, 생리장해 및 병 발생 정도

처리번호 ¹⁾	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ³⁾	모잘록병 ⁴⁾	뿌리썩음 ⁵⁾
1	14.2d	3.4b	0.72b	0b	0a	0a
2	16.6bc	3.8a	0.82a	0b	0a	0a
3	17.3b	3.8a	0.84a	0b	0a	0a
4	17.2b	3.8a	0.86a	0b	0a	0a
5	13.8d	3.3b	0.48c	5a	0a	0a
6	16.3bc	3.7ab	0.78ab	0b	0a	0a
7	18.5a	3.6ab	0.82a	0b	0a	0a
8	18.2a	3.7ab	0.81a	5b	0a	0a
9	17.5b	3.6ab	0.79ab	0b	0a	0a
10	17.2b	3.4b	0.70b	0b	0a	0a
11	17.4b	3.6ab	0.84a	0b	0a	0a
12	16.9bc	3.3b	0.78ab	0b	0a	0a
13	16.6bc	3.6ab	0.79ab	0b	0a	0a
14	16.8bc	3.7ab	0.81a	0b	0a	0a
15	16.9bc	3.8a	0.82a	0b	0a	0a
16	17.2b	3.9a	0.83a	0b	0a	0a
17	18.1a	4.1a	0.85a	0b	0a	0a

1) 표 29 참조.

2) DMRT .05

3) 적변: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

4) 모잘록병: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

5) 뿌리썩음: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 10, 수확일 10. 25.

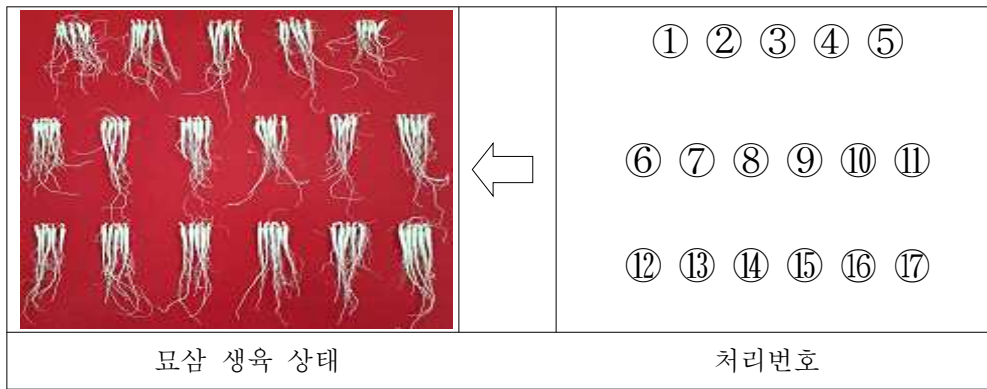


그림 28. 조성에 따른 묘삼의 생육

※ 처리번호는 표 29 참조.

3) 3년차 시험

표 39는 본 시험에 사용한 혼합 상토의 화학성을 조사하여 정리한 것이다.

상토의 pH는 처리 간에 차이가 없었으나 EC는 2~4번 처리에서 0.82~0.89dS/m 범위로 높았고, 시판 상토인 1번 처리의 경우 0.62dS/m로 타 처리에 비해 비교적 낮은 편이었다. 나머지 처리에서는 0.46~0.56dS/m 범위를 나타내었다. 음이온 중 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 함량은 2, 4, 1, 3번 처리에서 32.6>24.5>18.2>15.4mg/kg의 순으로 높았고, 나머지 처리에서는 굽뎡이 분변의 첨가량이 많을수록 그 함량이 증가하였다. P_2O_5 의 함량은 2번 처리에서 136mg/kg으로 타 처리에 비하여 현저히 많았으며, 3, 4번 처리에서 38 및 39.6mg/kg으로 그 뒤를 이었다. 그리고 굽뎡이 분변의 첨가량이 증가함에 따라 P_2O_5 의 함량은 24mg/kg에서 34mg/kg으로 증가하였다. 양이온 중 K의 함량은 1번 처리에서 0.89cmol⁺/L로 가장 많았고, 2~4번 처리에서 0.56~0.58cmol⁺/L의 범위를 나타내었으며, Ca는 3번에서 16.9cmol⁺/L, 2번에서 12.3cmol⁺/L을 각각 나타내어 타 처리에 비하여 많은 편이었다. Mg의 함량은 3번에서 4cmol⁺/L 이상을, 1, 2번에서 2cmol⁺/L 이상을 각각 나타내어 타 처리에 비해 많았으며, Na 함량은 1, 3 및 4번 처리에서 80cmol⁺/L 내외로 많았다. 그 밖에 굽뎡이 분변의 첨가량이 증가할수록 양이온의 함량도 증가하는 경향이였다.

상토의 물리성의 척도인 액상, 기상, 유효수분 및 수분 완충능 등을 표 40에 나타내었다.

석비레를 주재료로 사용한 2번 처리에서 액상의 비율은 54.24%, 기상은 16.84%로 60% 초반 대와 20% 내외를 각각 나타낸 상토(피트모스를 주재료로 사용)에 비해 낮은 편이었다. 그러나 석비레를 주재료로 사용한 2번 상토의 유효수분과 수분 완충능은 19.14 및 8.62%로 14% 내외와 6% 대 중반의 비율을 나타낸 타 처리에 비해 높았다.

표 39. 본 시험에 사용한 혼합 상토의 화학성

처리번호 ¹⁾	pH	EC (dS/m)	NO ³ -N (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺¹
					cmol ⁺ /L			
1	6.86a	0.62b	18.2c	33bc	0.89a	12.3b	2.68b	0.84a
2	6.64a	0.89a	32.6a	136a	0.58b	7.3c	2.13b	0.48c
3	6.74a	0.87a	15.4d	38b	0.58b	16.9a	4.38a	0.84a
4	6.61a	0.82a	24.5b	39b	0.56b	6.9c	1.98c	0.79a
5	6.68a	0.46c	7.8g	24cd	0.32f	3.2e	1.01e	0.22d
6	6.66a	0.48c	7.8g	25cd	0.35e	3.4e	1.12e	0.28d
7	6.68a	0.49c	8.1g	26cd	0.36e	3.4e	1.24e	0.32d
8	6.86a	0.50c	8.9g	28c	0.38e	3.6e	1.35d	0.43c
9	6.76a	0.52c	9.1g	30c	0.40de	3.7e	1.45d	0.44c
10	6.74a	0.52c	9.8ef	31c	0.41de	3.9e	1.50d	0.45c
11	6.81a	0.54c	10.2e	34bc	0.42de	4.1d	1.63cd	0.47c
12	6.84a	0.56ab	10.6e	34bc	0.44d	4.3d	1.85c	0.50b

- 1) 표 30 참조
2) DMRT .05.

표 40. 혼합 상토의 액상, 기상, 유효수분 및 수분 완충능

처리번호 ¹⁾	액상 (%)	기상 (%)	유효수분 (%, v/v)	수분 완충능 (%, v/v)
1	62.31a	19.89a	15.14b	6.51b
2	54.24b	16.84b	19.14a	8.62a
3	62.32a	19.76a	14.91b	6.46b
4	62.65a	19.47a	14.16b	6.38b
5	63.48a	19.83a	14.48b	6.53b
6	64.54a	20.01a	14.64b	6.48b
7	64.56a	19.74a	14.66b	6.51b
8	64.91a	19.89a	14.58b	6.38b
9	64.56a	20.14a	14.61b	6.63b
10	64.32a	19.26a	14.38b	6.56b
11	63.94a	19.24a	14.41b	6.66b
12	63.48a	19.86a	14.79b	6.58b

- 1) 표 30 참조.
2) DMRT .05.

상토의 종류에 따른 묘삽의 생육, 생리장해 및 병 발생 정도(표 41)를 살펴보면, 근장은 1번과 4번에서 19.8과 21.2cm로 타 처리에 비해 길었으며, 2, 3번에서 13cm 내외로 그 뒤를

이었다. 나머지 처리에서는 굵벙이 분변의 첨가량이 증가할수록 근장도 증가하는 경향을 나타내었다. 근경은 1~4번 처리에서 5mm 내외로 타 처리에 비해 컸다. 그러나 나머지 처리 간에는 큰 차이 없이 4mm 중반 대의 근경을 나타내었다. 근중은 1~4번 처리에서 0.9g 이상으로 매우 무거운 편이었으며, 굵벙이 분변의 첨가량이 증가할수록 무거웠지만 가장 많은 비율인 8%를 첨가한 경우에도 0.73g으로 갑삼을 생산할 수 없었다. 적변삼의 발생 정도는 3번에서 16%로 매우 높았으며, 나머지 처리에서는 2~3% 정도의 발생률을 보였다. 모잘록병은 각 처리 공히 1% 미만으로 발생하였으며, 뿌리썩음병은 발생하지 않았다.

묘삼은 일반적으로 논이나 밭 토양에 양직, 반양직의 묘포를 만들고 해가림 시설을 설치하여 생산하고 있으며, 일정한 면적의 묘포에서 10배 면적의 본포에 이식할 수 있는 묘삼의 생산을 목적으로 하고 있으나 우량묘삼의 생산비율은 46~50% 수준에 불과하다(박 등, 1984; 김 등, 2007, 2010; 강 등, 2013). 관행적인 방법으로 묘삼을 생산할 경우 사용 가능한 묘삼의 생산량은 토양의 경도가 낮고 공극률이 높으며 통기성이 좋을 때 현저히 증가한다(이 등, 1995).

최근 청정 묘삼의 생산을 위해 유리온실 및 비닐하우스를 이용한 실험들이 이루어지고 있으나 적합한 상토의 조성에 관한 실험은 미흡한 실정이다. 그래서 최 등(2011, 2012)은 차광 플라스틱 하우스에서 2년생 인삼재배와 다양한 유기물이 유기농 재배 묘삼의 생육과 수량에

표 41. 상토의 종류에 따른 묘삼의 생육, 생리장해 및 병 발생 정도

처리번호 ¹⁾	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ³⁾	모잘록병 ⁴⁾	뿌리썩음 ⁵⁾
1	19.8a	5.0a	0.94a	3a	1a	0a
2	13.2b	5.1a	0.92a	3a	1a	0a
3	12.8b	5.0a	0.91a	5a	1a	0a
4	21.2a	5.0a	0.94a	3a	1a	0a
5	9.1e	4.6b	0.43d	3a	1a	0a
6	8.1f	4.5b	0.45d	3a	1a	0a
7	10.3d	4.5b	0.46d	3a	1a	0a
8	10.2d	4.0b	0.53cd	3a	1a	0a
9	10.8cd	4.5b	0.58c	3a	1a	0a
10	11.2c	4.6b	0.64c	3a	1a	0a
11	11.3c	4.5b	0.69b	3a	1a	0a
12	12.3b	4.6b	0.73b	3a	1a	0a

1) 표 30 참조.

2) DMRT .05

3) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

4) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

5) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 10, 수확일 10. 25.

미치는 영향을 조사하였다. 그들은 최적의 유기물을 조사하기 위해, 피트모스, 펄라이트, 코이어더스트(코코피트)와 버미큘라이트의 혼합비율을 조절하여 8종의 자재를 제형하였다. 그리고 무기물 자재(펄라이트와 버미큘라이트의 혼합물)의 비율을 50%에서 30%까지 감소시킨 반면 피트모스의 혼합 비율을 50%에서 70%로 높여 용기 용수량은 증가시키고 총 공극률과 기상률은 감소시켰다고 한다. 이 보고에서는 피트모스, 펄라이트 및 버미큘라이트를 50 : 40 : 10(v/v)의 비율로 혼합하고 유기영양원을 공급했을 때 경장, 경경, 지상부 생체중, 엽면적, 근장, 생체중 등 모든 생육이 좋다고 하였다.

박 등(2014)에 의하면 피트모스와 펄라이트를 주재료로 하고 양분 공급원으로 우분, 계분, 구아노, 부엽토, 피마자박 및 야자유박 등을 이용하여 상토를 조성하고, 묘삼의 생육 및 수량을 조사한 결과 피트모스, 펄라이트 및 부엽토를 50:20:30의 비율(v/v)로 혼합한 경우 묘삼의 생육이 가장 좋았다고 한다. 그리고 상토 조성에서 보수력이 큰 피트모스의 함량이 50%와 70%인 경우 적은 양의 유기물을 혼합했음에도 불구하고 모잘록병과 적변의 발생이 증가하는데, 동물의 배설물을 상토에 첨가할 경우 더 심해졌다고 한다. 그 원인은 상토의 질산태질소, 인산 및 나트륨의 함량이 일정 수준 이상으로 많아진 것에 기인된 것이라고 추정하였다. 동물의 배설물이 주성분인 구아노, 계분 및 우분을 상토에 첨가한 경우의 적변 발생률은 41.7~60.3%로 높았는데, 그 원인 중의 하나는 상토 중의 나트륨 농도가 높기 때문이라고 하였다. 그러나 현 등(2009)은 인삼의 병 및 생리장해 발생은 토양 화학성과 밀접한 관련이 있어서, 단일 성분의 영향보다는 다수의 성분이 과잉으로 함유되어 토양 화학성의 균형이 깨어진 데 기인된 경우가 더 많다고 하였다.

천 등(2011)은 인삼의 시설생산을 위하여 배지 조성 및 차광 정도를 달리한 환경조건 하에서의 생육특성과 생리활성 변화를 검토하였다. 적정한 배지 조합은 차광 정도에 따라 달랐는데 무차광에서는 coco peat 단독, 50% 차광에서는 coco peat와 perlite를 50:50으로 혼합하였을 때, 70% 차광에서는 perlite 단독배지에서 유의적으로 높은 생육을 보였다고 한다.

이 등(2006)은 육묘용 상토 재료로 많이 이용하고 있는 유기성 재료(피트모스, 훈탄)와 무기성 재료(질석, 펄라이트, 제올라이트)를 혼합하여 배추를 육묘 한 후, 35일 경과 시 배추 묘의 생체중, 엽장, 엽폭, 엽면적, 근장, 건물중, T/R률 등을 조사하여 배추 육묘에 가장 적합한 상토를 선발하였다. 즉, 배추의 생육에 적합한 피트모스 혼합 상토의 물리성은 공극률이 92~95%, 액상 52~71%, 기상 21~41%, 유효수분 14~37%, 완충수분은 0.6~13% 범위라고 하였다.

이상의 결과 들은 본 시험에 유용한 것이 있는 반면 그렇지 않은 것도 있다. 인삼의 육묘를 위한 상토 조성 시험은 지금까지 2가지(최 등, 2011; 박 등, 2014)에 불과하다. 따라서 인삼에 적합한 상토의 조성을 찾기는 그다지 쉽지 않지만, 이들 2가지 상토는 모두 상토 제조업

체에 기술을 이전하여 상품화되고 있다. 그러나 상토를 이용한 묘삼 재배 농가는 별로 없기 때문에 그 판매량은 매우 적다. 오히려 인삼 육묘보다는 새싹 삼 재배에 더 많이 이용되고 있다. 그리고 인삼 육묘용으로 이용되지는 않았지만 배추 육묘용 상토에 훈탄이 첨가됐다는 것은 고무적인 일이다. 비록 본 시험에서는 훈탄을 혼합한 상토에서 묘삼의 생육이 좋지 않았지만 충분히 상토 재료로의 이용 가능성을 제시하였다고 할 수 있다(이 등, 2006). 본 시험에서는 훈탄 혼합 시 콘크리트 믹서를 이용하여 훈탄의 입자가 밀가루처럼 곱게 갈려서 물리성이 악화되어 묘삼의 생육이 불량했던 것으로 추정되는데, 이점은 상당히 아쉬운 생각이 든다. 그러나 훈탄 입자의 원형이 유지되어 묘삼의 생육이 좋았다고 하더라도 추후 원형을 유지할 수 있는 혼합 방법이 개발되어야만 실용화할 수 있을 것으로 생각되었다. 그리고 본 시험에 사용한 대부분의 상토의 물리성은 이 등(2006)이 실험한 바 있는 배추의 육묘에 좋은 특징을 나타냈던 범위에 속하므로 제조상의 오류는 크게 없었던 것으로 생각된다. 그러나 본 시험에서는 기존의 상토와 비교하여 뚜렷하게 인삼의 생육이 좋고, 그 조성이 다른 것은 찾을 수 없었다. 그러나 피트모스 63%, 펠라이트 30%, 굽뎅이 분변 5%, 휴믹산 1% 및 토탄 1%를 첨가한 경우 기존 상토에 비해 근중이 대등한 정도로 만족해야 했다. 평면베드 재배에서는 이와 같이 기존의 상토와 새로 조제한 상토 간에 생육 차이가 크지 않았지만, 경사재배의 경우는 피트모스 66%, 펠라이트 30%, 고래실 1%, 토탄 및 휴믹산 각 1.5%(v/v)를 첨가한 경우 근중이 뚜렷하게 증가되어 육묘 방법에 따라 그 효과가 각기 다르게 나타남을 알 수 있었다. 본 시험은 인삼 공정육묘가 주목적이므로 기존의 방법대로 평면베드 재배를 할 경우 상토의 소요량이 많아 경제성이 반감되며, 다단육묘의 경우 아래와 위의 베드 간격이 좁아 파종기를 원활하게 이용할 수 없다. 물론 파종시트 등을 제작하여 베드 위에 올려놓는 방법이 있지만 주문 제작 시 54×28cm 규격 1매의 가격이 450원으로 상토 비용에 시트 비용이 추가로 소요되므로 경제성은 더 악화된다. 따라서 채소용 자동파종기의 사용이 가능하고, 상토의 소요량이 기존의 1/4 미만인 경사육묘에 대한 연구에 집중했던 것이 사실이다. 그래도 종전의 방식과 대등한 생육을 보인 처리가 있다는 것에 만족해야 할 것 같다.

마. 인삼 종자의 발아 및 묘 생산성에 미치는 환경조건의 영향

(1) 재료 및 방법

인삼의 성공적인 육묘를 위해서는 발아 및 생육에 적합한 환경조건을 알아야 하므로 기온, 상대습도, 광량, CO₂ 농도 및 토양수분 함량을 각각 달리하여 적절한 수준을 찾으려고 하였다. 2년차까지 매년 기온, 상대습도, 광량 및 CO₂ 농도를 3처리씩 두어 출아율 및 묘삼의 생육이 좋은 조건을 찾아 나갔다. 3년차에는 1, 2년차의 시험결과에서 얻어진 성적을 바탕으로 처리를 하여 묘삼의 생육 양상을 조사하였다(표 42).

시험을 위한 환경조절은 그림 29 및 30과 같이 하였다.

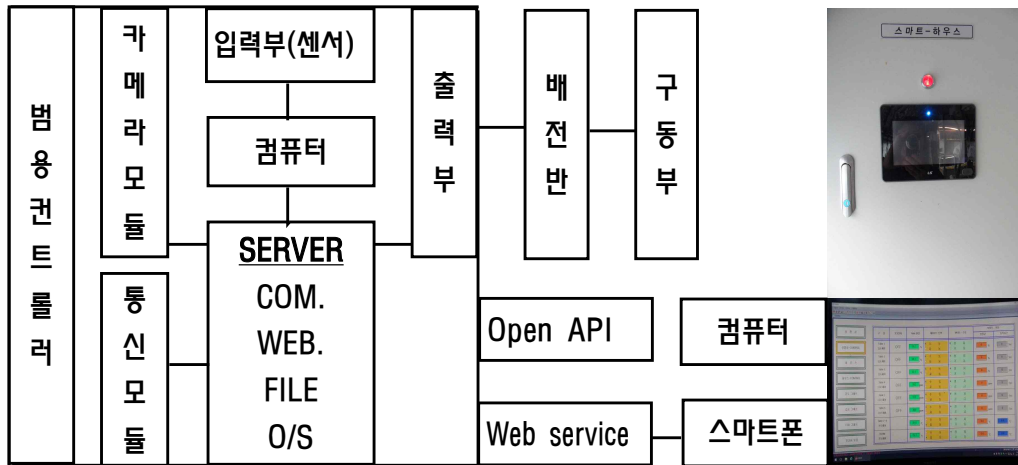


그림 29. 생육 적 환경 구명을 위한 환경조절 개략도



그림 30. 생육 적 환경 구명을 위한 환경조절실

표 42. 생육 적 환경 구명을 위한 환경 요인별 처리 내용

환경요인	처리내용		
	1년차	2년차	3년차
온도(℃)	18, 26, 34	20, 23, 26	20, 25, 30 ¹⁾
상대습도(%)	60, 70, 80	65, 75, 85	자연습도
광량($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	18, 26, 34	30, 60, 90	60, 75, 90 ²⁾
CO ₂ 농도(mg/kg)	대조(340~370), 500, 600	대조(340~370), 600, 700	700

1) 광량 $90 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 2) 기온 25℃.

(2) 결과 및 고찰

(가) 1년차 시험

18, 21 및 24℃로 조절하였을 경우 처리별 출아율은 71~74% 범위로 차이가 없었으며, 근장은 21℃에서 14.4cm로 타 처리에 비해 길었고, 18℃ 13.6cm, 24℃ 12.3cm를 각각 나타내었다. 근경은 3.6~3.8mm 범위로 차이가 없었다(표 43, 그림 31). 근중은 21℃에서 0.84g으로 가장 무거웠으며, 18℃에서 0.73, 24℃에서 0.69g을 각각 나타내어 24℃에 비하여 18℃에서 근중이 무거웠다. 적변삼은 모든 처리에서 1% 이내로 나타났으며, 모잘록병과 뿌리썩음병은 발생하지 않았다.

표 43. 인삼의 출아율 및 생육에 미치는 기온의 영향

기온 (°C)	출아율 (%)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음병 ⁴⁾
18	72a ¹⁾	13.6b	3.7a	0.73b	1a	0a	0a
21	74a	14.4a	3.8a	0.84a	1a	0a	0a
24	71a	12.3c	3.6a	0.69b	1a	0a	0a

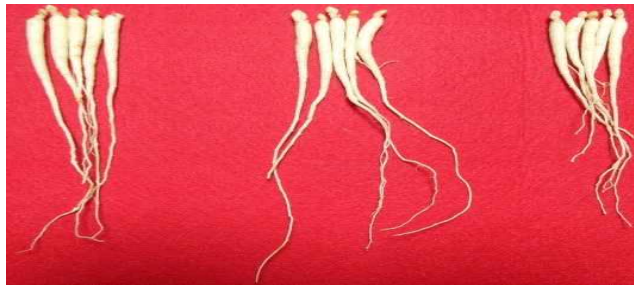
1) DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 10., 수확일 10. 25.



18°C

21°C

24°C

<기 온>

그림 31. 기온에 따른 묘삼의 생육.

상대습도에 따른 인삼의 출아율 및 생육, 생리장해 발생(표 44, 그림 32) 정도를 보면 상대 습도가 60, 70 및 80%일 때 출아율은 68, 71 및 74%로 습도가 높을수록 출아율이 다소 향상되었다. 각 처리 간 근장은 13.6~14.2mm, 근경은 3.8~3.9mm, 근중은 0.67~0.73g 범위로 차이가 없었다. 적변삼은 상대습도 80%에서 1% 미만으로 아주 적게 발생하였고, 타 처리에서는 발생하지 않았다. 모잘록병 및 뿌리썩음병은 모든 처리에서 발생하지 않았다.

표 44. 인삼의 출아율 및 뿌리의 생육에 미치는 상대습도의 영향

상대습도 (%)	출아율 (%)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
60	68b ¹⁾	13.8a	3.8a	0.67a	0b	0a	0a
70	71ab	14.2a	3.9a	0.69a	0b	0a	0a
80	74a	13.6a	3.8a	0.73a	1a	0a	0a

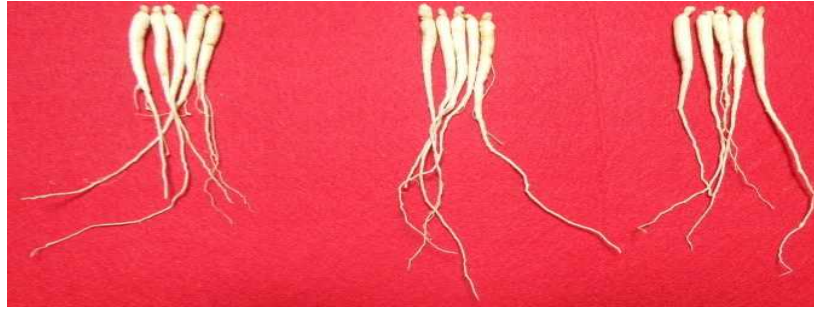
1) DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 10., 수확일 10. 25.



60%

70%

80%

<상대습도>

그림 32. 상대습도에 따른 묘삼의 생육.

광량에 따른 인삼의 출아율은 72~73%, 근장은 13.7~14.4cm 범위로, 처리 간에 차이가 없었으나 근경 및 근중은 $34 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 3.9mm 및 0.71g으로 타 처리에 비해 크거나 무거웠다. 그러나 모든 처리에서 근중은 0.52~0.71g 범위로 매우 가벼워서 이식에 부적합한 크기였다. 적변삼, 모잘록병, 뿌리썩음병은 모든 처리에서 발생하지 않았다(표 45, 그림 33).

표 45. 인삼 출아율 및 뿌리의 생육에 미치는 광량의 영향

광량 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	출아율 (%)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
18	72a ¹⁾	13.7a	3.4b	0.52c	0a	0a	0a
26	73a	14.1a	3.6ab	0.58b	0a	0a	0a
34	72a	14.4a	3.9a	0.71a	0a	0a	0a

1) DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 10., 수확일 10. 25., 사용광원; 일반 형광등.



18

26

34

광량 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

그림 33. 광량에 따른 묘삼의 생육.

대기의 CO₂ 농도에 따른 인삼의 출아율은 67~71% 범위로 차이가 없었고, 근장, 근경 및 근중은 600ppm에서 14.9cm, 4.2mm 및 0.83g으로 타 처리에 비해 좋았다. 인삼의 적변, 모잘록병 및 뿌리썩음병은 600ppm 이내의 CO₂ 농도에서는 발생하지 않았다(표 46, 그림 34).

표 46. 인삼의 출아율, 뿌리의 생육, 생리장해 및 병 발생에 미치는 대기 중 CO₂ 농도의 영향

CO ₂ 농도 (mg/kg)	출아율 (%)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변 ³⁾	모잘록병 ⁴⁾	뿌리썩음 ⁵⁾
대조 ¹⁾	71a ²⁾	13.8b	3.7b	0.63b	0a	0a	0a
500	68a	14.2ab	4.0ab	0.79ab	0a	0a	0a
600	67a	14.9a	4.2a	0.83a	0a	0a	0a

1) CO₂ 농도 340~370mg/kg

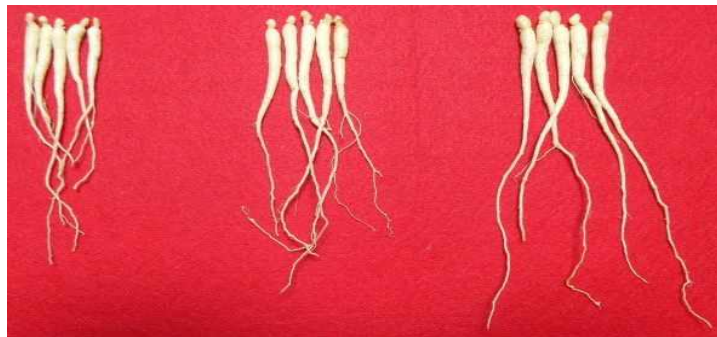
2) DMRT .05

3) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

4) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

5) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 과중일 4. 10., 수확일 10. 25



대조

500

600

<CO₂ 농도 (mg/kg)>

그림 34. CO₂ 농도에 따른 묘삼의 생육.

(나) 2년차 시험

인삼 종자의 출아율은 기온 20, 23 및 26℃에서 86, 85 및 85%를 각각 나타내어 처리 간에 차이가 없었다. 근장, 근경 및 근중의 생장도 23℃에서 16.9cm, 4.1mm 및 0.90g으로 타 처리에 비해 좋았다. 그러나 20℃와 26℃는 서로 비슷한 수준의 생장을 나타내었다. 적변삼은 모든 처리에서 1% 미만으로 발생하였으며, 모잘록병 및 뿌리썩음병은 발생하지 않았다(표 47, 그림 35).

표 47. 인삼의 출아율 및 생육에 미치는 기온의 영향

기온 (°C)	출아율 (%)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음병 ⁴⁾
20	86a ¹⁾	15.3b	3.7a	0.79c	1a	0a	0a
23	85a	16.9a	4.1a	0.90a	1a	0a	0a
26	85a	15.8b	3.8a	0.86b	1a	0a	0a

1) DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 1, 수확일 10. 25.

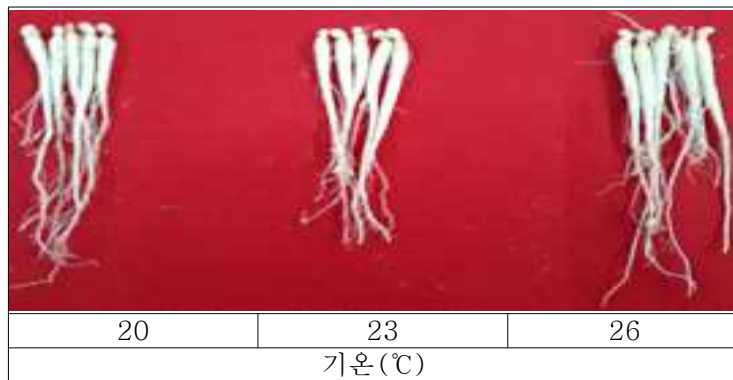


그림 35. 온도에 따른 묘삼의 생육 양상

상대습도 65~85%의 범위에서 출아율은 86 및 87%로 처리 간에 차이가 없었으며, 근장은 상대습도 75 및 85%에서 16.8 및 16.4cm로 길었고, 65%에서는 15.6cm로 짧은 편이었다. 근경은 3.8~3.9mm 범위로 처리 간에 차이가 없었다. 근중은 상대습도 75%에서 0.84g으로 무거웠고, 65 및 85%에서도 0.76 및 0.78g으로 갑삼은 아니지만 재배에 사용할 수 있는 묘삼의 생산이 가능하였다. 적변삼은 상대습도 85%에서 약간 발생했을 뿐 나머지 처리에서는 적변삼, 모잘록병, 뿌리썩음병 등이 발생하지 않았다(표 48, 그림 36).

표 48. 인삼의 출아율 및 뿌리의 생육에 미치는 상대습도의 영향

상대습도 (%)	출아율 (%)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
65	86a ¹⁾	15.6b	3.8a	0.76b	0b	0a	0a
75	87a	16.8a	3.9a	0.84a	0b	0a	0a
85	86a	16.4a	3.8a	0.78b	1a	0a	0a

1) DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 1, 수확일 10. 25.



그림 36. 상대습도에 따른 묘삼의 생육

광량에 따른 묘삼의 생육을 살펴보면(표 49, 그림 37) 근장은 광량이 많을수록 길어서 90 μmol 에서 17.4cm, 60 μmol 에서 16.1cm, 30 μmol 에서 15.7cm를 각각 나타내었다. 근경도 광량이 많을수록 커서 3.4~5.1mm 범위를 각각 나타내었다. 근중은 90 μmol 에서 0.91g으로 가장 무거웠고 30 μmol 에서 0.73g으로 가벼웠다. 적변삼, 모잘록병 및 뿌리썩음병은 모든 처리에서 발생하지 않았다.

표 49. 인삼 출아율 및 뿌리의 생육에 미치는 광량의 영향

광량 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	출아율 (%)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
30	87a ¹⁾	15.7c	3.4b	0.73c	0a	0a	0a
60	86a	16.1b	4.7ab	0.84b	0a	0a	0a
90	88a	17.4a	5.1a	0.91a	0a	0a	0a

1) DMRT .05

1) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

2) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

3) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 1, 수확일 10. 25., 사용광원; 일반 형광등.

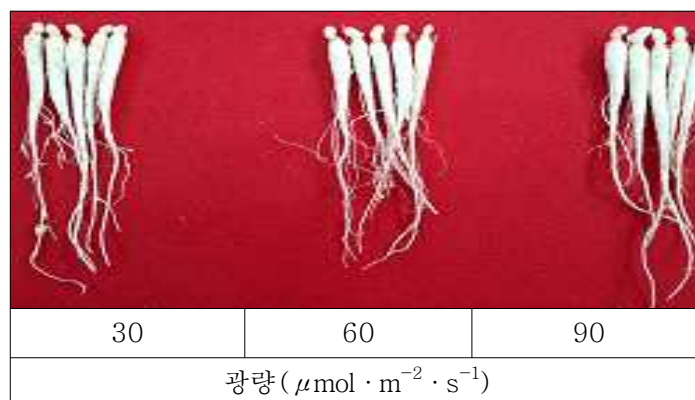


그림 37. 광량에 따른 묘삼의 생육

대기 중 CO₂ 농도에 따른 인삼의 출아율은 차이가 없었고, 근장, 근경 및 근중은 700ppm에서 16.8cm, 4.3mm 및 0.96g으로 타 처리에 비해 좋았다. 인삼의 적변, 모잘록병 및 뿌리썩음병은 700ppm 이내의 CO₂ 농도에서는 발생하지 않았다(표 50, 그림 38).

표 50. 인삼의 출아율, 뿌리의 생육, 생리장해 및 병 발생에 미치는 대기 중 CO₂ 농도의 영향

CO ₂ 농도 (mg/kg)	출아율 (%)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
대조(320~378)	86a ¹⁾	15.8b	3.8b	0.84b	0a	0a	0a
600	84a	15.2ab	4.1ab	0.88ab	0a	0a	0a
700	85a	16.8a	4.3a	0.96a	0a	0a	0a

1) DMRT .05

2) 적변; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음; 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 1, 수확일 10. 25

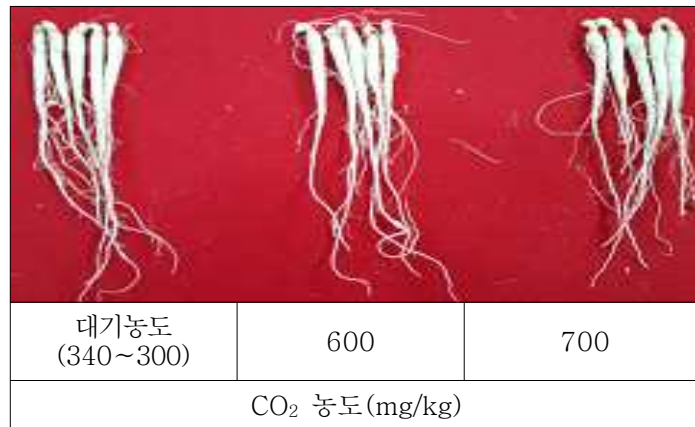


그림 38. CO₂ 농도에 따른 묘삼의 생육

(다) 3년차 시험

표 51는 탄산가스 농도를 700mg/kg으로 고정하고, 기온과 광량의 변경하였을 때 나타나는 출아율, 광합성, 생육 및 생리장해 및 병 발생정도를 나타낸 것이다. 기온에 따른 출아율은 20℃에서 86%로 높았고, 30℃에서는 76%로 낮았으나, 광량에 따른 출아율은 84~86% 범위로 처리 간에 차이가 없었다. 기온과 광량과의 상호작용 효과는 약간 있는 것으로 나타났다. 기온과 광량에 따른 광합성률은 1% 수준에서 유의적인 차이를 보였으며, 기온과 광량과의 상호작용 효과도 5% 수준에서 유의차가 있었다. 기온 및 광량에 따른 근장은 두 요소 모두 1% 수준에서 고도의 유의성을 나타냈으며, 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났는데, 근중의 경우도 근장과 같은 경향을 나타내었다. 적변삼과 모잘록병은 1% 미만으로 매우 적게 발생하였고, 뿌리썩음병은 모든 처리에서 발생하지 않았다.

표 51. 기온 및 광량에 따른 인삼의 출아율, 광합성 및 생육

처 리		출아율 (%)	광합성율 ($\mu\text{mol} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변 ²⁾	모잘록 병 ³⁾	뿌리 썩음 ⁴⁾
기온 ¹⁾ (°C)	20	86	1.34	15.8	5.1	0.94	1	1	0
	25	84	1.21	16.1	5.0	0.90	1	1	0
	30	76	1.02	13.9	4.5	0.81	1	1	0
평 균		82.00	1.19	15.27	4.87	0.88	1.00	1.00	0.00
광량 ²⁾	60	84	1.14	13.9	4.3	0.76	1	1	0
	75	86	1.28	15.2	4.9	0.84	1	1	0
	90	85	1.46	16.3	5.1	0.95	1	1	0
평 균		85.00	1.29	15.13	4.77	0.85	1.00	1.00	0.00
기 온		**	**	**	*	**	NS	NS	NS
광 량		NS	**	**	*	**	NS	NS	NS
기온×광량		*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

1) 광량 $90 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, CO₂ 농도 700mg/kg.

2) 기온 25°C, CO₂ 농도 700mg/kg.

배 등(1985)은 인삼 4년생을 이용하여 5개의 온도조건 즉, 10, 20, 30, 35 및 40°C에서 광강도 $440 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{sec}$ 조건으로 3 및 6 시간동안 각각 처리하였다. 그 후 엽온 23°C 조건에서 2시간 경과 후 CO₂ 농도 345ppm상태 하에서 인삼의 광합성속도를 측정한 결과 저온보다 고온에서 광합성이 저하되었고, 엽온 21°C에서 가장 활발해서 21°C가 광합성 적온이라고 추정하였다. 인삼의 광합성은 3시간 처리의 경우 40°C에서는 28%, 35°C에서는 12.5%가 저하되었으며, 6시간 처리에서는 40°C에서 거의 광합성 능력이 상실되었고, 35°C에서 35%, 30°C에서 22.5%, 10°C에서 2%가 각각 저하되어서 인삼의 광합성에는 광조건보다 고온조건이 더 큰 영향을 끼친다고 하였다. 본 시험에서도 기온이 높을수록 묘삼의 생육은 감소하였는데, 이와 같은 결과에 기인된 것으로 생각된다. 본 시험에서는 20°C를 약간 상회하는 처리에서 생육이 가장 좋았다. 그러나 18°C의 경우는 오히려 생육이 좋지 않았는데 이러한 결과 또한 배 등(1985)의 결과와 일치하는 것이다. 장 등(2016)은 블라인드형 해가림 시설에서 오전 11시까지는 블라인드를 개방하고, 그 이후에는 닫은 상태로 인삼을 재배하면서 광합성 측정을 하였는데, 블라인드를 개방한 경우의 투광률은 17.9%, 닫았을 때는 3.4%였으며, 관행의 투광률은 7%였다. 블라인드를 개방한 처리에서 오전 9시 인삼의 광합성율은 $0.08 \text{mmol}/\text{m}^2/\text{s}$ 수준으로 닫았을 때 0.04의 약 2배, 관행 대비 약 1.8배 정도 높은 수준이었다. 4년근 인삼의 근중은 블라인드형 해가림에서 33.3g, 관행에서 18.4g을 각각 나타내어 일정한 한계 내에서는 강한 광에서 인삼의 생육이 촉진된다는 것을 밝혔다. 뿐만 아니라 모 등(2015)은 관행 해가림에 비해 블라인드형에서 자라는 인삼의 병 발생이 적다고 하여 제한적인 범위 내에서는 강한 광이 인삼의 생육과 내병성을 향상시킨다고 하였다. 한편 박 등(1989)은 15°C의 자연광을 청, 녹, 백, 황 및 적색의 셀로판지를 투과시킨 상태로 인삼을 재배한 결과 청색광에서의 생육이 가장

좋다고 하여 청색광이 인삼의 생육에 유효함을 밝혔다. 본 시험에서는 형광등을 이용하였기 때문에 청색 파장의 효과는 크지 않았지만 $90 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 까지는 광량이 증가할수록 묘삼의 생육도 증가하였다. 그러나 선행 보고에 의하면 이 정도의 광량으로는 광포화점에 도달하지 못하여 인삼의 성장 잠재력을 최대한 발휘시키지 못했던 것으로 생각된다. 그러나 $90 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 의 광량은 형광등을 사용할 경우 거의 최대의 광량이므로 광원을 바꾸기 전에는 인위적으로 더 이상 광량을 증대하기는 어려운 것으로 생각되었다. 한편 이 등(1980)은 기온 20°C 에 비해 30°C 에서 광합성량은 현저히 감소되었으며, 20°C 에서는 $35,000 \text{lux}$ 까지는 광도가 증가됨에 따라 광합성량은 직선적인 증가를 보였으나, 30°C 에서는 $26,300 \text{lux}$ 에서 광합성량이 최고를 나타내었고, 그 이상의 광도에서는 광합성의 감소가 뚜렷하다고 하였다. 이상의 결과는 인삼은 30°C 이상의 고온이 10일 이상 지속되거나 46°C 이상에서 1시간 이상 노출되면 조기낙엽이 발생하고, 이로 인하여 뿌리의 생육이 불량해지며, 동일한 인삼포에서 자라는 묘삼의 경우 같은 이랑에서도 재식 위치에 따라 생육에 차이가 있어서 균일한 묘삼을 생산하기 어렵다고 한 이 등(1982)의 보고와 일치하는 것이다. 한편 이 등(2012)은 유리온실에서 기후 온난화에 대응하여 대기중의 상태(대조)와 탄산가스의 농도를 $750 \sim 800 \text{ppm}$ +기온 2°C 상승(탄산가스+기온 상승구) 처리와 생육을 비교하였다. 그 결과 1년생 인삼 이식 1주일 후인 4월 6일에 탄산가스와 기온 상승구에서 개엽율이 대조구보다 더 높았고, 광합성율은 대조구보다 탄산가스와 기온 상승구에서 높았으나 최종 개엽율과 뿌리의 무게는 차이가 없다고 하였다. 본 시험에서는 탄산가스 농도가 700ppm 까지 상승하면 광합성율도 높아지고 근중도 무거워졌다. 물론 본 시험은 식물공장 형태로 기온을 조절해가며 수행해서 차이가 있을 수도 있다. 특히 3년차 시험에서는 탄산가스 농도를 700ppm 으로 고정하고, 기온은 20 , 25 및 30°C , 광량은 60 , 75 및 $90 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 조정하여 시험을 수행한 결과 기온은 20°C 에서 광량은 $90 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 각각 광합성율이 높고 근중도 무거웠다. 온실상태에서 탄산가스 시비가 근 생장에 효과가 없다면 실용화에 어려움이 따를 수 있다. 그렇지만 본 시험은 3년간에 걸쳐서 3회를 실시하였기 때문에 온습도와 탄산가스 농도 조절이 용이한 폐쇄형 재배시설에서는 본 시험 결과와 같이 탄산가스 시비효과가 있다는 것을 확신할 수 있다. 채소 재배 시에는 탄산가스 시비효과가 좋아서 환기창을 열어놓고도 직경 5cm 정도의 튜브형 덕트에 작은 구멍을 내어 작물의 성장점 부위에 위치시키고 온실을 환기시킬 때도 탄산가스를 시비하며, 우기에 시설 내 습도가 지나치게 높으면 환기창을 열고 난방을 하여 시설 내 습도를 낮추어 준다. 인삼의 비닐하우스 내 시설재배는 이제 초기 단계이기 때문에 채소 등의 작물에 사용되는 기술을 응용할 여지가 매우 많다. 본 연구에서 다루지 못한 내용들은 추후 새로운 연구주제로 선정하여 심도 있는 연구의 수행이 필요하다.

바. 묘삼의 저장방법 연구

(1) 재료 및 방법

지금까지 묘삼의 소요 시기는 묘삼의 이식 시기인 11월이나 3월이었으나 최근 인삼 수경재배 및 새싹 삼 재배 농가가 급증함에 따라 연중 꾸준한 수요가 발생하고 있다. 따라서 묘삼의 장기저장 기술을 개발하기 위하여 다음과 같은 시험을 실시하였다. 1년차에는 묘삼의 저장을 위하여 30mm 두께의 스티로폼 상자를 그림 39의 우측과 같이 눕혀놓은 후 충전물(석비레, 질석, 피트모스, 왕겨분말, 대조)과 묘삼을 3cm 두께로 교호로 층적하여 상자가 가득 차면 상자를 바로 세우고, 윗부분에 상기 충전물을 각각의 처리별로 묘삼의 잠아가 보이지 않도록 채우고 뚜껑을 닫아 테이프로 밀봉한 후 영하 2~3℃의 냉동고에 저장하였다. 저장 후 2개월 간격으로 묘삼을 꺼내어 감모율을 조사하고, 수경재배 베드에 이식하여 재배한 후 생육조사를 하였다. 대조구의 경우 골판지 상자에 비닐을 넣고 묘삼을 채운 후 입구를 각각 밀봉하여 냉동저장고 저장하였다. 2년차에는 석비레의 수분 함량을 포장용수량의 0~60%까지 10% 간격으로 처리하고, 인삼 전용상토와 묘삼을 층적 저장한 것, 물에 묘삼을 담아 얼렸다 녹인 것, 골판지 상자에 묘삼을 담은 후 입구를 밀봉한 것 등을 추가하여 총 10종의 처리를 하였다. 3년차에는 2년차에 저장성이 좋았던 상토를 이용하여 층적저장 전에 묘삼을 플라즈마 살균수로 세척하여 물기를 말린 후 냉동저장하는 방법과 비닐에 담은 묘삼을 골판지상자에 넣고 밀봉 저장하는 관행, 그리고 관행에 더하여 묘삼을 플라즈마 살균수로 세척하여 넣은 것 등 3처리를 두었다.



<상자에 담는 방법> <스티로폼 상자에 층적저장> <플라즈마 이온수 제조기>

그림 39. 묘삼의 층적저장 방법 및 플라즈마 이온수 제조기.

(2) 결과 및 고찰

(가) 1년차

저장 2개월 후의 감모율(생체중의 감소가 아닌 사용 불가능한 뿌리 수임, 그림 40)은 석비레와 질석을 층적한 처리에서 2% 미만으로 낮았으며, 관행 냉동저장과 왕겨분말을 이용한 저장 방법 간에는 큰 차이 없이 타 처리에 비해 높았다.

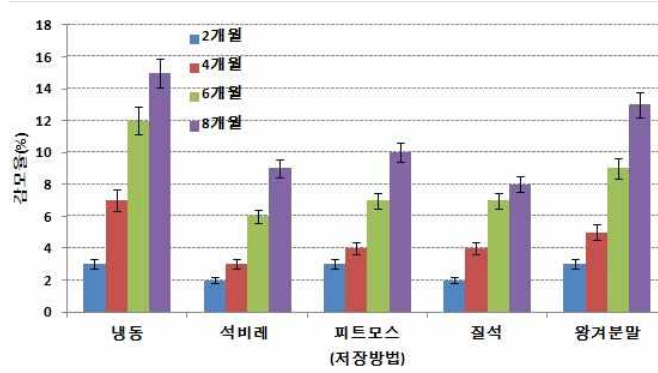


그림 40. 묘삼 저장 방법별 감모율 차이.

※ 저장기간 : 1. 1~8. 31

표 52. 묘삼 저장 방법 및 기간에 따른 이식 후의 생육 차이

저장방법	저장기간 (개월)	지상부				지하부			출아율 (%)
		초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	
냉동저장 (관행)	2	13.2	6.3	3.3	2.1	16.8	7.4	3.8	93
	4	11.4	6.2	3.2	2.0	16.5	7.9	3.1	84
	6	9.2	5.8	3.0	2.0	14.3	7.0	2.7	63
	8	7.4	5.5	2.8	1.8	11.3	6.2	2.5	52
평균		10.30	6.0	3.08	2.0	14.73	7.13	3.03	73.00
석비레 충전	2	13.3	6.3	3.3	2.0	16.6	8.0	4.3	92
	4	13.2	6.2	3.2	2.3	16.4	8.4	3.9	91
	6	13.0	6.4	2.9	2.2	16.2	8.2	4.2	90
	8	12.6	6.0	2.7	1.9	14.8	8.0	3.8	88
평균		13.03	6.23	3.03	2.10	16.00	8.15	4.05	90.25
피트모스 충전	2	13.3	6.0	3.2	2.1	15.8	7.6	3.9	92
	4	12.1	5.8	2.8	2.0	15.1	7.4	3.3	86
	6	11.0	5.2	2.7	1.8	14.4	6.8	3.2	84
	8	10.4	5.0	2.4	1.9	13.2	5.7	3.3	79
평균		11.70	5.50	2.78	2.0	14.63	6.88	3.43	85.25
질석충전	2	13.2	6.2	3.3	2.1	16.2	7.9	4.1	91
	4	12.8	6.0	2.9	1.9	16.0	7.6	3.6	88
	6	12.6	5.8	2.7	1.8	15.7	7.1	3.8	86
	8	12.3	6.1	2.8	1.8	14.9	6.0	3.5	81
평균		12.73	6.03	2.93	1.90	15.70	7.15	3.75	86.50
왕겨분말 충전	2	13.2	6.1	3.2	2.0	15.6	7.5	3.7	90
	4	12.0	5.8	3.0	1.8	14.8	7.1	3.6	84
	6	10.4	6.0	2.8	1.9	13.8	6.4	3.1	81
	8	9.2	5.5	2.3	1.7	12.9	5.3	3.0	76
평균		11.20	5.85	2.83	1.85	14.3	6.58	3.35	82.75
저장방법		**	*	NS	NS	**	**	*	***
저장기간		***	*	*	NS	***	**	***	***
저장방법×기간		**	*	NS	NS	*	***	***	***

※ 저장기간 : 1. 1~8. 31, 이식 및 수확일 : 이식; 3, 5, 7, 9월 1일, 수확; 3, 5, 7월 이식 묘삼은 90일 후, 9월 이식 묘삼은 55일 후에 수확.

그 후 4~8개월 사이의 감모율도 2개월 저장 후와 비슷한 양상으로 변화하였으나, 저장기간이

경과할수록 왕겨분말에 비하여 관행 저장의 감모율이 높아졌고, 석비레와 질석에서의 감모율이 낮았다.

2개월 간격으로 저장고에서 꺼낸 묘삼을 수경재배 베드에 이식하여 재배한 결과 스티로폼 박스에 묘삼과 석비레, 질석, 피트모스, 왕겨분말을 교호로 층적 저장한 처리의 순으로 지상부와 지하부의 생육 및 출아율이 좋았으며, 냉동 저장한 관행에서의 생육 및 출아율이 가장 낮았다(표 52).

(나) 2년차

석비레에 물을 포장용수량의 10~60까지 첨가한 경우 감모율은 3.5% 이하였고, 수분을 가하지 않은 건조 석비레는 68%, 물에 묘삼을 얼리면 100%, 스티로폼 상자에 묘삼만 넣어 저장하면 73.5%의 감모율을 각각 나타내었다. 인삼 육묘용 상토에 저장할 시의 감모율은 1%로 매우 낮았다(그림 41).

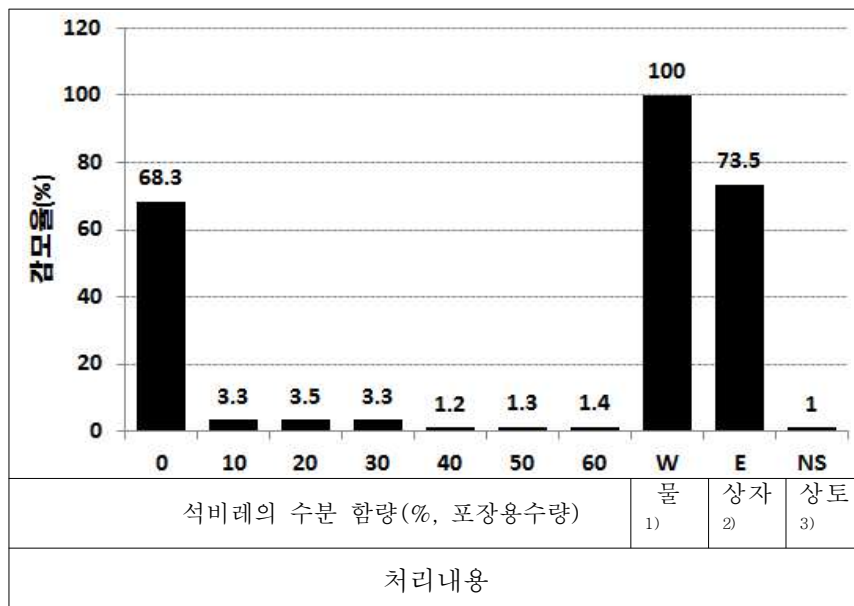


그림 41. 저장 10개월 후 저장 방법별 묘삼의 감모율

- 1) 스티로폼 상자에 묘삼을 넣고 물을 채워 얼린 것.
- 2) 스티로폼 상자에 묘삼만 넣어 저장한 것.
- 3) 스티로폼 상자에 묘삼과 상토를 교호로 쌓아 저장한 것

저장 후 묘삼의 출아율은 석비레에 물을 10~60까지 첨가한 경우 81.3~88.4% 범위였고, 스티로폼 상자에 인삼 육묘용 상토를 넣어 저장하면 96.3%의 높은 출아율을 보였다. 그러나 스티로폼 상자에 물과 묘삼을 넣고 얼려서 저장한 경우는 뿌리 조직이 완전히 와해되어 이식이 불가능하였고, 완전 건조한 석비레를 넣거나 스티로폼 상자에 묘삼만 넣어 저장하면 저장 후 출아율은 11~21% 수준으로 매우 낮았다(그림 42).

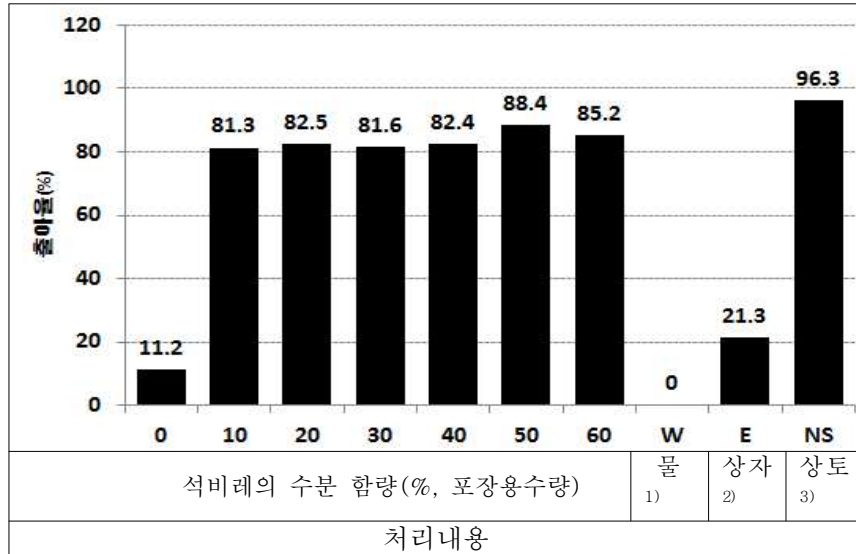


그림 42. 저장 방법별 저장 후 묘삼의 출아율

- 1) 스티로폼 상자에 묘삼을 넣고 물을 채워 열린 것.
- 2) 스티로폼 상자에 묘삼만 넣어 저장한 것.
- 3) 스티로폼 상자에 묘삼과 상토를 교호로 쌓아 저장한 것

(다) 3년차

3년차에는 1, 2년차 시험에서 저장성이 좋은 처리만 골라서 저장시험을 실시하였다. 처리별 저장기간에 따른 묘삼의 감모율을 보면, 저장 후 2개월 경과 시에는 1~4% 범위로 그다지 높지 않았으나 10개월 경과 시에는 12~24% 범위로 상당히 높았다. 처리별 감모율은 관행에서 24%로 가장 높았고, 플라즈마 살균수로 세척 후 상토와 교호로 층적 저장한 경우는 4%로 가장 낮았다(표 53).

표 53. 묘삼의 저장 방법별 저장기간에 따른 감모율 변화

처 리	경과월수에 따른 감모율 (%)				
	2개월	4개월	6개월	8개월	10개월
관 행 ¹⁾	4a ⁴⁾	8a	14a	18a	24a
플라즈마+상토 ²⁾	1c	2c	2c	3c	4c
플라즈마+관행 ³⁾	2b	4b	8b	10b	12b

- 1) 묘삼이 담긴 비닐봉지를 골판지 상자에 넣고, 비닐과 골판지 상자를 각각 밀봉하여 저장
- 2) 플라즈마 살균수에 묘삼을 세척한 후 스티로폼 용기에 세척한 묘삼과 상토를 교호로 층적후 용기 밀봉
- 3) 플라즈마 살균수에 묘삼을 세척한 후 관행의 방법으로 묘삼 저장
- 4) DMRT .05

묘삼의 저장기간에 따른 이식 후 출아율(표 54)은 2개월 저장 시에는 96% 이상으로 매우 높았으나 10개월 경과 시에는 관행에서 69%로 매우 낮았고, 플라즈마 살균수로 세척 후 상토와 교호로 층적저장한 경우에 86%로 가장 높았다.

표 54. 묘삼의 저장 방법별 저장기간에 따른 출아율

처 리	경과월수에 따른 출아율 (%)				
	2개월	4개월	6개월	8개월	10개월
관 행 ¹⁾	96a ⁴⁾	87b	84b	78c	69c
플라즈마수+상토 ²⁾	98a	94a	93a	91a	86a
플라즈마수+관행 ³⁾	98a	96a	89a	87b	79b

- 1) 묘삼이 담긴 비닐봉지를 골판지 상자에 넣고, 비닐과 골판지 상자를 각각 밀봉하여 저장
- 2) 플라즈마 살균수에 묘삼을 세척한 후 스티로폼 용기에 세척한 묘삼과 상토를 교호로 층적후 용기 밀봉
- 3) 플라즈마 살균수에 묘삼을 세척한 후 관행의 방법으로 묘삼 저장
- 4) DMRT .05

농촌진흥청(2013)에서는 스티로폼 상자에 묘삼을 석비레와 교호로 층적하여 영하 2~4℃ 내외의 냉동저장고에 보관하는 것을 권장하고 있다. 본 시험에서는 농진청의 권장 방법과 인삼 육묘용 상토를 이용하여 스티로폼 박스에 교호로 층적하여 저장하는 방법 등 여러 가지 방법에 대한 저장성을 검토하였다. 1차 시험에서는 스티로폼 박스에 버미클라이트를 인삼과 교호로 층적하여 저장한 것이 석비레와 비슷하게 다른 처리에 비해 감모율(사용할 수 없는 묘삼의 주수이며, 무게의 감소량이 아님)이 적었다. 2차 시험에서는 석비레의 포장용수량에 대한 수분 함량을 0~60%까지 7개 처리를 두었고, 인삼 전용상토와 묘삼을 스티로폼 박스에 교호로 층적한 처리 등을 하였는데, 석비레와 상토를 묘삼과 교호로 층적 저장한 처리에서의 감모율이 3% 이내로 그 효과가 매우 좋았다. 3년차에는 플라즈마 살균수로 묘삼을 세척한 후 표면에 묻은 수분이 마른 후 상토와 층적 저장한 처리에서 저장 10개월 후 4%의 감모율을 보여 그 효과가 매우 우수했다. 묘삼 저장 시 석비레를 사용하는 것은 효과가 매우 좋으나 무게가 무겁기 때문에 작업이 어렵다. 그러나 상토는 무게가 가볍기 때문에 작업이 쉬워서 좋다. 사용자에게 따라 다르겠지만 인삼 전용상토는 묘삼의 저장 매질로서 석비레를 대체할 수 있는 훌륭한 자재라고 생각된다.

사. 인삼 공정육묘 표준시설 제시

(1) 비닐하우스의 환경조절 방법에 따른 묘삼의 생육

(가) 재료 및 방법

본 시험은 2016년 3월부터 10월까지(1년차) 폭, 측고 및 동고가 각각 7, 1.4 및 3.3m인 단동 비닐하우스에서 수행되었다. 시험에 사용한 시설의 환경조절 방법은 비닐하우스의 비닐 외면에 90% 치광망을 설치한 관행, 비닐하우스의 양쪽에 환기팬, 내부에는 송풍팬을 각각 설치한 환경조절 1형(차광망+환기팬+송풍팬) 및 환경조절 1형의 비닐하우스에 추가로 포그 시스템을

설치한 환경조절 2형(차광망+환기팬+송풍팬+포그시스템) 등 3종으로 하였다(그림 43). 비닐 하우스의 환경은 그림 44와 같은 방법으로 조절하였다. 환기팬과 송풍팬은 기온이 30℃ 이상 올라가면 작동하였고, 포그시스템은 기온이 33℃ 이상 상승 시 1분간 작동하고 10분간 정지 후 기온이 떨어지지 않으면 다시 작동하게 하였다. 하우스 내 토양에 1m 폭의 이랑을 만들고 재래종 인삼 종자를 4월 15일에 파종하여 10월 25일 수확 후 생육조사를 하였다. 관수는 10 cm 간격으로 물의 토출구가 있는 점적테이프를 15cm 간격으로 설치하여 달관관수 하였다.

하우스 내 지면으로부터 2m 상부에 온습도계를 설치하여 시설 내 온습도를 측정하였으며, 관행과 환경조절 2형과의 온습도 차이를 산출하였다.



그림 43. 본 시험에 이용한 단동 비닐하우스.

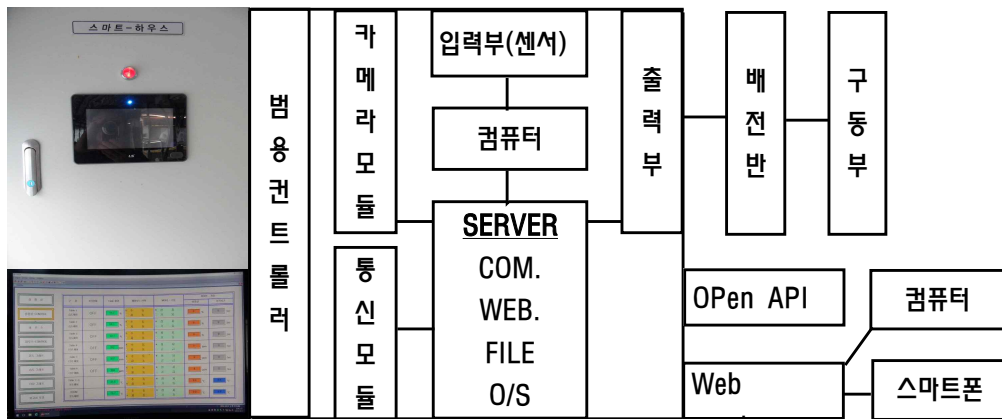


그림 44. 단동 비닐하우스의 환경조절 개략도

(나) 결과 및 고찰

관행, 환경조절 1, 2형의 시설 내 기온을 보면(그림 45), 관행의 경우 오후 2시 경 36℃ 가까이 상승하였고, 환경조절 1형은 33℃, 환경조절 2형은 31.5℃ 정도로 온도 하강을 위한 장치가 많이 부착된 시설의 기온이 더 낮았다. 관행과 환경조절 2형의 기온차이는 표 55에 나타내었다. 골조에 비닐과 차광망만 씌운 관행과 관행 하우스에 환기팬, 송풍팬 및 포그시스템을 설치한 환경조절 2형 간의 월평균 기온 차는 2.3~4.5℃ 범위로 환경조절 2형의 기온이 관행에 비해 낮아 인삼재배 적온에 근접한 기온을 나타내었다.

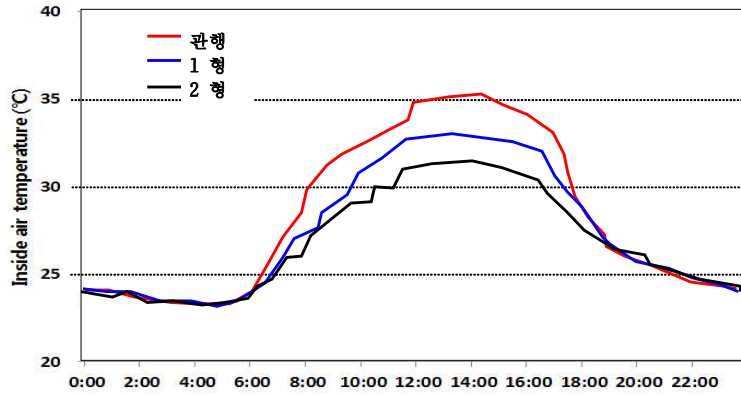


그림 45. 환경조절 방법별 시설 내 7월 평균 최고기온의 일변화(지상 2m)

표 55. 관행과 환경조절 2형 단동 비닐하우스의 월 평균 기온의 최대 차이

월 별	3	4	5	6	7	8	9	10
차이 (°C)	-2.8	-2.8	-4.2	-4.1	-4.5	-3.2	-2.8	-2.3

※ 측정 위치; 단동 비닐하우스 중앙의 지면으로부터 2m 높이.

습도의 경우는 기온과 반대의 경향을 나타내었으며(그림 46), 관행과 환경조절 2형과의 상대습도 차이는 표 56에 나타내었다. 처리별 상대습도의 차이는 그다지 크지 않았는데, 야간에는 시설 내 기온을 낮추기 위해 측면 차광망을 열어두었기 때문인 것으로 생각된다.

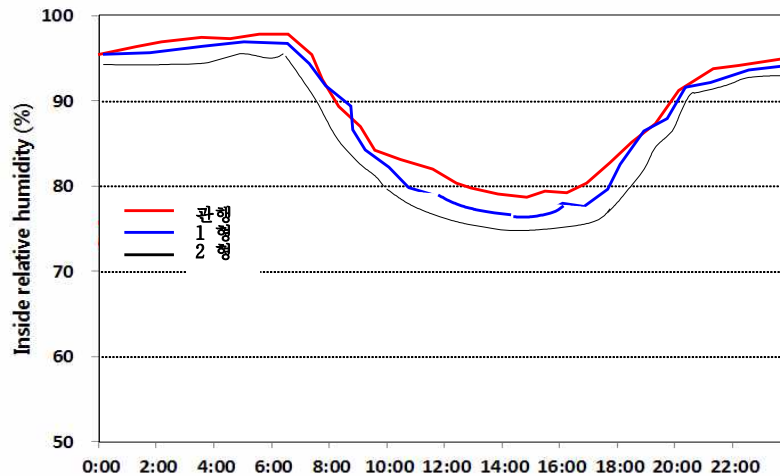


그림. 46. 단동 비닐하우스의 7월 평균 상대습도의 일변화.

측정 위치; 단동 비닐하우스 중앙의 지면으로부터 2m 높이.

표 56. 관행과 환경조절 2형 단동 비닐하우스의 월 평균 상대습도의 최대 차이

월 별	3	4	5	6	7	8	9	10
차이 (%)	5.4	4.6	4.3	3.9	3.6	3.8	4.1	4.9

※ 측정 위치; 단동 비닐하우스 중앙의 지면으로부터 2m 높이.

묘삼의 근장은 환경조절 2형의 하우스에서 15.2cm로 가장 길었고, 근경은 3.8 및 3.9mm, 근중은 0.79 및 0.81g으로 환경조절 1, 2형에서 관행보다 크거나 무거웠다. 적변의 발생율은 3 처리 모두 1% 미만이었으며, 모잘록병과 뿌리썩음 증상은 나타나지 않았다(표 57, 그림 47).

표 57. 단동 비닐하우스의 환경조절 방법이 묘삼의 생육에 미치는 영향

처리내용	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
관행	13.2b ¹⁾	3.4b	0.74b	1a	0a	0a
환경조절 1	13.6b	3.8a	0.79a	1a	0a	0a
환경조절 2	15.2a	3.9a	0.81a	1a	0a	0a

1) DMRT .05

2) 적변 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 15, 수확일 10. 25., 재배방법; 하우스 내 토양재배.



그림 47. 비닐하우스의 환경조절에 따른 묘삼의 생육. (좌): 관행, (중):환경조절 1형, (우): 환경조절 3형

(2) 인삼 육묘에 적합한 비닐하우스의 규격 및 시설 내 환경 조사

인삼 육묘용 비닐하우스의 표준규격 설정을 위하여 인삼 재배용 단동 비닐하우스를 소유한 농업인 47명에게 현재 하우스의 측고와 폭, 그리고 그들이 바라는 단동 비닐하우스의 측고와 폭에 대한 설문조사를 실시하였다. 연동 비닐하우스의 경우는 농업인 37명에게 현재 가지고

있는 비닐하우스의 측고 및 중방 높이와 개선을 요구하는 측고와 중방의 높이를 조사하여 그 결과를 표 58에 나타내었다.

농가에서 인삼 재배용으로 소유하고 있는 단동 비닐하우스 폭은 7m 33%, 6m 23% 및 5.8m 19%의 순이었으나, 응답자의 81%는 7m의 폭을 원했고, 8m 이상의 폭을 원하는 농업인도 15%나 되었다. 대부분의 인삼 시설재배 농업인이 7m의 비닐하우스 폭을 원하는 것은 1동당 4개의 이랑을 설치하기 위해서라는 응답이 대부분이었다. 농가가 소유한 단동 비닐하우스의 측고는 1.4m 이하가 26%로 가장 많았고, 1.5m는 18%, 1.3과 1.6m는 15%씩을 각각 나타내었다. 측고의 개선을 요구하는 응답자 중 59%는 2.0m 이상을, 32%는 1.8m를, 그리고 9%는 1.7m를 각각 선호하였다. 농업인이 기존에 비하여 높은 측고를 원하는 이유는 농작업의 원활한 기계화를 위해서 라는 응답이 대부분을 차지했다.

표 58. 인삼 재배 농업인이 소유한 단동 비닐하우스의 현재 규격과 개선을 요하는 규격

하우스 폭 및 측고 (m)		현재		개선요구	
		응답자 수 (명)	응답비율 (%)	응답자 수 (명)	응답비율 (%)
하우스 폭	5.8	9	19	-	-
	6.0	11	23	2	4
	6.5	7	15	-	-
	7.0	16	33	38	81
	8.0 이상	4	9	7	15
측 고	1.2	3	6	-	-
	1.3	7	15	-	-
	1.4	12	26	-	-
	1.5	9	18	-	-
	1.6	7	15	-	-
	1.7	6	3	4	9
	1.8	2	4	15	32
	2.0 이상	1	2	28	59

※ 조사농가 수 : 47개 단동 비닐하우스 인삼재배 농가.

연동 비닐하우스의 경우(표 59)를 보면, 농업인 소유의 비닐하우스 폭은 7m가 67.6%로 가장 많았고, 8m 이상은 18.9%였다. 중방의 높이는 2~2.5m 범위 46%, 1.5~2m는 37.8%로 이들이 대부분을 차지하였고, 2.5m 이상은 16.2%였다. 연동 비닐하우스에서 인삼 수경재배를 하는 경우 다단재배를 하므로 육묘의 경우도 다단 육묘를 고려할 때 수경 농가의 조사 결과를 이용해도 큰 문제는 없을 것으로 생각되었다. 반면에 개선을 요구하는 연동 비닐하우스의 폭을

살펴보면 응답자의 64.9%는 8m의 폭을 원했고, 21.6%와 10.8%는 8m 이상과 7m가 각각 좋다고 하였다. 토양육묘와 달리 연동 비닐하우스에서 인삼을 수경재배 하거나 공정육묘를 하려면 폭이 7m인 경우 1m폭의 베드를 3줄밖에 설치할 수 없으나, 8m의 경우는 4줄의 베드 설치가 가능하여 토지이용률을 높일 수 있다. 농업인이 소유한 연동 비닐하우스의 중방 높이를 보면, 응답자의 35.2%가 3.5m 이상의 중방 높이를 원했고, 3~3.5m 및 2.5~3m가 좋다고 응답한 비율은 27 및 21.6%였다. 인삼의 수경재배 뿐 아니라 공정육묘도 다단재배를 할 수 있으므로 응답자는 중방이 높은 것을 원하고, 여름철 고온 회피를 위해서도 중방의 높이가 높은 하우스를 선호하고 있었다.

표 59. 인삼 수경재배 농업인이 소유한 연동 비닐하우스의 현재 규격과 개선을 요하는 규격

하우스 폭 및 중방 높이		현재		개선요구	
		응답자 수 (명)	응답비율 (%)	응답자 수 (명)	응답비율 (%)
하우스 폭 (m)	6	1	2.7	1	2.7
	7	25	67.6	4	10.8
	8	4	10.8	24	64.9
	8 이상	7	18.9	8	21.6
중방 높이 (m)	1.5~2.0	14	37.8	-	-
	2.0~2.5	17	46.0	6	16.2
	2.5~3.0	4	10.8	8	21.6
	3.0~3.5	1	2.7	10	27.0
	3.5 이상	1	2.7	13	35.2

※ 조사농가 수 : 37개 인삼 수경재배 농가.

(1) 단동과 연동 하우스에서의 경사 및 평면베드 재배 효과 구명

(가) 경사베드 재배

1) 재료 및 방법

2년차에는 1년차에 시험한 측고 1.4m의 단동 비닐하우스와 2년차에 신축한 측고 4.5m인 벤로형 연동 비닐하우스의 1년차에 제시한 환경조절 2형에서 묘삼의 경사베드와 평면베드 재배 시 생육 양상과 두 시설 간의 환경조건을 비교하였다. 단동과 연동 하우스의 모습과 그 안에 설치한 경사재배 프레임은 그림 48 및 49와 같다. 한편 1년차 설문조사 결과를 반영하여 단동하우스보다 재배환경 조절이 쉬운 벤로형 연동하우스를 신축하였다. 단동과 연동 하우스는 1년차 설문조사 결과와 유사한 규격의 농림축산식품부 고시(2014. 7. 24) 내재해형 07-단동-3과 08-연동-1(2 스펀 벤로형)을 채용하였다. 이들 시설에서 재래종 인삼 종자를 4월 1일 파종하여 10월 15일까지 경사재배와 평면 다단재배를 하여 묘삼의 생육 및 시설 내 온습도 등 환경 조사를 하였다.

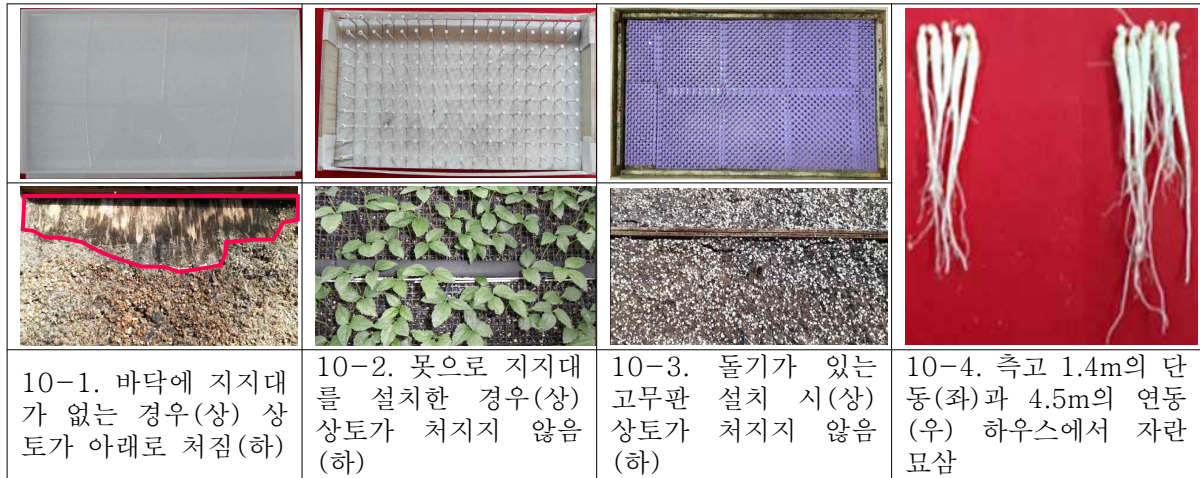


그림 48. 상토가 아래쪽으로 처지는 것을 방지하기 위해 베드 저면에 지지대를 설치한 모습

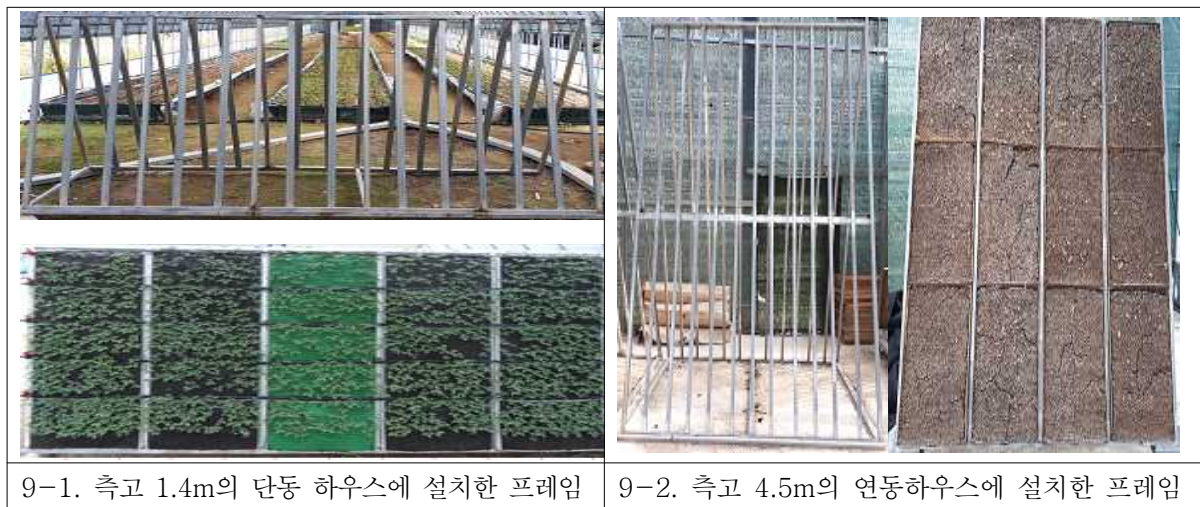


그림 49. 단동과 연동 하우스에 설치한 경사재배용 프레임

- 그림 9-1 : 단동 하우스에 설치한 경사재배 프레임(상) 및 파종상을 부착하여 묘삼이 자라는 모습(하)
- 그림 9-2 : 연동 하우스에 설치한 경사재배 프레임(좌) 및 프레임에 상토를 채운 파종상을 부착한 모습(우)
- 단동 및 연동 하우스에 설치한 경사재배 프레임의 규격
 - 단동 : 폭 3.6m, 높이 1.5m, 연동 : 폭 3.6m, 높이 3.2m.

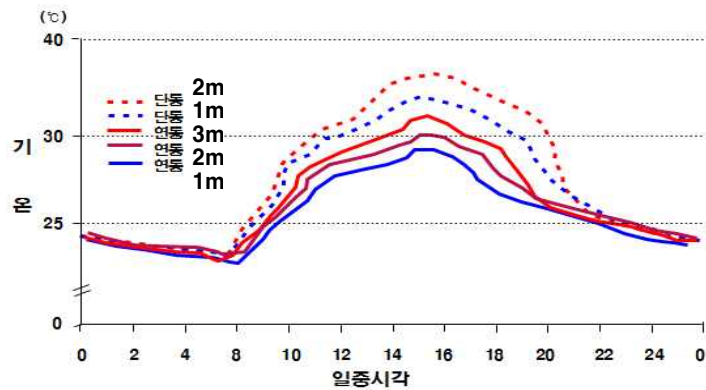
2) 결과 및 고찰

단동에 비해 연동의 경우 하우스 폭 1m, 측고 3.1m, 동고 2.4m씩 각각 넓거나 높아서 고온 기 기온 상승을 억제하는 효과가 컸다. 측면 환기는 단동 1m 1단, 연동 1.5m 2단이고, 곡부 환기 시설은 단동에는 없는 반면, 연동에는 양쪽 가장자리 동을 제외한 모든 동에 4개(2 스펀 벤로형)의 곡부 환기시설이 있어서 단동에 비해 환기효율이 매우 높았다. 설계 강도에 있어서 적설심과 풍속은 두 시설 간에 큰 차이가 없었다(표 60).

표 60. 단동과 연동하우스의 규격 및 설계강도

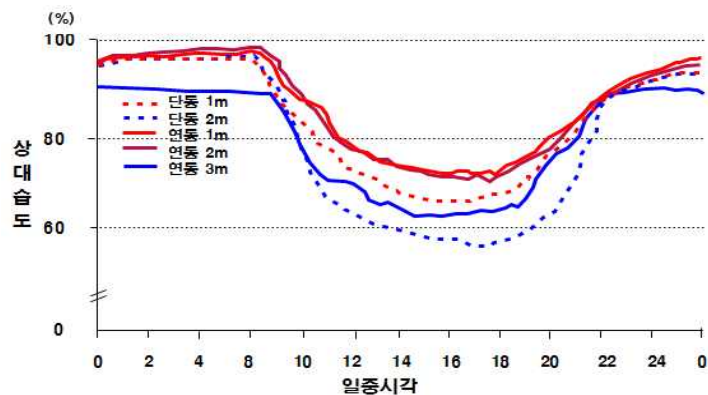
하우스 형태	규격			환기시설		내부스크린	설계강도	
	폭 (m)	측고 (m)	동고 (m)	측면환기	곡부환기		적설심 (cm)	풍속 (m/sec.)
단동	7	1.4	3.3	1m 1단	없음	없음	57	36
연동	8	4.5	5.7	1.5m 2단	동당 4개	있음	50	36

단동과 연동 비닐하우스의 월 최고 기온의 일변화를 보면(그림 50) 단동하우스 지상 2m 지점의 기온은 36.7℃까지 상승하였고, 1m 지점은 33.8℃까지 상승하였다. 특히 3단 베드가 위치한 2m 지점의 기온은 인삼이 고온장해를 받을 정도로 매우 높았다. 그러나 연동 하우스의 기온은 지상 1m 지점은 28.3℃, 3m 지점은 31.2℃로 고온장해 없이 인삼이 자랄 수 있는 조건이었다. 대체적으로 연동 하우스에서는 고온장해 없이 인삼이 자랄 수 있는 온도 범위를 나타내었다.



<그림 50> 월 최고 기온의 일 변화(2017년 8월)

습도의 변화를 살펴보면(그림 51) 단동 하우스의 경우 지상 2m 지점의 습도는 오후에 60% 이하로, 1m 지점은 67% 이하로 각각 떨어졌다. 연동의 경우는 지상 3m 지점에서 오후에 60% 이하로 떨어졌을 뿐 1m와 2m 지점은 70% 이상을 나타내었다.



<그림 51> 월평균 상대습도 일 변화(2017년 8월)

묘삼의 생육조사는 전수조사를 하였다. 초장은 연동에 비해 단동에서 다소 길었으나 엽장 및 엽폭은 큰 차이가 없었다. 연동에서 단동 하우스에 비해 근장은 1.9cm 길었으며, 근중은 0.93g/주로 단동의 0.78g에 비해 0.15g (19%)이나 무거웠다(표 61).

표 61. 단동과 연동하우스의 경사베드에서 자란 묘삼의 생육

하우스 형태	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)
단 동	7.2a ¹⁾	3.1a	1.6a	13.7b	3.7a	0.78b
연 동	6.3b	3.3a	1.8a	15.6a	3.8a	0.93a

1) DMRT .05.

※ 상토 : S 사의 시판상토 이용. 파종일 4. 1, 수확일 10. 25.

※ 각 처리 공히 파종 간격은 3×3cm 간격임

(나) 평면베드 재배

1) 재료 및 방법

단동 하우스에 설치한 다단베드는 샌드위치 패널을 이용하여 제작하였으며, 연동에서는 저면에 철제 파관을 깔고 베드의 옆 부분 안쪽에 비닐을 대고, 그 바깥쪽으로 바닥과 측면에 부직포를 씌웠다. 각 단별 베드의 간격(상단과 하단 베드 사이의 간격)은 65cm이었다. 최상단을 제외한 베드에는 광 조사를 위하여 베드마다 2 줄의 형광등을 설치하였다. 단동과 연동 하우스에서 자란 묘의 상태는 그림 52, 53과 표 59에 각각 나타내었다.

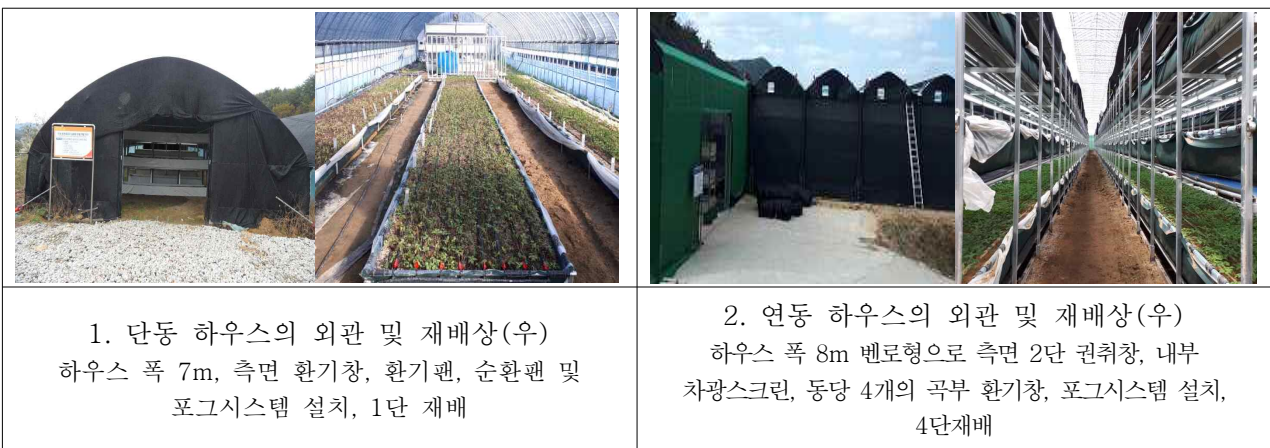


그림 52. 단동 및 연동 하우스의 외관 및 내부 베드에서의 인삼 생육 모습



그림 53. 단동과 연동 하우스 다단 베드의 형태 및 묘삼의 생육

2) 결과 및 고찰

단동 하우스에서는 2단의 생육이 가장 좋고 3단의 생육이 나빴다. 3단의 생육이 나쁜 것은 1~2단에 비하여 3단 부위의 기온이 36℃ 이상 상승하여(그림 50) 생육이 억제되었기 때문으로 생각된다. 연동 하우스에서는 4단의 생육이 가장 좋았는데, 1~3단의 경우 자연광이 차단되어 형광등으로 보광을 했음에도 불구하고 광 포화점에 도달하지 못하여($35 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) 생육이 저조했던 것으로 보인다(표 62).

표 62. 단동과 연동 하우스의 다단베드에서 재배한 묘삼의 생육

하우스 형태	베드단수	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (cm)	적변삼 ²⁾	모잘록병 ³⁾	뿌리썩음 ⁴⁾
단동	1단	15.8c ¹⁾	3.9a	0.83bc	0b	0a	0a
	2단	17.2a	4.1a	0.86b	0b	0a	0a
	3단	16.1c	3.8a	0.68c	0b	0a	0a
연동	1단	16.4bc	3.9a	0.81bc	0b	0a	0a
	2단	16.2bc	4.1a	0.84bc	0b	0a	0a
	3단	16.8b	3.9a	0.86b	0b	0a	0a
	4단	17.3a	3.9a	0.92a	0b	0a	0a

1) DMRT .05

2) 적변 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

3) 모잘록병: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

4) 뿌리썩음: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

※ 파종일 4. 1, 수확일 10. 25.

라. 표준 시설의 제시

(1) 재료 및 방법

3년차 시험에서는 묘삼 재배 유형별 적정 시설을 제시하기 위하여 폭 7m, 측고가 1.4 및 2.0m(12-단동-1형)인 2종의 단동 및 폭 8m, 측고 4.5m인 벤로형 연동 비닐하우스에서 수

행하였다. 2종의 단동 비닐하우스는 1, 2년차와 같이 관행, 환경조절 1형 및 2형의 처리를 두었고, 연동 하우스는 환경조절 2형밖에 없어서 이것만 시험에 이용하였다. 본 시험은 베드 높이별 생육양상을 조사하기 쉬운 경사육묘 시설을 설치하여 수행하였는데, 경사육묘상에 상토는 4cm 두께로 채우고, 10cm 간격으로 토출구가 나 있는 점적테이프를 50cm 간격으로 설치하여 관수를 하였다. 개갑된 재래종 인삼 종자를 3월 15일에 파종하여 10월 25일 수확 후 생육, 생리장해 및 병 발생 정도 등을 조사하였다. 각 시설은 지상으로부터 1, 2m 상부에 온도 기록계를 설치하여 시설의 형태 및 환경조절 유형에 따른 기온을 조사하였다.

(2) 결과 및 고찰

시설 내외 기온을 살펴보면(표 63) 외기의 평균 최고기온은 7월에 37.1℃로 다른 달에 비하여 높았으며, 시설 내 기온도 외기온과 같은 경향으로 변화하였다. 4월의 경우 측고 1.4m인 단동하우스에서 환경조절 방법과 관계없이 29℃ 이상을 나타내어 타 처리에 비하여 높았다. 그러나 연동 2형과 측고 2m인 단동 관행 및 환경조절 1 및 2형은 26~27℃ 범위로 타 처리에 비하여 낮았다. 측고 1.4m인 단동하우스의 모든 환경조절 방법과, 측고 2m인 단동하우스는 관행과 환경조절 1형에서 5월부터 9월까지 30~36.3℃ 범위로 인삼 재배에 부적합한 기온 분포를 나타내었다. 5월부터 8월까지의 단동과 연동의 환경조절 2형의 경우만 30℃ 이내의 기온 분포를 나타내어 이들의 경우만 2m 높이까지 다단베드 또는 경사베드 재배가 가능 시되었다. 측고 1.4m인 단동 비닐하우스의 경우 높이 1m에 비해 2m 부위의 기온은 1.3℃ 정도 높았으며, 측고 2m인 단동과 4.5m인 연동하우스는 1℃ 내외의 차이를 보여 측고가 높을수록 그 편차가 작았다. 단동의 경우 측고, 환경조절형, 지면으로부터의 높이를 세세구배치하여 통계분석해야 하지만 연동의 경우 환경조절 2형밖에 없어서 전체를 DMRT로 분석하였다.

표 64는 비닐하우스의 형태 및 환경조절 방법별 지면으로부터 1~2m 범위의 경사베드에서 자란 묘삼의 생육을 나타낸 것이다. 묘삼의 근장은 측고 2m인 단동 환경조절 1형 및 2형과 측고 4.5m인 연동 환경조절 2형에서 15.6, 15.8 및 16.2cm로 타 처리에 비해 길었으며, 근중 또한 이들 처리에서 0.80g 이상으로 무거웠다. 근경은 측고 2m인 단동 및 4.5m인 연동의 환경조절 2형에서 5mm 내외로 타 처리에 비하여 컸다. 모든 처리에서 적변삼과 모잘록병은 1% 미만이 발생하였으며, 뿌리썩음병은 발생하지 않았다. 높이 0~1m 사이의 근중은 1~2m 사이의 근중보다 3~7% 정도 무거웠다.

이와 같은 결과를 종합해보면 측고 1.4m인 단동 비닐하우스는 환경조절 방법과 상관없이 기온이 높기 때문에 지면에 토양재배를 하거나 1단 베드 재배만 하는 것이 바람직한 것으로 생각되었다. 측고가 2m인 단동의 경우 환경조절 1, 2형에서 2m 높이까지 베드를 설치해도

표 63. 묘삼 재배기간 중 비닐하우스 형태별 지면으로부터 1, 2m 높이의 월 평균 최고 기온

비닐하우스 형태 및 환경조절 ¹⁾	높이 (m)	월 평균 최고 기온(°C)					
		4	5	6	7	8	9
측고 1.4 m 단동 관행	1	28.3	32.1	33.9	35.4	34.4	31.9
	2	30.1	33.4	34.9	36.3	35.3	32.8
측고 1.4 m 단동 1형	1	28.8	31.2	33.4	34.2	33.9	30.5
	2	29.9	33.0	34.5	35.1	34.8	31.4
측고 1.4 m 단동 2형	1	28.4	31.8	33.2	33.6	33.5	29.1
	2	29.3	32.6	34.1	34.7	34.4	30.0
측고 2.0m 단동 관행	1	26.9	30.6	32.4	32.6	32.8	28.4
	2	27.8	31.8	33.9	34.3	33.9	29.6
측고 2.0m 단동 1형	1	26.2	30.1	31.2	32.8	31.0	28.1
	2	27.3	31.2	32.3	33.9	32.3	29.2
측고 2.0m 단동 2형	1	25.4	29.1	29.3	30.5	29.0	27.1
	2	26.8	30.6	30.9	31.6	30.1	28.4
측고 4.5m 연동 2형	1	25.2	26.0	27.2	28.1	27.7	26.1
	2	26.3	27.1	28.4	29.2	28.6	27.2
외 기 온	1	29.3	33.8	34.0	36.1	35.3	33.6
	2	30.2	34.9	35.1	37.1	36.4	34.8

1) 관행; 비닐+차광망, 1형; 비닐+차광망+환기팬+송풍팬, 2형; 비닐+차광망+환기팬+송풍팬+포그시스템

표 64. 비닐하우스 형태별 지면으로부터 높이별 경사베드에서 자란 묘삼의 생육

비닐하우스 형태 및 환경조절 ¹⁾	높이 (m)	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	적변삼 ³⁾	모잘록병 ⁴⁾	뿌리썩음 ⁵⁾
측고 1.4 m 단동 관행	1	13.9 ²⁾	3.5c	0.48e	1a	1a	0a
	2	13.8c	3.4c	0.46e	1a	1a	0a
측고 1.4 m 단동 1형	1	14.8b	3.7c	0.55d	1a	1a	0a
	2	14.9b	3.6c	0.54d	1a	1a	0a
측고 1.4 m 단동 2형	1	15.1b	4.1b	0.69c	1a	1a	0a
	2	14.8b	3.9b	0.68c	1a	1a	0a
측고 2.0m 단동 관행	1	15.1b	4.0b	0.78b	1a	1a	0a
	2	14.9b	3.9b	0.76b	1a	1a	0a
측고 2.0m 단동 1형	1	15.7a	4.3b	0.83a	1a	1a	0a
	2	15.6a	4.2b	0.80a	1a	1a	0a
측고 2.0m 단동 2형	1	15.9a	5.0a	0.85a	1a	1a	0a
	2	15.8a	4.9a	0.83a	1a	1a	0a
측고 4.5m 연동 2형	1	16.5a	5.2a	0.91a	1a	1a	0a
	2	16.2a	5.1a	0.88a	1a	1a	0a

1) 관행; 비닐+차광망, 1형; 비닐+차광망+환기팬+송풍팬, 2형; 비닐+차광망+환기팬+송풍팬+포그시스템

2) DMRT .05

3) 적변 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~25%, 7: 26~40%, 9: 41% 이상

4) 모잘록병: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

5) 뿌리썩음: 0: 무발생, 1: 1%미만, 3: 1~10%, 5: 11~30%, 7: 31~50%, 9: 51% 이상

* 파종 3월 15일, 수확 10월 25일.

묘삼 재배가 가능하였다. 연동의 경우는 환경조절 2형의 경우 높이 2m 이상에 베드를 설치해도 무난히 묘삼을 생산할 수 있었다. 따라서 측고 1.4m인 단동 하우스는 토양재배 또는 1단 베드재배가 바람직하며, 측고 2m인 단동은 환경조절 1, 2형과 측고 4.5m인 연동에서는 높이 2m 내외의 베드를 설치하여 묘삼을 재배해도 정상적인 생산에 도달할 수 있음을 확인하였다. 각 비닐하우스별 다단 또는 경사재배 베드의 높이 및 권장사항을 표 65 정리하였고, 설계도면은 그림 54~56과 같다.

표 65 비닐하우스 규격 및 환경조절 형태별 권장 재배 높이

비닐하우스 규격			환경조절 형태	권장 재배높이	비고
폭(m)	측고(m)	단, 연동			
7.0	1.4	단동	관행	1m 미만	토양재배 또는 1단 재배를 권장하되 2단 베드재배의 경우 상단의 높이가 1m 내외이면 2단재배 가능
			환경조절 1	1m 미만	
			환경조절 2	1m 미만	
7.0	2.0	단동	관행	1m 내외	측면환기 최대화 시 1.5m 높이 가능 높이 2m 이내이면 안정적인
			환경조절 1	2m 이내	
			환경조절 2	2m 이내	
8.0	4.5	연동	환경조절 2	2m 내외	높이 2m 내외이면 안정적인

※ 부대장치 설치 가격; 관행: 저가형, 환경조절 1형: 중간형, 환경조절 2형: 고가형

본 연구에서 도출한 표준 시설의 설계도를 그림 54~56에 나타내었다.

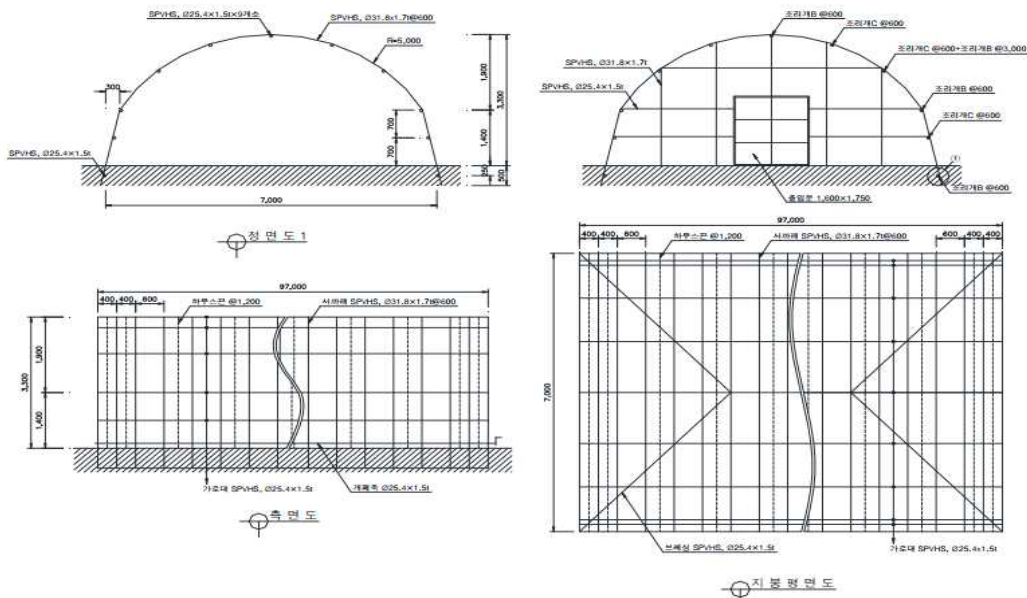


그림 54. 측고 1.4m, 폭 7m인 단동 비닐하우스의 설계도

※ 최대적설심 및 풍속 : 50cm 및 36m/sec.

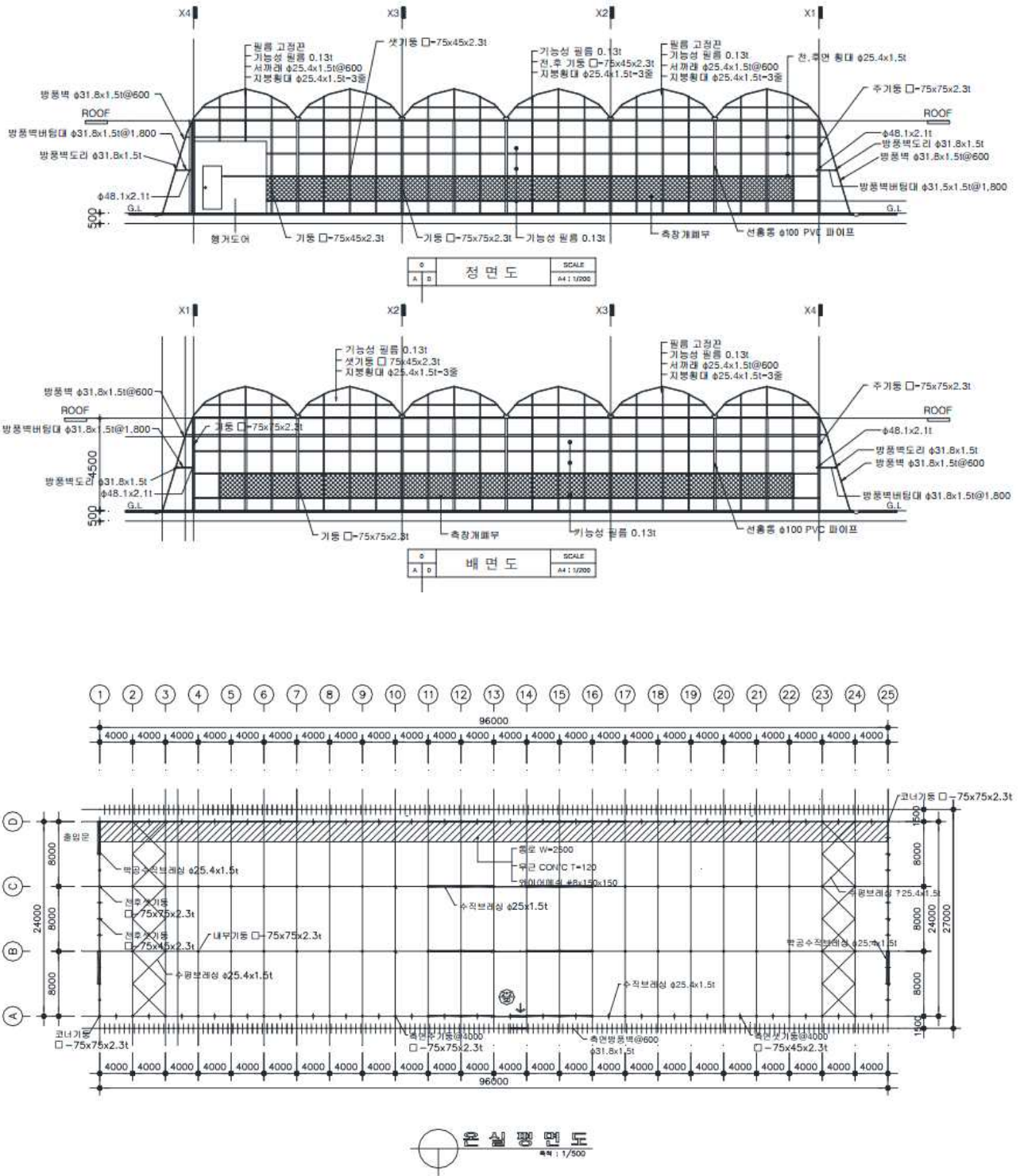
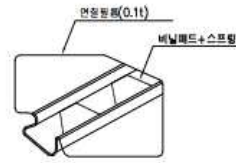
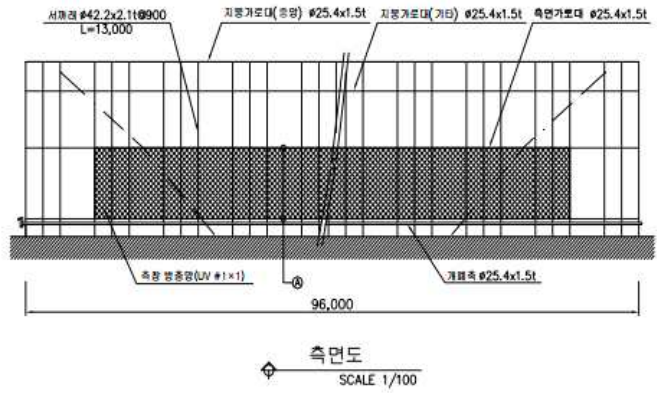
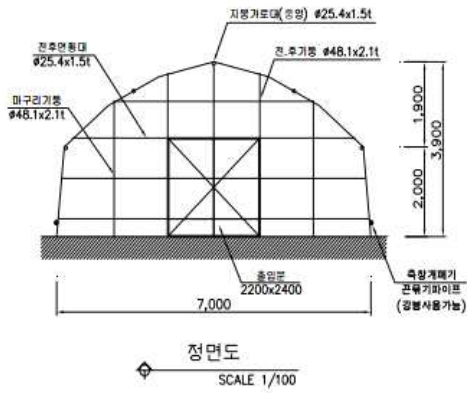
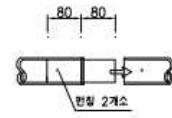


그림 56 축고 4.5m, 폭 8m인 연동형 비닐하우스의 설계도

※ 최대적설심 및 풍속 : 55cm 및 40m/sec.



㉠ 부(패드+필름) 상세도



파이프연결부 상세도

- 출입문 방식 및 크기는 여건에 따라 조정 가능

그림 55 측고 2m, 폭 7m인 단동 비닐하우스의 설계도

※ 최대적설심 및 풍속 : 55cm 및 42m/sec.

(서까래 $\phi 42.2 \times 2.1t@900$)

제 2 장. 육묘상 유형에 따른 성과 비교분석

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 목적

본 과제는 시설 내에서 인삼의 공정육묘용으로 사용할 수 있는 시설의 개발과 생산력 및 경제성을 검토하기 위해 실시하였다.

나. 연구개발의 필요성

묘삼은 주로 우수한 체형의 홍삼 원료 삼을 생산하기 위해 재배되고 있다. 직과 원료삼은 재배 특성상 원추형으로 길게 빠지는 체형이 많으나 묘삼을 이식한 삼은 人(사람 인)자 형의 체형 발생율이 높고, 홍삼으로 가공하였을 때 천삼의 비율이 증가한다. 농가에서는 묘삼의 외피에 적변이나 병 흔적 없이 깨끗하고, 너두가 충실하면서 무게가 1g 정도 되는 묘삼을 선호한다. 최근에는 새싹인삼 등 새로운 형태의 인삼재배 기술이 보급되면서 묘삼의 수요도 점차 증가하고 있다 (Jang *et al.*, 2018).

묘삼의 전통적인 생산방법은 인삼 본포와 같은 해가림 구조의 노지에서 생산하는 것으로 수확 시까지 15~16 개월 정도 오랜 기간이 소요되기 때문에, 노지에 설치되어 있는 묘포에서는 매년 기후의 영향을 받아 생산량의 변동이 크다(Lee *et al.*, 2003). 2018년도와 같이 폭염이 지속될 경우 잎의 일소 등 고온피해가 발생되어 품질이 떨어지고 수량이 감소된다. 또, 묘삼포도 본포와 마찬가지로 연작장해가 발생하므로 같은 자리에서 연속적으로 생산 할 수 없다. 노지 묘포에서는 강우의 유입으로 입고병, 탄저병 등의 발생이 많아 농약 살포를 일반 본포의 수준으로 해야 하므로 안전성의 문제도 제기 된다(MAFRA, 2003).

묘삼 안정생산의 일환으로 비가림 시설을 이용한 재배연구가 이루어지고 있는데 비가림 시설 내에서는 강우의 직접적인 유입이 없으므로 병 발생량이 적고, 토양 내 수분을 적정한 수준으로 유지시킬 수 있다(Choi *et al.*, 2011). 선행연구로는 점토광물을 소성하여 인공상토를 조제한 후 원형 플라스틱용기(직경 23 cm, 높이 25 cm)에 넣고 하우스 내부에 흑색 차광망을 설치하여 묘삼재배를 시도한 바가 있으며(MAFRA, 2003), Choi 등(2011)은 하우스 외부에 85% 흑색 차광망을 씌워 광을 차단한 후 스티로폼 상자에 피트모스와 펄라이트로 구성된 상토를 넣어서 무농약 묘삼을 생산 하였다. Park 등(2014)은 비가림 하우스 내에서 가로 52cm × 세로 37cm × 높이 32cm 규격의 플라스틱 육묘상자에 25cm 깊이로 다양한 종류의 상토를 채우고 상토 및 묘삼특성을 연구하였다.

시설 내 묘삼재배의 장점은 관수, 양분공급 등 재배관리가 용이하며 화학농약을 사용하지 않

고 생산할 수 있어 무농약, 유기농 묘삼까지 생산이 가능하지만 대부분의 연구는 하우스 내에서 평면 재배에 관한 내용들이다. 농촌에는 갈수록 인삼재배 기술을 보유한 인력들이 노령화되고 감소하고 있어서(MAFRA, 2003; Choi *et al.*, 2011) 생력화 및 집약적 관리가 가능하고, 기후변화에도 대응할 수 있는 새로운 묘삼 재배기술이 요구되고 있다.

본 연구에서는 묘삼의 공정육묘에 적합한 다양한 시설을 설치하고, 각 시설별 생산성 및 경제성 등을 검토하고자 하였다.

다. 연구개발 범위

공간 활용 최대화를 위한 경사 및 다단 육묘상을 제작하여 묘삼의 생산성과 경제성을 분석하고, 묘삼의 품질을 비교분석하는 것을 연구범위로 하였다.

2. 연구수행 내용 및 결과

. 시설 유형별 묘삼 생산성 및 경제성 검토

(1) 및 방법

(가) 공정육묘용 시설

공정육묘용 시설은 삼각형, 계단식베드, 다단베드를 설치하여 시험을 수행하였다. 삼각형은 측면이 가로 3.6m, 세로 2m인 삼각형틀을 30mm 각파이프를 이용하여 만들고 가로 60cm, 세로 40cm, 높이 5cm의 육묘용 상자에 상토를 넣고, 종자를 파종한 후 삼각틀에 올려 묘삼을 재배하였다. 계단식베드는 3단시설로 1층에서 3층으로 갈수록 상단이 좁아지는 구조로 양측면에 폭 60cm, 길이 400cm의 고밀도 스티로폼 베드를 설치하고 내부에는 방수비닐로 마감한 후 제조한 묘삼용 상토를 넣어 묘삼을 재배하였다. 다단베드형은 50mm 두께의 샌드위치 패널로 높이 30cm, 폭90cm, 길이 400cm의 재배용 베드를 만들고 각 층별 단폭은 50cm로 3단으로 구성을 하였다. 다단베드 하부에는 배수와 묘삼 수확 후 상토를 증기로 살균하기 위한 100mm 유공 관을 넣고 주위에 배수자재로 펠라이트(입도 1~3mm)를 3cm 높이로 채웠다. 배수 자재 위에 배수용 망을 설치한 다음 묘삼 생산을 위한 상토를 넣고 묘삼을 재배하였다. 다단 시설의 3층은 자연광을 그대로 이용하였고 1, 2층은 광량이 부족하였기 때문에 형광등 2열을 설치하여 30 μ mol 정도로 보광을 실시하였다.

이후 시험에서는 1차에서 검토된 시설을 바탕으로 다단베드 시설을 설치하여 공정육묘의 가능성을 검토하였다. 다단베드 시설은 경량 빔을 이용하여 폭 8m, 동고 4m, 길이 35m의 시설을 만들고 85% 흑색 차광망으로 피복하였다. 시설 내에 50mm 두께의 샌드위치 패널을 이용하여 1차 시험과 같은 폭과 깊이로 3단의 다단 재배상을 설치하여 묘삼을 재배하였다. 이 때 재배상 각 층의 길이를 22m로 확장하여 현장 적용성을 높였다. 모든 구조물은 차광률 85%의 흑색 차광망이 설치된 비닐하우스 내에 설치하여 시험을 수행하였다.

() 파종 및 재배관리

시험에는 재래종 인삼종자를 사용하였고 파종방법은 밀도가 $3 \times 3\text{cm}$ 인 장척을 이용하여 종자를 심을 수 있는 파종구를 만들고 개갑과 저온처리가 완료된 종자를 1립씩 넣은 후 모래로 1cm 가량 복토하였다. 복토 후 점적기 간격이 10cm인 관수용 점적테이프를 설치하고, 0.03 mm 두께의 비닐로 피복하여 수분유지를 하였으며, 발아가 시작되면서 비닐을 제거하였다. 파종 후 수분관리는 토양수분장력이 -15kPa (관수개시점)에 도달하면 칸(1.62m^2) 당 20L의 물을 관수하였다. 하우스 내 광 관리는 85% 흑색차광망을 기본으로 하고 하계관리 시에는 흑색차광망을 1겹 더 씌워 온도가 낮은 봄, 가을에는 광량을 높이고 고온기인 하계에는 광량을 낮추어 관리하였다. 기타 인삼재배관리는 인삼표준재배관리법에 준하여 실시하였다.

묘삼의 생육조사는 연구조사기준(2012, 농진청)에 의거하여 생육 초기 발아율 조사와 경장, 경경, 엽장, 엽폭, 엽록소 함량(SPAD) 등의 지상부 조사 및 근장, 근직경, 동장, 근중, 근부, 적변, 선충 등의 지하부 및 묘소질 조사를 실시하였다. 발아율 조사는 발아가 시작되는 날짜를 발아시로 정하고 발아시부터 2일 간격으로 조사하여 발아율이 더 이상 증가하지 않는 시기까지 조사하였다. 지상부의 생육 조사는 7월 상순에 포장에서 실시하였으며 지하부의 생육은 10월에 수확하여 조사하였다.

(다) 상토의 특성 및 이화학적

시험에서 사용한 상토는 시판 중인 인삼재배용 상토(황금뿌리, (주)농경)와 원야토, 퇴비(묘포용, (주)흙사랑)를 95:5로 혼합한 상토를 사용하였다. 상토의 분석은 시험 전·후의 토양을 채취하여 토양식물체분석법(2000, 농진청)에 의거하여 pH, EC는 1:5법, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_3\text{-N}$ 은 2M KCl로 침출하여 Continuous Flow Analyzer(Skalar, San^{++})로 비색 분석하였고 Av. P_2O_5 는 Lancaster 침출액으로 침출하여 Continuous Flow Analyzer(Skalar, San^{++})로 비색 분석하였다. 양이온(K, Ca, Mg, Na)은 1N NH_4OAc 용액으로 침출하여 Atomic absorption spectrophotometer(Thermo)로 분석을 실시하였다.

상토의 용적밀도(bulk density) 측정에서 습토는 300mL 가비중 측정용 코어를 이용하여 500g 다짐추로 3분간 누른 후 추를 제거하고 측정하였다. 건토의 용적밀도는 105°C 건조기에서 16 시간 건조 후 습토와 같은 방법으로 측정하였다. 재배 중 상토의 삼상분포는 80mL 코어로 시료를 채취한 후 토양삼상분석기(DIK-1150, Daiki Rika Kogyo, Saitama, Japan)로 측정하였다.

(라) 다단베드의 수증기압차(VPD)

다단베드시설 내 미기상은 층별로 데이터로거(Watchdog 1650, Spectrum Technologies Inc., Plainfield, IL, USA)에 광량센서(Quantum light sensor, Spectrum Technologies, Inc.,

Plainfield, IL, USA), 토양의 온도와 수분을 측정할 수 있는 토양센서(SMEC 300, Spectrum Technologies Inc., Plainfield, IL, USA)를 각각 설치하여 수집하였다. 데이터로거 본체는 UV와 물로부터 보호를 받을 수 있는 쉴드(Radiation Shield, Spectrum Technologies, Inc., Plainfield, IL, USA) 내에 장착하여 측정하였다. 사용된 데이터로거는 온습도 측정 내장형으로 광량 센서와 함께 묘삼 지상부의 높이 정도인 베드 위 15cm 높이로 설치하였고 토양 센서는 베드의 상토 내 10cm 깊이에 매설하여 측정하였다. 시설 내 다단 층별 미기상은 생육기간 동안 센서를 통해 수집한 데이터를 이용하여 분석하였다.

다단베드시설 내 층별 수증기압차(vapor pressure deficit)는 Shin 등(2007), Lee 등(2012) 및 Nam 등(2014)의 방법으로 데이터로거로 수집한 상대습도와 기온을 이용하여 식(1)에 의하여 구하였다.

$$VPD \text{ (kPa)} = SVP \text{ (saturation vapor pressure)} - VP \text{ (vapor pressure)},$$

(1)

$$SVP = 6.1078 \times \exp [(17.269 \times \text{Temp}) / (\text{Temp} + 273.3)]$$

$$VP = (\text{RH} \times SVP) / 100$$

(Temp : air temperature, RH : relative humidity)

(가) 묘삼의 광합성 및 엽록소 형광반응

다단베드 내 묘삼의 광합성은 휴대용 광합성측정기(LCpro-SD, ADC BioScientific Limited, Hertfordshire, England)를 이용하여 오전 10시에서 11시 사이에 광량 $150 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 온도 25°C 의 조건에서 각 층별로 3주씩 측정하였다. 엽록소 함량은 SPAD-502 plus chlorophyll meter(Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 층별 3개체의 묘삼에서 중앙엽을 3회 반복 측정된 평균값을 사용하였다. 엽록소 형광반응 분석은 각 층별 재배에 따른 영향이 누적된 생육 후기인 발아 후 150일경인 9월 초순에 각 층별로 5개체의 묘삼 잎에 leaf clip으로 30분간 암 처리를 한 후 휴대용 chlorophyll fluorescence meter(Fluorpen 100, PSI, Drasov, Czech)로 측정하였다. 엽록소형광 반응은 Kim 등(2018)과 같이 최소형광 F_0 , 최대형광 F_m , 최대형광과 최소형광의 차이인 변이형광(F_v ; variable fluorescence)을 측정하고, 최대양자수율(F_v/F_m)을 산출하였다.

(나) 묘 소질 및 수량성

묘삼의 소질은 수확 후 각 층별 묘삼의 근장, 근직경, 근중, 너두길이, 너두직경, 경도를 측정하였다. 근장, 근직경, 근중, 너두길이, 너두직경은 각 3반복으로 채취하여 반복 당 20주씩

측정하였고, 경도는 층별 3주씩 3반복으로 채취하여 물성측정기(LTCM-100, AMETEK Chatillon, Largo, Fl, USA)를 이용하여 뇌두에서 1cm 아래 부분을 측정하였다. 수량은 각 1칸(1.62m²)씩 3반복으로 을삼 이상의 식재 가능한 묘삼의 수량을 조사하였다. 기타 조사는 농업과학기술 연구조사분석기준 (RDA, 2012)의 인삼 생육특성 조사 방법에 준하여 실시하였다.

(2) 결과 및 고찰

(가) 시설유형별 묘삼생산성 및 경제성 검토

1) 상토의 화학성

1차 시설유형별 묘삼 생산성 검증에서 사용한 시설별 상토의 화학성은 표 1과 같았다. 삼각형 시설에서는 구조가 양면 경사식으로 되어 있어 육묘용 상자에 재배 시 상토가 아래로 흘러 내리는 것을 방지하기 위해 피트모스 등의 유기물 함량이 많은 시판상토를 사용하였고, 계단식 베드와 다단식베드에서는 조제한 상토를 사용하였다. 삼각형시설에 사용한 상토는 EC가 0.54로 적합하였고, 질산태질소보다 암모니아태질소의 함량이 높았으며, 인산 함량은 34mg/kg 정도로 낮은 경향이였다. 시험에 조제한 상토는 pH와 EC가 각각 7.60~7.81, 1.01~1.17 정도로 다소 높았고, 인산함량은 148~161mg/kg 정도로 적합하였다.

1. 상토의 화학성

처리	pH (1:5)	EC (dS/m)	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation(cmol ⁺ /kg)			
			(mg/kg)	(mg/kg)		K	Ca	Mg	Na
삼각형*	7.24b	0.54b	18.4 c	103.7a	34.0b	0.91a	10.7b	2.59a	0.85a
계단식베드	7.60a	1.17a	55.7a	11.8b	148.6a	0.69b	5.69a	1.41b	0.48b
다단베드	7.81a	1.01a	36.9b	13.5b	161.6a	0.51c	7.27a	1.45b	0.37b

*: 삼각형: commercial bed soil, 계단식, 다단식베드: Mixing bed soil, 원야도:묘포용=95:5

2) 시설 유형별 발아율

시설 유형별 발아율은 표 2와 같았다. 발아율은 다단베드가 71.1%로 가장 높았고, 계단식 베드가 62.0%로 가장 낮았다. 시설 유형별 발아율에 차이가 있는 것은 광환경 조건에 따른 것으로 보이는데, 다단베드에서 3층은 자연광을 그대로 이용하였고 광이 부족한 1, 2층은 보광 시설을 하여 적합한 광을 유지하였으며, 삼각형시설은 양쪽 경사면에서 광을 받는 조건이기 때문에 광환경 조건이 좋았지만(표 3) 계단식 베드에서는 3층을 제외하고 1, 2 층은 태양의 일주기에 따라 광을 받지 못하는 부분들이 발생하였기 때문에 발아율의 차이가 발생한 것으로 보인다.

2. 시설유형별 발아율 비교

처리	발아율 (%)
삼각형	68.9a
계단식	62.0b
다단베드	71.1a



그림 1. 묘삼 공정육묘를 위한 시설유형별 전경

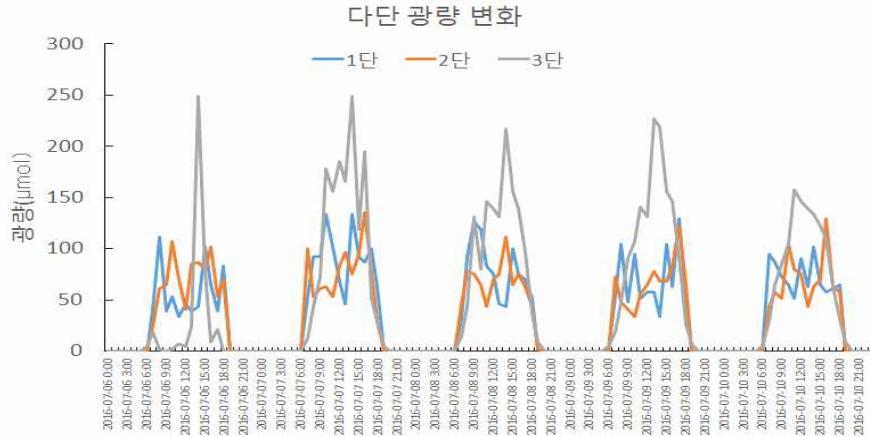
3) 시설별 상토 수분 및 광환경

시설 유형별 상토의 수분 함량과 광량은 표 3과 같았다. 시설 내 수분관리에 따라 상토의 수분함량 차이가 다소 발생되었다. 삼각형 시설은 점적관수 라인을 경사면에 수평으로 3열을 설치하여 수분을 공급하였는데 전반적으로 수분상태가 양호한 편이었다. 다층구조로 되어 있는 계단식과 다단베드에서는 수분 차이가 층별로 다소 발생하였는데 3층의 증발산량이 많으므로 관리 시 상단의 수분함량을 지속적으로 모니터링하며 관리하는 기술이 필요하였다.

인삼은 태양광의 1/10 정도의 광량만 있으면 생육이 가능하지만 광보상점인 $5\mu\text{mol}$ 이상의 광이 공급되어야 하고, 묘삼 생산 시에는 $50\mu\text{mol}$ 내외의 광량을 필요로 한다. 표 3에서 보면 다단베드 시설에서 1, 2층은 인공광을 사용하여 $70\mu\text{mol}$ 정도로 광이 유지되었고, 3층은 자연광을 이용하기 때문에 1, 2층보다는 다소 높은 $140\mu\text{mol}$ 정도였다. 다단시설 3층, 계단식 3층, 삼각형 시설은 자연광 조건이기 때문에 일 중 광환경의 변화가 발생된다. 계단식 시설의 1, 2층도 자연광을 이용하기 때문에 태양의 일주기에 따라 광 변화가 발생되어 방향에 따라 높은 광이 유입되는 경우도 있었지만 다른 시설 보다 광환경이 불리하였다.

표 3. 처리별 수분 및 광량(2016. 6월 초순)

처리	구분	수분 (%)	광량 (μmol)
삼각형		21.2b	123.2a
계단식	1층	24.1b	42.7c
	2층	22.2b	39.3c
	3층	31.9a	147.2a
다단베드	1층	20.7b	68.7b
	2층	20.0b	71.3b
	3층	17.8c	140.3a



2. 다단 베드 내 층별 광환경 변화(7월 6일 ~ 7월 10일(5일간))

4) 묘 소질 및 수량성

시설 유형별 묘 소질 및 수량성은 표 4와 같았다. 1년차에 생산된 묘의 근장, 근직경, 근중은 다단베드시설에서 가장 높았고 수량성도 우수하였다. 삼각형 시설은 육묘상자를 이용하였기 때문에 토심이 얇았고 계단식은 수광율이 좋지 않아서 지하부의 신장성이 좋지 않은 경향이였다. 각 베드의 재식 면적은 관행 해가림 재배의 2.4배 정도이므로 다단재배의 수량은 약 560kg/10a이었다. 2년차에는 삼각형의 미흡한 점 즉, 상토의 처짐을 방지하는 시험을 주로 실시하였는데, 그 결과는 제 1장에 기술하였다. 삼각형 육묘방식의 보완을 거쳐 실시한 3년차의 근중은 다단베드에 비해 0.16g 가벼운 0.94g으로 우량 묘삼의 생산에 손색이 없었다. 계단식의 경우 하단 베드에 그늘이 많이 저서 묘삼의 생육이 불량하고, 인공조명 없이는 이의 극복이 불가능하므로 다단베드에 비해 이점이 없어서 2년차부터는 시험에서 제외하였다. 우량종묘 생산 비율은 삼각형과 계단식에서 81 및 85%를 각각 나타내었다.

표 4. 연차별 묘삼의 뿌리 생육, 근중 분포 및 수량

연차별	처리	근장 (cm)	근직경 (mm)	근중 분포(%)			근중 (g/주)	적변 ¹⁾	수량 (kg/10a)
				0.68g 미만	0.68~0.79g	0.80g 이상			
1년차	삼각형	9.43b ¹⁾	3.79b	100a	0b	0b	0.40b	0.1b	335.8b
	계단식	6.82c	3.91b	100a	0b	0b	0.42b	0.4a	318.2b
	다단베드	13.7a	5.38a	5b	12a	83a	0.92a	0.4a	560.4a
3년차	삼각형	13.6a	5.02a	6b	13a	81a	0.94a	0.4a	596.4b
	다단베드	13.7a	5.38a	4b	11a	85a	1.10a	0.4a	697.9a

¹⁾: DMRT 5%

²⁾: 적변: 0- 무발생, 1- 1%미만, 3- 1~10%, 5- 11~25%, 7- 26~40%, 9- 41%이상
 근부: 0- 무발생, 1- 1%미만, 3- 1~10%, 5- 11~30%, 7- 31~50%, 9- 51%이상

표 5에 새롭게 제안하는 묘삼의 표준 등급을 나타내었다. 기존에는 채당 묘삼의 본수로 등급을 결정하여 큰 것과 작은 것이 섞여서 같은 포장 내에서도 묘삼의 균일도가 떨어졌다. 그러나 표 5와 같이 묘삼의 무게는 물론 잠아의 길이 및 직경까지 세분화 하면 균일한 묘삼을 구입할 수 있어서 이식 후 생육도 균일해질 것이다. 그러나 묘삼 선별에 노동력이 많이 소요되므로 묘삼 선별기의 사용이 필수적이라고 할 수 있다. 그러나 시중에 판매되는 묘삼 선별기가 없기 때문에 별도의 개발이 필요한 실정이다. 근중도 기존의 갑삼에 비해 좀 더 무거운 1g 이상을 1등급으로 분류하였다. 최근에는 새싹삼 재배면적이 증가하면서 묘삼이 수요도 증가하고 있는데, 충실한 묘삼을 심어야 상품성이 높은 새싹삼을 생산할 수 있으므로 농가에서는 가능한 무게가 무거운 묘삼을 선호할 뿐 아니라 고년 근 재배 농민도 1g 이상의 묘삼을 선호한다.

표 5. 인삼 공정생산 묘의 표준 등급 제안

등 급	구 분				
	잠아장 (mm)	잠아직경 (mm)	경직경 (mm)	근 장* (cm)	근 중 (g/주)
1	5.0이상	4.0 이상	5.0 이상	15 이상	1.0 이상
2	4.0~5.0	3.0~4.0	4.0~5.0	13~15	0.8~1.0
3	3.0~4.0	2.5~3.0	3.5~4.0	11~13	0.65~0.8
등외	3.0 미만	2.5 미만	3.5 미만	11 미만	0.65 이하

* 직경 1mm 되는 부위까지의 길이

5) 시설유형별 경제성 검토

관행 노지 묘삼 보다 시설 재배 시 묘삼의 수익은 더 높은 것으로 나타났다(표 6). 관행의 경우 농가의 평균 생산량 200kg/10a을, 묘삼 가격은 70,000원/kg을 적용하였다. 삼각형과 다단베드시설에서 생산된 묘삼의 가격도 무농약 생산이 가능하지만 대량생산 시 고가 판매가 어려우므로 관행 노지와 동일한 70,000원/kg을 적용하였다. 시설비의 산출은 관행재배에서는 매년 시설을 설치하고 철수하기 때문에 감가상각비가 고려되지 않았으나, 다른 시설은 지속적으로 사용이 가능하기 때문에 내구연한을 10년으로 보고 감가상각비를 고려하여 산출하였다. 1년차의 경우 삼각형과 계단식의 주중이 0.4g 대로 재식할 수 없는 수준이었기 때문에 경제성 분석의 의미가 없어서 3년차의 성적만으로 경제성 분석을 하였다. 등외품을 제외하고 경제성 분석을 하면 각 처리별로 실제 소득은 5% 정도 감소된다. 본 경제성분석에서 삼각형이나 다단베드 시설의 내구연한 10년 적용은 매우 짧은 것으로써 20년으로 계산하면 소득은 10,000천원 이상 증가하여 관행재배와의 소득격차는 더 커진다.

표 6. 묘삼 재배 형태별 경제성분석(단위 : 천원/10a)

처리	시설비 ¹⁾	종자비 ²⁾	상토비용 ³⁾	밭만들기 ⁴⁾	파종비 ⁵⁾	전력요금 ⁶⁾	수량(kg/10a)	조수입 ⁷⁾	생산비 ⁸⁾	소득 ⁹⁾	소득지수
관행해가림	5,800	495	150	230	80	0	200.0	14,000	6,755	8,200	100
삼각형	21,058	1,188	3,750	1,000	1,500	150	596.4	41,748	28,646	13,102	160
다단베드	21,075	1,188	7,500	2,500	1,800	1,015	697.9	48,853	35,078	13,775	168

- 1) ; 관행: 해가림 시설 5800원/m², 삼각형: 비닐하우스, 삼각형 프레임 및 육묘 트레이 제작비 21,193원/m², 다단베드: 비닐하우스 및 3단 다단베드 제작비 21,875원/m².
- 2) 종자비: 개갑종자 50,000원/kg, 관행: 9.9kg/10a, 삼각형 및 다단베드; 23.76kg/10a.
- 3) 상토비용: 관행 해가림: 퇴비 값 150천원/10a, 삼각형: 10a×2.4배×4cm=37.5m³ 시판상토 3,750천원, 다단베드: 석비레 126m³=21m×200천원×6=1,200천원, 피트모스 42m³=250L×168포×30,000원=5,040천원, 약토 42m³=30천원×42=1,260천원
- 4) 밭 만들기: 관행: 경운 및 이랑 만드는 비용 230천원, 삼각형: 육묘상에 상토 채우는 비용 100천원×10인=1,000천원, 다단베드: 1~3단 베드에 석비레 혼합상토 채우는 비용 100천원×25인=2,500천원
- 5) 파종비: 관행: 사람이 끌고 가며 파종하는 무동력 파종기 이용 80천원×1인=80천원, 삼각형: 파종상에 파종하는 인력 100천원×15인=1,500천원, 다단베드: 1~3단 파종 비용 100천원×18일=1,800천원.
- 6) 전력요금: 관행: 없음, 삼각형: 관수를 위한 모터펌프 작동 요금 15천원×10개월=150천원, 다단베드: 인공 보광 및 관수펌프 작동 비용 101.5천원×10개월=,1015천원.
- 7) 조수입: 각 처리 모두 묘삼 1kg당 7만원으로 계산.
- 8) 생산비: 1)~6)번 항목을 합한 금액
- 9) 소득: 7)번 조수입에서 8)번 생산비를 뺀 금액

. 수직육묘상(다단베드)을 이용한 공정육묘 시스템 검토

공정육묘 시설 선발을 위한 1차 검토에서 삼각형, 계단식 및 다단베드 시설 중 공간의 활용도 및 생산성을 고려할 경우 가장 소득이 많은 모델은 다단베드시설이었다. 공정육묘를 위한 다단베드시설의 미기상환경과 묘삼의 생산성을 검토하기 위해 실시한 추가 시험에서는 경량 빔을 이용하여 만든 시설 내 50mm 두께의 샌드위치 패널을 이용하여 묘삼재배용 3단 베드를 설치하여 시험을 수행하였다(그림 4).

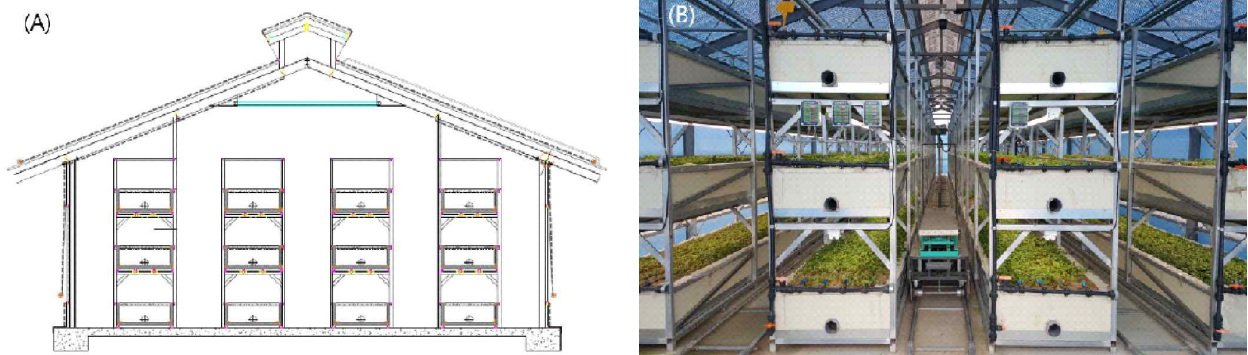


그림 4. 공정육묘용 3단 재배시설(시설 모식도 A, 실제 재배상 B)

(1) 이화학성

다단베드시설 내에 사용된 상토의 이화학성은 표 7과 같았다. 다단베드에서는 작업성 등을 고려할 때 상토의 경량화가 확보되어야 하고 생산성도 우수해야 되기 때문에 피트모스 소재의 시판용 상토를 사용하였다. 상토의 pH, EC 및 질산태질소는 인삼재배 토양 화학성의 허용 범위 내에 있었다. 사용한 상토는 질산태질소보다 암모니아태질소 함량이 높았다. 상토의 용적밀도는 습토 0.21Mg/m³, 건토 0.15Mg/m³이었고 입자밀도(PD)는 1.14Mg/m³로 주원료가 피트모스(peat moss)와 펄라이트(pearlite)로 구성되어 있기 때문에 일반토양보다 가벼웠고, 시판 원예용 상토와 비슷한 수준이었다. 재배 중 상토의 삼상분포는 고상이 10.8%로 일반토양보다 낮았고, 액상이 72.4%로 피트모스가 주원료인 상토의 특성상 수분 보유력이 높음을 알 수 있었다. 농가의 양직묘장에서 사용하는 상토는 원야토와 약토 비율이 3 : 1인 상토를 조제하여 사용하는데 이때 가비중은 일반 토양보다 가벼운 1.0Mg/m³ 내외였다(Lee *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 1995). 또 Lee 등(1995)은 묘삼생산 시 상토의 경도가 증가할수록 지상부의 생육이 저조하고 근중이 감소된다고 하였다. 다단베드시설 내에서는 기존 양직묘에서 사용하는 무거운 상토보다는 가벼운 상토가 작업성과 생육에서 더 효율적일 것으로 보였다.

표 7. 상토의 이화학성

pH (1 : 5)	EC (dS m ⁻¹)	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Av. P ₂ O ₅	Ex. Cation (cmolc l ⁻¹)			
		(mg l ⁻¹)			K	Ca	Mg	Na
5.11	0.55	18.5	104.8	57.6	1.1	10.1	2.6	0.9

고상	기상	액상	Wet bulk density	Dry bulk density	Particle density
(%)			Mg m ³ ⁻¹		
10.8±0.4	16.9±0.1	72.4±0.4	0.21±0.00	0.15±0.00	1.14±0.04

¹⁾ The bed soil that was a commercial soil was composed of peat moss and perlite in a ratio of 7 : 3 (v/v). Values are presented as means ± standard deviation (n=3).

(2) 다단베드 묘삼의 광합성 및 엽록소 형광반응 특성

층별 묘삼의 광합성과 엽록소 형광반응 특성은 표 8 및 9와 같았다. 다단베드 층별 묘삼의 광합성률과 엽록소 함량은 유의적인 차이가 없었다. 다단베드 시설에서 광 유입이 부족한 1, 2층은 인공 광으로 보광 하였기 때문에 광합성률에서는 층간 차이가 없었던 것으로 보였다. 오 등(2010)은 일반 노지 해가림에서 6월에 전주, 중간, 후주에 따라 광합성 속도가 큰 폭의

차이를 보인다고 하였는데, 관행 해가림 시설에서는 일반적으로 전주에 광유입이 높고 후주 쪽은 광유입이 낮았기 때문인 것으로 보였으며(Lee *et al.*, 1980), 다단베드에서는 관행 노지 해가림과는 달리 전·후주의 개념이 없고 베드 상면으로의 광 유입이 고르기 때문에 일반 해가림보다는 광 조건이 유리하였다.

엽록소 형광반응에서 Lee 등(2014)은 식물이 스트레스를 받았을 때 최소형광(F_0) 값은 높아지고 최대형광(F_m) 값은 감소하여 F_m/F_0 를 스트레스 지표로 사용한다고 하였다(Kim *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2015; Won *et al.*, 2008). 암 적응된 잎의 F_v/F_m 값은 식물 잎의 광합성 잠재력을 의미 하고(Lee *et al.*, 2014; Kim *et al.*, 2011), 높은 광 조건에서 식물이 비생물적, 생물적 스트레스에 노출되면 최대 양자수율인 F_v/F_m 의 감소가 관찰 되며 식물의 최적 F_v/F_m 범위는 0.79~0.84이지만 환경에 따라서 차이가 있다고 하였다(Kycko *et al.*, 2018).

8. 다단베드 층별 묘삼의 광합성 특성

처리	Sub-stomatal CO ₂ conc. (ppm)	Transpiration rate ₂ ⁻¹ (mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	Photosynthetic rate (μmol CO ₂ ·m ⁻² ·s ⁻¹)	Chlorophyll content (SPAD index)
1층	296 ± 10 ^a	0.32 ± 0.05 ^a	1.15 ± 0.25 ^a	26.4 ± 1.6 ^{a*}
2층	287 ± 9 ^a	0.27 ± 0.07 ^a	1.01 ± 0.22 ^a	26.6 ± 1.3 ^a
3층	285 ± 3 ^a	0.34 ± 0.02 ^a	1.31 ± 0.06 ^a	25.0 ± 0.3 ^a

Values are presented as means ± standard deviation (n=3). *Mean within a column followed by the same letters are not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

다단베드시설 내 묘삼 생산 시 시설 내부 환경요인에 의한 스트레스를 추정할 수 있는 최대형광과 최소형광의 비인 F_m/F_0 은 1층 3.57, 2층 3.74, 3층 4.02 정도로 유의적인 차이는 없었다.

표 9. 묘삼의 엽록소 형광반응 특성

처리	F_0 ¹⁾	F_m ²⁾	F_v ³⁾	F_m/F_0	F_v/F_m
1층	11346 ± 1222 ^a	39870 ± 8073 ^a	28523 ± 8955 ^a	3.57 ± 0.96 ^a	0.70 ± 0.09 ^{a*}
2층	13330 ± 2468 ^a	49254 ± 4595 ^a	35924 ± 2169 ^a	3.74 ± 0.38 ^a	0.73 ± 0.03 ^a
3층	14478 ± 7232 ^a	50706 ± 2488 ^a	36228 ± 7271 ^a	4.02 ± 1.57 ^a	0.72 ± 0.14 ^a

¹⁾ F_0 ; minimum fluorescence in dark-adapted state. ²⁾ F_m ; maximum fluorescence in dark-adapted state. ³⁾ $F_v = F_m - F_0$ (Maximal variable fluorescence). Values are presented as means ± standard deviation (n=5). *Mean within a column followed by the same letters are not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

최대 양자수율 Fv/Fm에서도 0.70~0.73의 수준으로 층별 광, 기온 등 환경요인에 의한 차이가 나타나지 않았다. 다단베드 시설 내 층간 광 환경, 기온, 베드 내 지온 및 수증기압차 등이 다소 차이가 있었지만 광합성과 엽록소 형광반응에 유의적인 차이는 주지 않고 있음을 보여 주었다.

(3) 다단베드 시설의 미기상 및 수증기압차(VPD)

다단베드시설의 각 층별 평균기온 및 최고기온 변화는 그림 5와 같았다. 시설 내부기온은 외부기온보다 다소 높게 유지 되었다. 시설 외부는 차광이 되어 있고 내부는 유동팬 등의 환기 시설이 되어 있지만 시설내부의 복사열이 기온을 상승시키는 것으로 보였다. 평균기온은 1층과 2층이 비슷하였고 3층 보다는 낮게 유지되었으며 3층의 기온이 1층, 2층 보다 1~4℃ 정도 더 높았다(그림. 5 (A)). 최고기온 변화에서는 외부기온과 1층, 2층이 비슷한 경향을 나타 내었고 3층이 가장 높게 유지되었다(그림. 5 (B)).

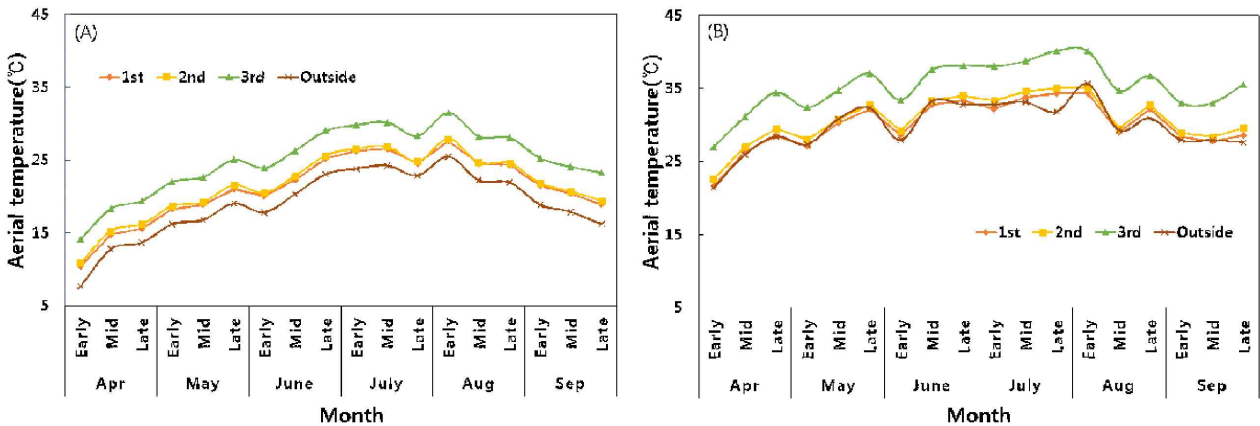


그림 5. Changes of air temperature in multi-layer bed system. The changes of average air temperature (A) and maximum air temperature (B) from April to September.



그림 6. 다단베드시설 온도분포

10. 다단시설 내부의 온도분포

위치 (SPOT)	3단 시설의 위치별 온도분포(°C)
1	26.2
2	28.7
3	29.0
4	23.5
5	29.4
6	25.9
7	32.1
평균	24.7

다단베드시설의 베드 내부 지온 변화는 그림 7 및 표 10과 같았다. 평균 지온 변화에서는 전반적으로 1층이 2, 3층 보다는 다소 낮게 유지되는 경향이었고 2, 3층은 비슷하였다(그림 7 (A)). 9월까지 층별 지온평균은 1층, 2층, 3층 각각 21.5°C, 21.9°C, 21.9°C이었다. 평균지온이 25°C 이상이 되는 시기는 모두 6월 하순이었다. 최고지온 변화에서 지온이 가장 높은 시기는 7월 하순과 8월 상순으로 3층이 31.9°C 까지 상승되었다. 고온기인 7월 중순에서 8월 초순에는 1층이 가장 낮게 유지되었고 3층이 가장 높았다(그림 7 (B)).

인삼은 근권의 온도가 올라갈수록 결주율이 증가하고 생육이 정지하는 경향이 있다고 한다 (Lee, 1988). 본 연구에 사용한 베드시설은 기온의 영향을 최소화 할 수 있는 단열재로 구성되어 있었으나 실외 기온보다 시설 내 기온이 높았다. 이는 고온기 시설 내로 유입된 태양의 복사 에너지가 다단베드로 재 복사되어 지온상승을 유발한 것으로 추정되므로 원인분석을 위한 추가 연구가 필요할 것으로 사료되었다. 평균지온 및 최고지온이 가장 높은 시기는 8월 초순으로 층별 평균온도는 28.0°C 정도였고 최고온도는 31.0°C였다.

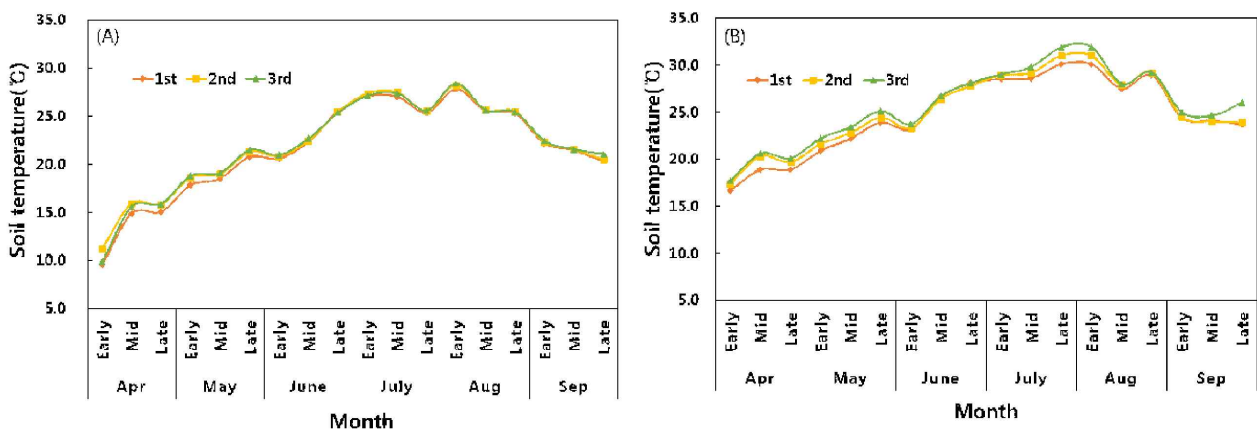


그림 7. Changes of soil temperature in multi-layer bed system. The changes of average soil temperature (A) and maximum soil temperature (B) from April to September.

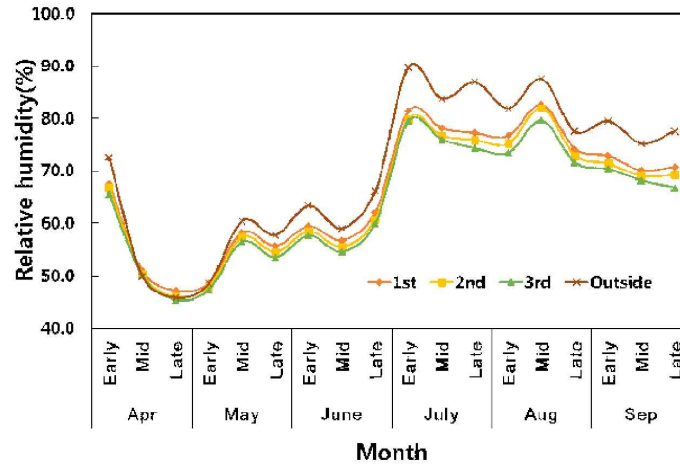


그림 8. Changes of relative humidity in multi-layer bed system. The average relative humidity from April to September.

상대습도 변화는 외부보다 시설 내의 습도가 낮은 경향이었고 다단베드시설에서는 1층 > 2층 > 3층 순으로 높았다(그림 8). 시설 내부는 강우가 차단되기 때문에 외부 수분의 영향을 적게 받았고, 층별로는 직사광이 유입되면서 환기조건이 좋고 기온이 다른 층에 비해 다소 높은 3층의 습도가 가장 낮았다. 외부 및 시설 내 습도가 높아지는 시기는 장마가 시작되는 6월 하순으로 이후 8월까지 70% 이상 높게 유지되었다. 외부에 비해 시설 내의 습도가 낮다는 것은 병 발생의 요인이 줄어드는 것으로 긍정적인 효과로 볼 수 있었다.

다단베드시설의 층별 수증기압차(VPD)의 경시변화를 보면 외부보다 시설 내부가 더 높았고, 측정 기간 내 층별 평균값은 3층 3.1kPa, 2층 2.6kPa, 1층 2.5kPa로 3층이 가장 컸다(그림 9). 시기별로는 생육 초기인 4월~6월에 높았고 상대습도가 높아지는 시기인 7월 초순부터 전체적으로 낮아지는 경향이였다. 수증기압차가 낮으면 증산이 일어나기 어렵고, 너무 높으면 과도한 증산작용으로 식물에 스트레스가 발생 한다(Nam *et al.*, 2014). 수증기압차는 공기의 대략적인 건조능력을 나타내는데(Shin *et al.*, 2007) 다단베드 내에서는 1, 2층 보다 3층이 더 건조한 상태인 것으로 보였다. Nam 등(2014)은 시설 내 수증기압차를 줄이는 방법으로 유동팬과 포그분사를 이용하였는데 다단베드 시설에서도 수증기압차가 크게 높아지는 4월~6월에 적용하여 수증기압차를 낮추어주는 등 미세환경을 조절할 필요가 있을 것으로 보였다.

다단베드 시설의 층별 상토의 수분 함량 차이는 생육 초기인 4월, 5월에 발생하였다(그림 10). 층간 상토의 수분 불균형 요인으로는 다단베드 시설에서 관수 시 관수라인을 통해 층간 구분 없이 동시에 관수하면 하층으로 물이 집중되었던 문제와 수증기압차의 결과에서 볼 수 있듯이 다단베드의 상단으로 갈수록 수증기압차가 높아지는 요인이 복합적으로 작용하였던 것으로 보였다. 다단베드 시설에서는 관수 시 층별로 구분하여 관수하고 각 점적라인별로 관수량

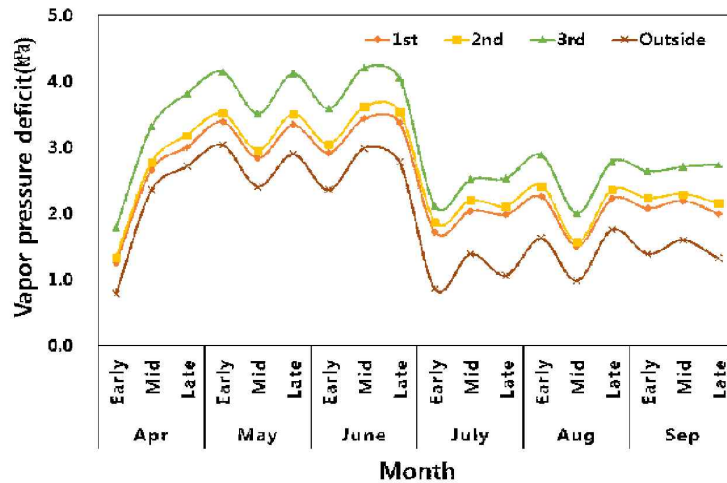


그림 9. Changes of vapor pressure deficit (VPD) in multi-layer bed system. The vapor pressure deficit was calculated using relative humidity and average air temperature.

을 체크한 후 밸브로 관수량을 조절하는 것이 필요하였다. 건조한 시기인 4월~6월에는 시설 내부에 포그분사를 실시하여 다단베드 상단의 수증기압차를 낮추어주면 상토의 수분 증발량을 줄여 상토의 수분관리에 유리할 것으로 보였다.

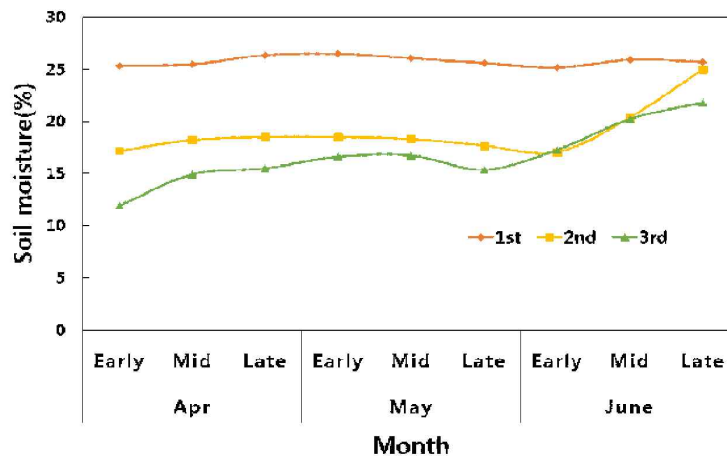


그림 10. Changes of soil moisture in multi-layer bed system. Soil moisture was measured by a soil moisture sensor at a depth of 10 cm in the bed soil.

시기별 광 유입 변화에서 1, 2층의 광량은 평균광량이 5~6월은 $83\sim 87\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 7월은 $72\sim 77\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도였으며, 광원이 공급되는 시간동안 일정한 광도를 유지하였다. 자연광을 이용하는 3층의 경우 일출 후 서서히 광량이 증가하여 정오경에 가장 높았고 13시 이후에

는 광량이 다시 낮아지는 등 관행 해가림 시설과 비슷한 경향을 보였으며, 평균 광량은 5월 $46\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 6월 $53\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 7월 $35\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도였다(그림 11). 다단베드시설의 1, 2층은 인공 광으로 보광을 하지 않았을 때 광량이 $5\sim 10\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도의 약한 광이 유지되기 때문에 묘삼의 생육을 위해 보광이 필요하였다. 인공광은 보광용으로 사용한 것으로 시기별 베드로의 유입양상은 외부 자연광의 영향을 다소 받은 것으로 보였다. 5~6월 보다는 장마기의 영향으로 흐린 날이 많은 7월에는 1, 2, 3층 모두 광량이 다소 낮아지는 경향을 보였다.

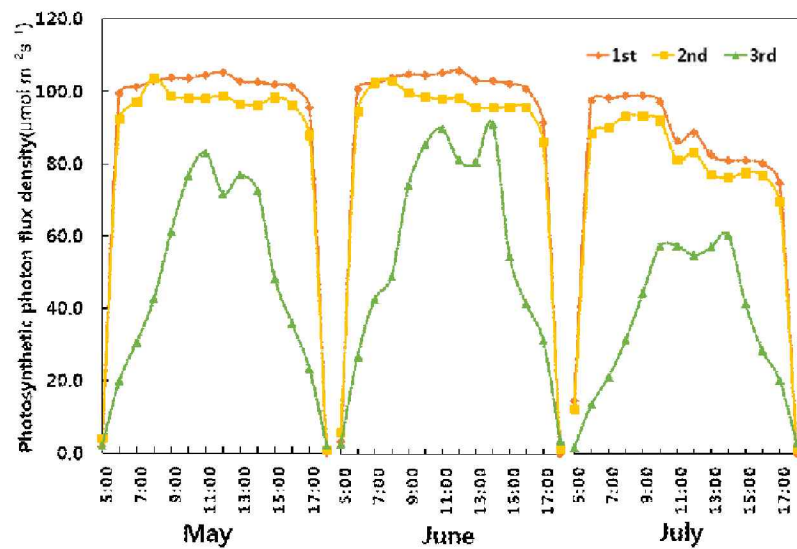


그림 11. Changes of light intensity in multi-layer bed system. The quantum changes from May.

(4) 시설의 묘 소질 및 수량성

다단베드시설 내에서 생산한 묘삼의 소질 및 수량은 표 11과 같았다. 1~3층 묘삼의 근장, 뇌두길이, 뇌두직경, 경도는 차이가 없었으나 근직경과 근중은 2층 > 1층 > 3층 순으로 두껍고 무거웠다. 각 층별 묘삼의 무게는 평균 1g 이상으로 우량묘삼의 기준인 0.8g~1.0g(Lee *et al.*, 2008)에 적합하였다. 식재 가능한 묘삼의 수량성은 1층($721\text{ g}/1.62\text{ m}^2$) > 2층($692\text{ g}/1.62\text{ m}^2$) > 3층($395\text{ g}/1.62\text{ m}^2$)의 순이었다. 일반 농가에서 식재가능 묘삼 생산량은 $300\text{ g}/1.62\text{ m}^2\sim 400\text{ g}/1.62\text{ m}^2$ 이고 생산성이 높을 때 $700\text{ g}/1.62\text{ m}^2$ 이상 생산된다고(Lee *et al.*, 2003) 볼 때 다단베드 시설에서의 묘삼 생산성은 우수한 편이었다.

11. 묘삼의 지하부 생육 및 수량성

처리	근장 (cm)	근직경 (mm)	근중 (g·plant ⁻¹)	뇌두길이 (mm)	뇌두직경 (mm)	경도 (kgf)	수량성 (g·1.62 m ⁻²)
1층	14.1±0.6 ^a	5.8±0.1 ^{ab}	1.1±0.0 ^{ab}	6.7±0.0 ^a	3.9±0.4 ^a	1.9±0.1 ^a	721±7 ^{a*}
2층	14.8±0.4 ^a	5.9±0.2 ^a	1.2±0.1 ^a	6.6±0.4 ^a	4.0±0.2 ^a	1.9±0.0 ^a	692±9 ^b
3층	14.4±0.4 ^a	5.6±0.1 ^b	1.1±0.1 ^b	6.1±0.8 ^a	3.6±0.3 ^a	2.0±0.2 ^a	395±13 ^c

Values are presented as means ± standard deviation. *Mean within a column followed by the same letters are not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).



그림 12. Underground parts of ginseng seedlings in the multi-layer bed facilities. The first floor is on the left, the second floor is on the middle, and the third floor is on the right

제 3 장 인삼 공정육묘의 효율적 관리체계 구축

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 목적

- (1) 최종 목적
인삼 공정 육묘의 효율적 관리 체계 방안 도출
- (2) 세부 목표
 - (가) 공정육묘 사례 분석을 통한 인삼 공정육묘 발전방안 연구
 - (나) 국내 주요 작물의 공정육묘 생산 시스템 분석
 - (다) 국내 묘삼의 생산 시스템 분석
- (3) 인삼 공정육묘의 지표 개발 연구
 - (가) 경제성, 생산성, 품질 분석 지표 도출
- (4) 인삼 공정육묘 활성화를 위한 종자 및 묘삼의 공급체계 연구
 - (가) 인삼 종자 공급체계 실태 및 개선방안 연구
 - (나) 효율적 묘삼 공급체계 구축방안 연구

나. 연구개발의 필요성

- (1) 국내 인삼 생산 현황
 - 국내 인삼 재배면적, 생산량, 농가수는 2010년 이후 지속적으로 감소
 - 2010년 대비 2014년 재배면적 및 생산량 20% 이상 감소
 - 국내 인삼산업 쇠퇴의 주요원인으로 선행연구들은 연작장해 등으로 1) 새로운 인삼재배지 확보의 어려움; 2) 생산농가의 영세성으로 경쟁력 저하; 3) 인건비 등 경영비의 상승; 4) 우량 종묘삼 확보의 어려움 등을 들고 있음
 - 인삼의 경우 대부분 자가육묘가 이루어짐에 따라 농가 경영비 과중, 생산성 저하, 무분별한 농약 사용 등과 같은 심각한 문제를 초래
 - 또한, 농촌 인력이 고령화되고 있는 추세에서 전근대적인 방식인 노동력 중심의 관행 육묘체제로서는 향후 우리나라 인삼산업의 발전을 기대하기 어려운 실정임
- (2) 국내 공정육묘 현황
 - 모든 작물에서 생산성 증대를 위한 최우선 대안으로 우량 묘 생산 선택
 - 국내 공정육묘의 짧은 역사에 불구하고 기술력, 생산량 등이 빠르게 증가
 - 농촌 인력 고령화, 묘 소질의 균일화, 우량 묘 생산 등에서 공정육묘의 필요성은 더욱 강조되고 있으며 관련 기관에서는 이를 위해 법제화(인증제)를 추진하고 있음

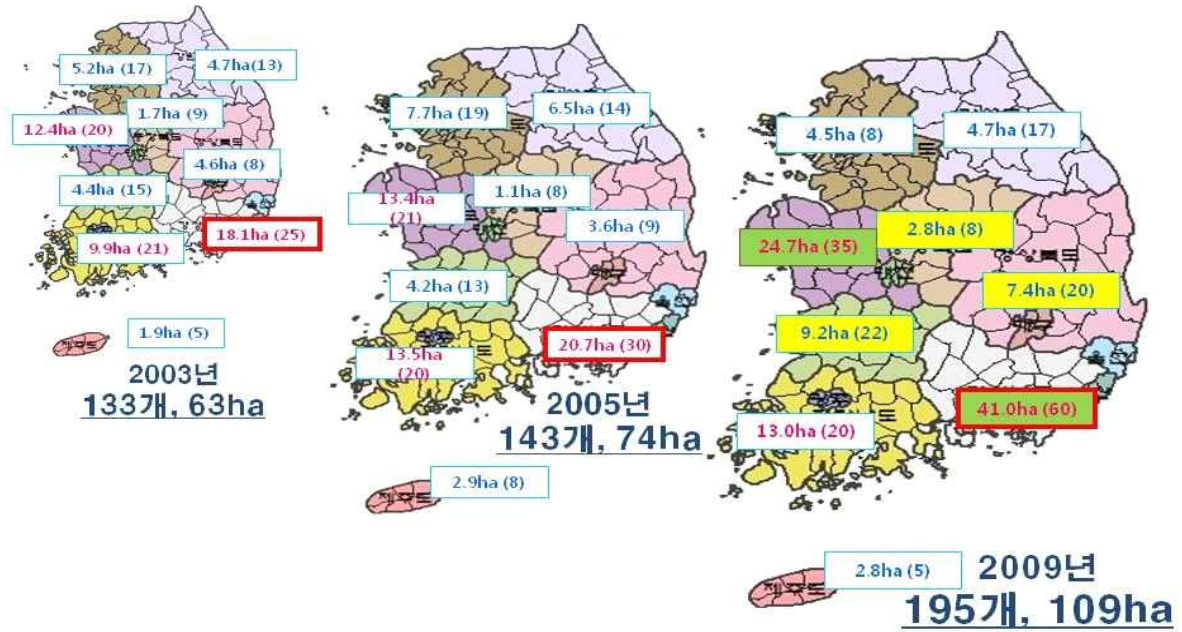


그림 1-1. 공정육묘장의 지역적 분포 및 연도별 공정육묘장 농가수 변동
(2009 한국공정육묘연구회 심포지엄 자료)

(3) 인삼 공정육묘 시스템 구축의 필요성

- 고부가가치 작물임에도 불안정한 생산시스템으로 인해 산업 확대가 어려운 실정임
- 국내 공정육묘 기술력이 높아졌음에도 인삼 적용 연구가 아주 미흡
- 인삼 공정 묘 생산 시스템의 구축을 통해 타 작물에 대한 경쟁력 확보가 필요함

다. 연구개발 범위

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 범위
1차년도	2016	○ 공정육묘 사례분석을 통한 인삼 공정육묘 발전방안 모색	○ 타 공정육묘 사례 분석 및 인삼의 생육특성을 고려한 시스템 제시
2차년도	2017	○ 인삼 공정육묘의 분석 지표 개발	○ 적정지표 개발 연구 - 생산성, 경제성, 품질분석 지표 등
3차년도	2018	○ 인삼 공정육묘 활성화를 위한 종자 및 묘삼의 공급 체계 개발	○ 인삼 종자 공급 체계 실태 및 개선 방안 연구 ○ 묘삼의 효율적 공급 체계 구축 방안 연구

2. 연구수행 내용 및 결과

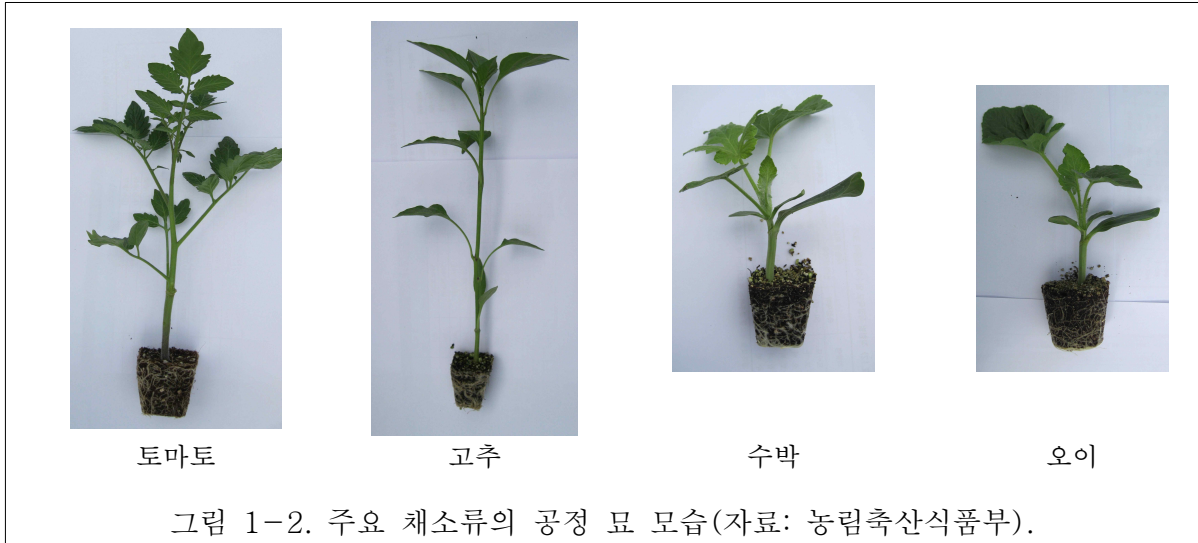
가. 공정육묘 사례 분석을 통한 인삼 공정육묘 발전방안 연구

(1) 채소류 공정육묘의 장점

원예작물 중 공정육묘는 채소류에서 크게 발전하였다. 공정육묘는 주년생산을 가능하게 하였고, 묘의 균일성을 높여 차후 정식 후 생육이나 생산성에서 균일성 및 안정성을 높였다. 특히, 공정육묘장은 환경 제어가 가능하여 묘 생육을 조절할 수 있어 출하 조절이 용이하며, 기계화 및 자동화 시스템에 따라 생력화와 대량생산이 가능하다.

표 1. 개별 육묘와 공정(트레이)육묘의 비교.

관행의 개별육묘와 공정육묘 비교		
구분	개별육묘	공정육묘
육묘시기	동,하절기 육묘곤란	주년 안정육묘 가능
묘소질	불균일,불량묘 비율 높음	양질, 규격묘
발아율	80-85%	95% 이상
육묘용기	크다, 단순	작다, 다양
육묘상토 -상토량 -상토조건 -상토 내 비료량 -추비의 필요성 및 비중	토양 및 경량혼합상토 300mL/주 내외 폭이 넓음(공극률 50%이상) 많다 적다, 요소 또는 4중 복비	경량혼합상토 20-150mL/주 다양 엄격(공극률 80% 이상) 적다 → 비질이 나타나기 쉬움 불가피, 완전액비(미량원소 포함)
재식간격 -생육조절 필욫형 -광환경	넓다, 임의조절 가능 적다 좋다	좁다, 임의조절 제한 크다 나쁘다 → 도장하기 쉬움
근밀도	낮다	높다
육묘환경	불량(저온, 다습, 약광)	최적환경 조성 가능
생육조절	조절 불가능	조절용이
묘소질	불균일	균일
육묘작업	인력	기계화, 자동화
묘 생산성	1,000주/평 (6cm 포트)	3,000-9,000주/평
묘 운송성	곤란	용이(장거리 수송가능)
정식작업 -정식적기 폭 -활착	인력 넓다 지연	기계화 가능 좁다 용이



(2) 채소류 공정육묘 단계

채소류의 공정육묘 단계는 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

- 무접목 묘의 경우 : ①자동파종 → ②발아 → ③육묘 → ④출하
- 접목묘의 경우 : ①자동파종 → ②발아 → ③접목 → ④발아(활착) → ⑤출하

특히 자동파종시스템은 다시 상토혼합 → 상토충진 → 상토진압 → 파종 → 복토 → 관수 등 6단계로 단일 라인(line)으로 이루어진다.

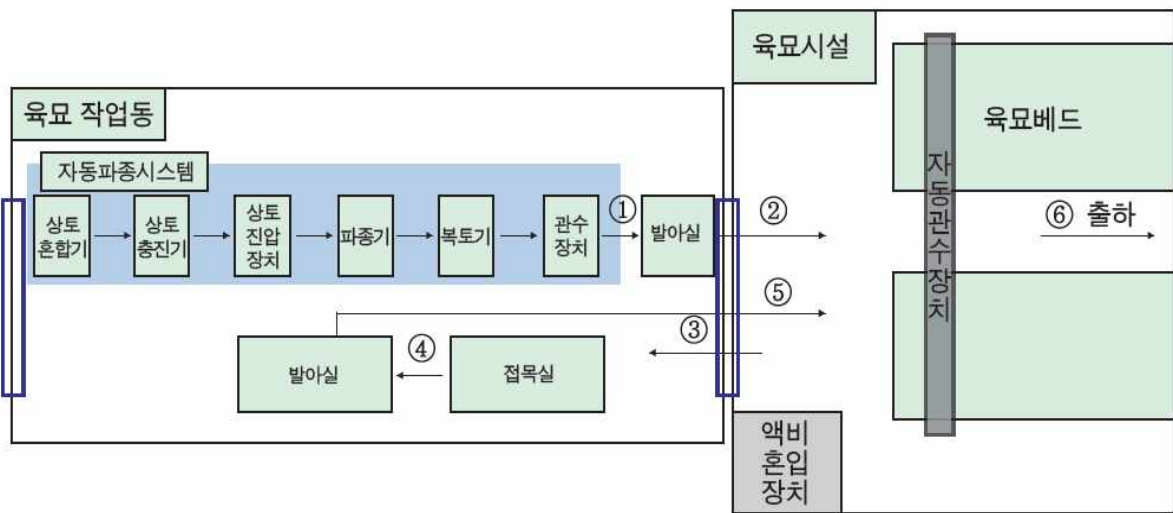


그림 2. 채소류 공정육묘 단계

(3) 채소류의 공정 육묘 시설

채소류의 공정육묘 생산에는 많은 시설 및 기기가 투입된다. 대표적으로 공정단계에 따라 자

동과종기, 발아실 및 발아 트레이, 접목실 및 접목묘 활착실, 육묘장(온실), 그리고 각 단계별로 투여되는 환경제어(온도, 광, 습도), 양수분 공급 시스템(액비혼합장치, 이동식 분무기 등)이 있다.

채소류 공정육묘 단계별 시설 및 기기는 그림 3과 같다. 특히 식물을 다룬다는 측면에서 작물의 종류에 따라 그 투여되는 기술은 차이가 있다. 현재 채소류 공정묘에서도 부각되고 있는 것이 묘의 표준화인데 실제적으로는 생산 현장에서는 지역 기상의 차이, 정식 시기, 육묘장의 시설 수준 등에 따라 경제성을 고려하여 표준화가 되어 있지 않다. 이에 따라 현재 농림축산식품부에서는 종자법을 종묘법으로 개선하여 표준화를 이끌고자 정책적으로 노력하고 있다.

표 2. 채소류 공정(트레이) 육묘 공정별 필요 요소.

공정육묘의 공정, 소요자재, 장비 및 시설			
공정	필요자재	필요장비	시설
묘 생산 계획 작성			사무실
우량 품종 선정			자재창고
상토혼합	상토	상토혼합기	상토조제
상토충진	플러그 트레이	상토충전기	충전작업장
과 종	종자	과종기	과종실
복 토	복토용 상토	복토기	
관 수		관수장치, 운반용대차	
발아촉진		환경제어장치	발아실
육 묘	육묘용 비료	육묘벤치, 관수 및 환경제어장치	육묘온실
접 목	접목도구, 접목로봇	운반용 대차	접목실
접목활착		환경제어장치	활착실
육 묘	육묘용 비료	육묘벤치, 관수 및 환경제어장치	육묘온실
경 화			경화실
포 장	출하자재		
출 하		운송수단	출하작업실



그림 3. 채소 공정육묘의 과정별 사진(자료: 농림축산식품부).

(4) 채소류 공정 육묘의 자동파종 시스템 내 기기의 용도 및 성능

공정육묘 단계 중 세부 단계가 복잡하고 전 과정이 한 line에서 이루어지는 것이 바로 자동 파종시스템이다. 자동파종시스템을 위해서는 기본적으로 6단계의 작업이 연계적으로 이루어져야 하며 가장 주의해야 하는 단계이다.

특히, 상토 비용을 고려하여 관련 기기들의 상토 회수 기능이 필요하고, 종자의 낭비가 없도록 파종기의 파종 정확성이 매우 중요하다.

표 3. 자동파종시스템의 기기 및 설비별 용도 및 주요 기능.

기 기	용도	참고 성능	비고
상토혼합기	상토분쇄, 혼합	자동혼합, 혼합시간	
상토충진기	트레이 자동충진	상토충진의 균일성 잔여상토 회수	
상토진압장치	상토표면 진압, 파종구	진압방식 고려	동력압축식, 무동력 로러식
파종기	종자의 자동 파종	파종율, 파종시간(능력)	종자의 크기, 형성 고려
복토기	복토	복토량 조절, 잔여상토 회수	
관수장치	파종트레이 스프레이	관수량 조절 및 균일성	노즐, 사위형

(5) 채소류 공정 육묘의 설비와 환경제어

공정육묘장의 온실은 유리, 플라스틱필름 온실로 운영된다. 내부 환경 제어를 위해서는 반드시 환기 시스템(천측창, 환풍기), 수광 제어시스템(스크린)이 기본으로 설치되어야 한다. 또한 육묘를 위한 베드 시설, 양액자동혼합기, 양수분 자동 이동 공급장치 등이 필요하다. 묘를 양성하기 위한 육묘장 시설은 일반 자동화 온실에 준한다.

이외의 설비의 기능과 특징은 아래와 같다.

표 4. 공정육묘장의 설비별 주요 기능.

설 비	기능	비고
육묘베드 이송라인	두상 또는 저면관비 베드	온실 규격에 부합해야 함
밭아실	밭아울 및 밭아세 증대	온습도, 광 제어 가능 초미립자 안배분무 바닥온수난방
접목활착촉진실	접목 후 활착 증대	온습도, 광, 습도, 풍속제어 일주일내 종료
두상 관비장치	두상살수, 자동 주행	이동속도, 관비량 조절 동시동작 가능
액비정량 혼입장치	적량 혼입방식	온실의 정량 관비장치
무인방제기	초미립자형 방제	분무 거리, 입경
복합환경제어시스템	컴퓨터 제어	적합한 SW

(6) 인삼 공정육묘 체계를 위한 주요 기술 대안(채소류 공정육묘에 준하여)

(가) 인삼 종자의 개갑 단계

인삼 종자는 채소류 종자와 다르게 개갑작업을 하고 있다. 일부 채소류에서도 개별 육묘에서는 개갑작업과 같은 최아 작업을 하고 있지만, 공정육묘장에서는 밭아실의 환경 조절로 밭아(또는 최아) 작업 없이 이루어지고 있다. 인삼 묘의 개갑작업은 자동파종시스템 내에서 분리되므로 이로 인한 단일화 시스템이 어렵게 된다.

Key point 1. 인삼의 개갑 단계를 없애야 한다.

① 저온 저장고를 통해 휴면 타파는 충분히 가능하다.

② 발아실을 통한 개갑 및 초기 발아

: 채소 공정묘의 실체를 고려하면 인삼 종자도 파종 후 발아실의 온습도 조절을 통해 가능할 것으로 생각된다. 이를 위해서는 온습도 조절이 가능한 별도의 발아실이 필요하다.

③ 만약 별도의 개갑 단계를 두려면 온습도와 전열선 장치를 이용하여 개갑 기간을 단축시킬 수 있는 시스템을 개발해야 한다.

: 현재 간편한 전열장치, 습도(수분) 공급 장치가 있으므로 이를 활용해 볼 수 있다.

(나) 인삼 종자의 형상화

공정육묘 중 자동화가 가장 많이 필요한 부분이 자동파종시스템이다. 이를 위해서는 기본적으로 종자가 균일해야 하며, 이를 위해서 코팅을 하면 효율적이다. 하지만 종자 코팅 비용이 증가한다. 채소류 파종 시 자동파종기의 종자 투입 방식에 따라 달라질 수 있다.

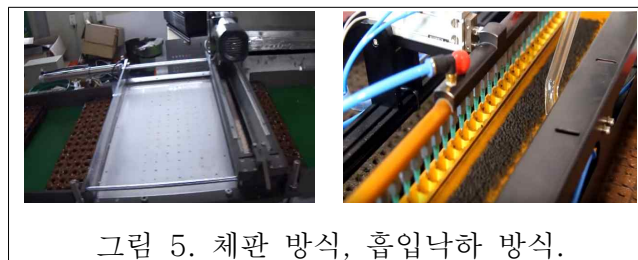
Key point 2. 자동파종기의 이용에 따라 인삼 종자의 코팅 작업이 효율적이다.

① 종자 모양을 구형으로 형상화함으로써 파종 정확도 및 효율성을 높일 수 있고, 기기 고장을 줄일 수 있다.

② 종자 투입 방식은 두 가지가 있다.

: 트레이당 전체 동시 파종 방식(구멍이 있는 체판)

: 트레이의 줄(line)별 파종 방식(종자 흡입 후 낙하)



(다) 인삼종자의 형성화에 따른 파종기의 종자 투입구 조절

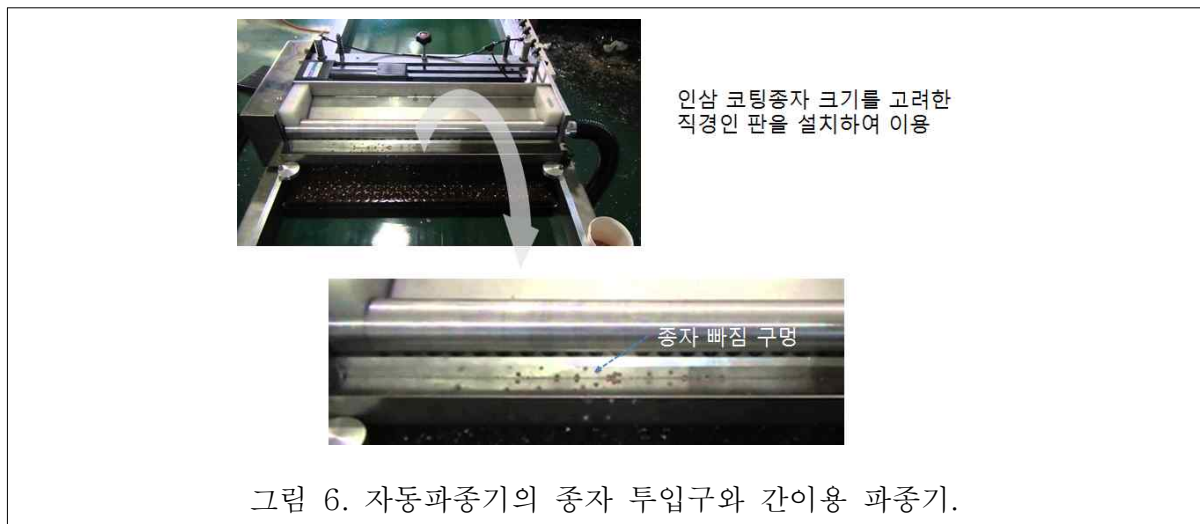
파종기에서 종자는 상토가 충전되어 종자 파종구가 형성된 후 투여된다. 이 과정에서 종자가 투여되는 구멍이 있는데, 이 크기는 코팅종자의 크기에 부합되어야 한다. 이는 시판되는 일반적인 규격이 있으며 또는 제작 가능할 것으로 생각된다.

표 5. 채소류의 펠릿 처리 후 종자 크기(자료: 농림축산식품부).

작물	종자 크기	펠릿처리 후 종자 크기
	(종단 mm × 횡단 mm)	
배추	1.63 × 1.71	3.48 × 3.66
상추	1.19 × 3.87	2.93 × 4.60
무	2.59 × 3.49	5.20 × 5.60

Key point 3. 파종기가 인삼 코팅 종자 크기에 부합되어야 한다.

- ① 아래의 그림과 같이 종자투입구의 직경이 인삼 코팅 종자의 직경에 부합되어야 한다.
- ②인삼 종자의 경우에는 일반 채소종자보다 크므로 형상화할 시 그 크기가 상당할 것으로 예상된다.



(라) 인삼 전용 셀 트레이 개발 또는 응용

최근 농촌진흥청이나 경북농업기술원에서 묘삼 생산을 위한 베드 또는 컨테이너상자 이용 방식이 개발되어 보급되려 하고 있다. 하지만 이러한 방식도 인력에 치중되어 있어 공정묘의 정의에 부합되지 못한다.



그림 7. 인삼 묘 생산을 위한 컨테이너박스 또는 베드(자료: 농촌진흥청).

채소류 공정육묘에서 다루어지는 작물은 대부분 주근계보다는 섬유계가 대부분을 차지한다. 채소류의 공정묘에 활용되고 있는 트레이는 인삼에 적용하기가 적합하지 않다.

임업 분야에서는 양묘를 생산하기 위한 시설양묘시스템 개발이 다수 이루어져 있다. 특히 수목은 주근계 식물로 그에 적합한 묘를 개발하는 연구들이 진행되었다. 기존에 이용되고 있는 셀 트레이 중 임업용 트레이가 인삼 묘를 생산하는 데 활용하기가 적합할 것으로 생각되고 이에 대한 시험이 필요하다.

Key point 4. 인삼 공정육묘 전용 셀 트레이 개발이 필요하다.

① 셀 트레이 개발에는 파종기의 규격을 반드시 고려해야 한다.

- 채소류 공정육묘에서 이용되고 있는 파종시스템을 활용하려면 이에 부합한 셀 트레이 규격을 준수해야 한다. 또는 인삼 전용 셀 트레이를 개발한 후 이에 부합한 파종 시스템을 개발해야 한다.

표 6. 현재 상용화되고 있는 셀(플러그) 트레이 규격.

규격(셀모양)	용기크기 (가로×세로×높이, mm)	셀 배열 (가로×세로)	개별 셀 크기 및 용량 (가로 상, 가로 하, mm/ 부피, cc)
32셀(사각)	544×282×67	8×4	58, 42 / 145
32셀(원형)	544×282×48	8×4	57, 45 / 90
40셀(사각)	544×282×54	8×5	45, 31 / 68
50셀(사각)	544×282×54	10×5	46, 30 / 73
50셀(원형)	544×282×46	10×5	48, 29 / 60
72셀(사각)	544×282×42	12×6	36, 22 / 35
72셀(원형)	544×282×45	12×6	38, 25 / 35
80셀(사각)	544×282×45	16×5	23, 14 / 15
105셀(사각)	544×282×48	15×7	31, 20 / 30
128셀(사각)	544×282×41	16×8	28, 17 / 20
406셀(사각)	544×282×33	29×14	16, 9 / 5
512셀(사각)	544×282×25	32×16	31, 20 / 30

② 기존 제품(임업용)에서 활용 가능한 셀 트레이를 선별하여 활용할 수 있다.

- 이 경우는 반드시 다양한 셀 트레이를 시험을 통해 선별하여 사용해야 한다.
- 하지만 임업 분야에 활용되고 있는 셀 트레이는 종류가 다양하고 채소류의 셀 트레이와 같이 얇은 규격이 있으므로 자동화된 시스템에 활용하기 위해서는 선별된 트레이의 개량이 필요하다.



그림 8. 임업용 셀 트레이(자료: 산림청).



그림 9. 인삼 묘 크기에 부합한 셀 트레이 예시(자료: 산림청).

(마) 인삼 전용 셀 트레이에 부합한 상토 개발 또는 선별

채소류 공정육묘에서는 피트모스 또는 코코넛 코이어와 같은 분진형에 펄라이트를 혼합하여 이용하고 있다. 이는 뿌리가 섬유계에 부합하고, 트레이의 무게가 가벼워져 이동하기가 편리하다.

최근 개발된 컨테이너상자 재배에는 원예상토를 이용하고 있으나 고년근을 목적으로 생산하고 있는 방식 중 최근 방식인 베드 재배를 포함하여 자가재배에서는 주로 마사토를 중심으로

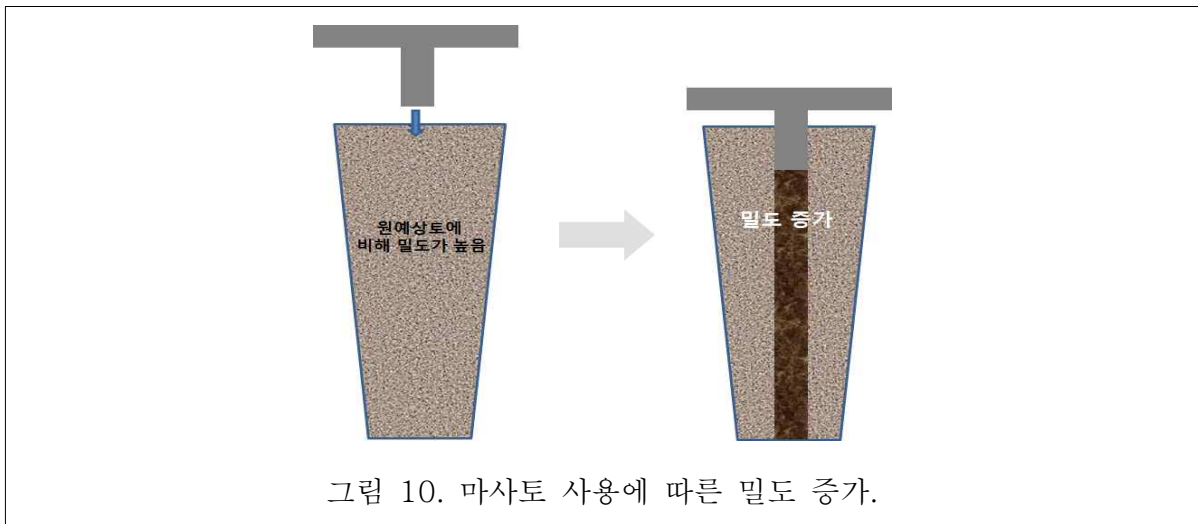
혼합토들이 연구되고 사용되고 있다. 컨테이너상자 재배의 연구 결과를 고려하면 원예상토를 사용하여도 충분한 것으로 판단된다.

만약 상토 비용의 부담으로 기존 마사토가 혼합된 토양을 사용하여야 한다면 다양한 측면에서 고려가 필요하다. 특히, 가벼운 원예상토에 비해 마사토는 무게가 무겁기 때문에 마사토의 트레이 충전에 있어 많은 차이를 나타낼 것으로 생각된다.

Key point 5. 인삼 공정육묘 전용 상토를 개발 또는 원예상토를 이용해야 한다.

① 마사토를 사용해야만 한다면

- 마사토는 원예상토에 비해 무거우므로 밀도가 높아진다. 이는 상토 충전에 있어 균일성에는 도움이 될 수 있으나 파종을 위한 파종구 만들기 단계에서 압착 시 파종구 형성에 다소 더 큰 압력이 필요하게 된다. 그리고 이에 따라 상토의 밀도가 더욱 높아져 초기 뿌리 발근에 효율성을 떨어트릴 수도 있다.
- 그리고 마사토의 무게를 감안한다면 공정마다 사용되는 기기의 힘(마력)이 다소 강해져야 기기에 무리가 가지 않을 것이다.
- 따라서 마사토를 상토로 이용한다면 파종구 만들기의 기작이 압착이 아닌 회전에 의한 구멍 또는 퍼내는 방식이 되어야 상토의 밀도를 더욱 증가시키는 것을 막을 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 이러한 방식을 개발해야 한다.



② 원예상토를 이용한다면

- 농촌진흥청에서 연구된 컨테이너상자 재배에서 원예상토(피트모스+펠라이트)의 가능성이 충분히 나타났으므로 이 결과를 고려하여 사용하면 될 것으로 판단된다.

(바) 인삼의 셀 트레이 묘에 따른 정식법의 변화가 필요하다.

key point ‘2-5’ 항들은 인삼 공정묘를 생산하기 위한 방법론적 기술이었다.

공정묘를 사용하는 채소류는 열간과 주간이 일정한 정식 방법으로 정식된다. 일부 작물은 정식기가 개발되어 활용되기도 하나 아직까지 채소류의 공정묘도 인력에 의해 다수가 이루어지고 있다.

인삼도 채소류와 유사하나 점식으로 재식구를 파지 않고 줄(line) 형태로 골을 낸 후 묘삼을 배열하고 덮는 방식이다. 이에 따라 반자동 또는 자동 정식기가 개발되어 있기도 하다.

<p>포토뱅크 ></p> <p>사이버구독 ></p> <p>웹툰 ></p> <p>인포그래픽 ></p>	<p>기존에는 인삼밭에 해가림 시설을 설치하고 종자를 뿌려 묘삼을 생산해왔지만, 연작 강해 발생과 약제사용으로 인해 친환경 묘삼 생산이 힘들었다.</p> <p>이번에 개발한 인삼 공정묘 기술은 시설후스 안에 베드를 설치한 다음 상토를 채우고 양수관을 정격으로 관리할 수 있도록 시스템화 한 것이다.</p> <div style="text-align: center;"> <p>하우스 설치 베드 설치 파종·관수</p> <p>상토 소독 수확 생육</p> </div> <p>베드는 폭 120cm~150cm, 길이 20cm 내외로 설치하고 상토는 피트모스와 펄라이트를 혼합해 채운다. 파종은 30x30cm로 삼고 경적 또는 지중관수를 설치한다.</p> <p>이 시스템으로 묘삼 재배 시 기존방식보다 뿌리 무게가 10% 더 나가고 우량 묘삼 생산율도 52% 더 증가한다.</p> <p>또한 기존 방식처럼 두둑과 고랑이 별도로 없기에 묘를 심을 수 있는 가용면적이 40% 더 늘어나 수량이 54% 증대한다.</p> <p>더불어 토양 재배가 아닌 상토에서 재배하기에 오염원이 적으며 묘삼 수확 뒤 연작 피해를 예방하기 위한 증기 소독을 해마다 실시할 수 있어 상토 재활용할 수 있다.</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>▲ (좌) 관행묘삼 / (우) 공정묘묘삼</p> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 10px;"> <p>상토 소요량이 많은 공정묘묘의 초기 투입비용을 고려하더라도 4년간 상토 재활용 시 공정묘묘는 관행 대비 생산액의 약 2배 정도 높을 것으로 추정된다.</p> <p>또한 인삼 공정묘묘 생산 시에는 유기농 재배가 가능하다.</p> <p>하우스시설로 비바람을 막고 내부 빛 분포를 균일하게 맞출 수 있어 묘삼의 생육이 건전하기 때문이다.</p> <p>화학비료 사용 없이 식물성 유기물을 물에 희석, 상토에 연 2회~3회 가장 관주하는 방식으로 양분을 보충해주면 된다.</p> <p>이렇게 재배한 묘삼은 인삼을 본밭에 아주 심기 할 때 사용 가능하고, 또 확대되고 있는 인삼 일체소 생산에도 활용할 수 있다.</p> </div> </div> <p>인삼 일체소 생산업체의 경우 출하 회전율이 연 10회 이상으로 발라 묘삼 수요량이 고령근 인삼 생산농가보다 월등히 많다.</p> <p>생산업체에서는 묘삼의 아랫점이 굵고 물량이 부족하고 오기노 묘삼이 시루에 거의 없어 어려움이 많았다</p>
---	--

그림 11. 피트모스와 펄라이트 혼합상토를 이용한 인삼 묘 생산(자료: 농진청)



그림 12. 묘삼의 기계 정식 모습.

Key point 6. 인삼 공정묘(셀 트레이 묘)의 정식 방법을 개발해야 한다.

- ① 인삼 공정묘시스템 개발은 별도의 묘삼 채취가 필요 없게 된다.
- ② 기존과는 다르게 날개별 묘를 재식해야 하기 때문에 시간 및 인력 수요가 증가한다.
- ③ 이점으로는 한 줄(line)의 끝에 포트에서 뽑아낸 묘를 직립으로 세울 수 있다.

또한 트레이 규격을 주(plant)간 간격을 고려하여 제작한다면 점식 배열이 용이해질 수 있다.

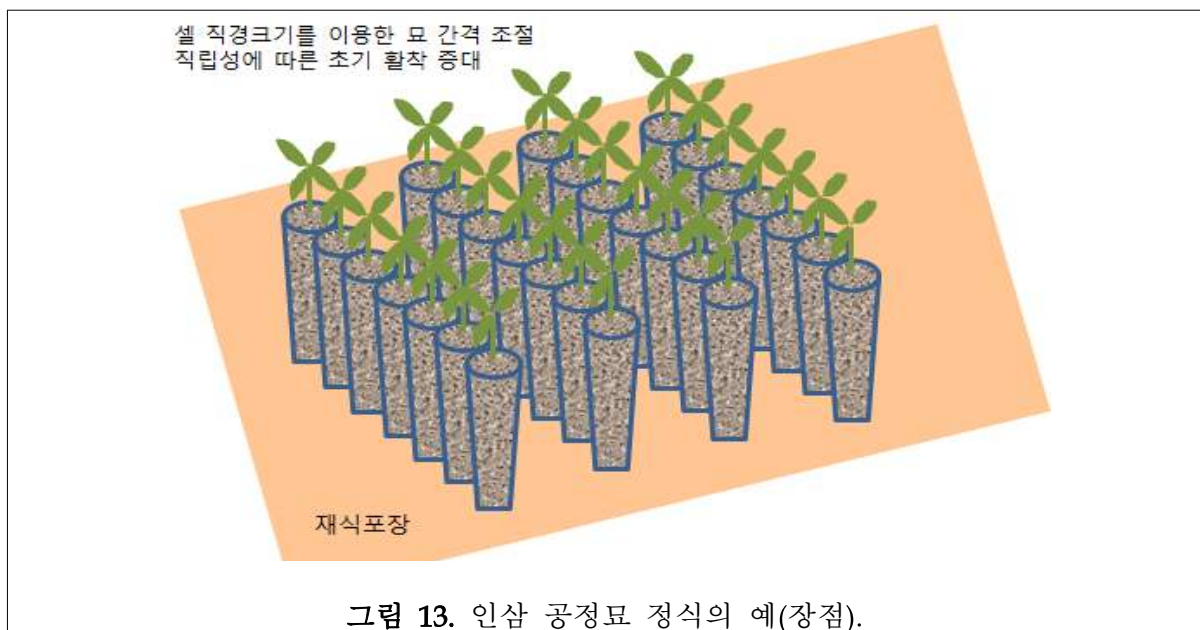


그림 13. 인삼 공정묘 정식의 예(장점).

Key point 7. 트레이 개발후 단위면적당 생산량 극대화를 위한 재배시스템 연구가 필요하다.

- ① 인삼 전용 트레이묘 개발을 통한 공정육묘 도입으로 향후 농가 인력난 등에 대응할 수 있는 장점이 있는 반면, 현재 지표면 재배로 인한 생산방식으로는 공정육묘 생산방식이 도입

되어도 비용이 증가함에 따라 경제성 측면에서도 이를 실제 현장에 도입하기 어렵다.

- ② 특히, 인삼육묘의 경우 1년 이상의 장기간이 소요됨에 따라 수확 회전율이 낮아 경제성이 낮으며, 균질화를 위해서는 표준화된 전용상토를 사용하여야 할 것이나 높은 가격으로 상토의 소요량을 줄여야 할 필요가 있다.
- ③ 이를 위하여 인삼 공정육묘에 있어 바닥 이용 활용률을 극대화할 수 있는 다단재배 방식을 도입할 필요가 있으나, 광의 부족으로 인공광을 사용해야 하는 단점으로 생산비가 급상승하게 되어 이를 해소할 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.
- ④ 본 연구에서는 이러한 문제점을 해소하기 위하여 인삼재배 농가 현장, 국립원예특작과학원, 풍기 및 금산 소재 인삼연구소 등을 방문 조사한 결과 경사면을 활용한 다단트레이 재배로 인공광이 필요 없는 효율적 생산시스템의 개발 필요성을 그림 14와 같이 제기한다.
- ⑤ 그림 14의 경사재배 공정육묘 재배시스템에는 프레임하단에 태양의 각도에 따라 자동 회전할 수 있는 회전관을 설치하고, 트레이는 하단으로 뿌리를 내릴 수 있도록 하단 면에 막힘이 없는 트레이판을 개발할 필요가 있다.
- ⑥ 이 경우, 자동과중시스템을 통해 과중된 트레이를 경사면에 부착시키는 장치와 경사로 인해 상토가 흘러내리지 않도록 고정시키는 트레이 내부 장치가 별도로 요구된다.
- ⑦ 이러한 경사 공정육묘시스템에 대한 개발이 성공한다면 바닥 면적당 최소 3배 이상의 생산성을 제고할 수 있는 동시에 상토비용 및 인공 광 조사를 위한 전력비가 절감됨에 따라 획기적인 육묘시스템의 혁신이 기대된다.

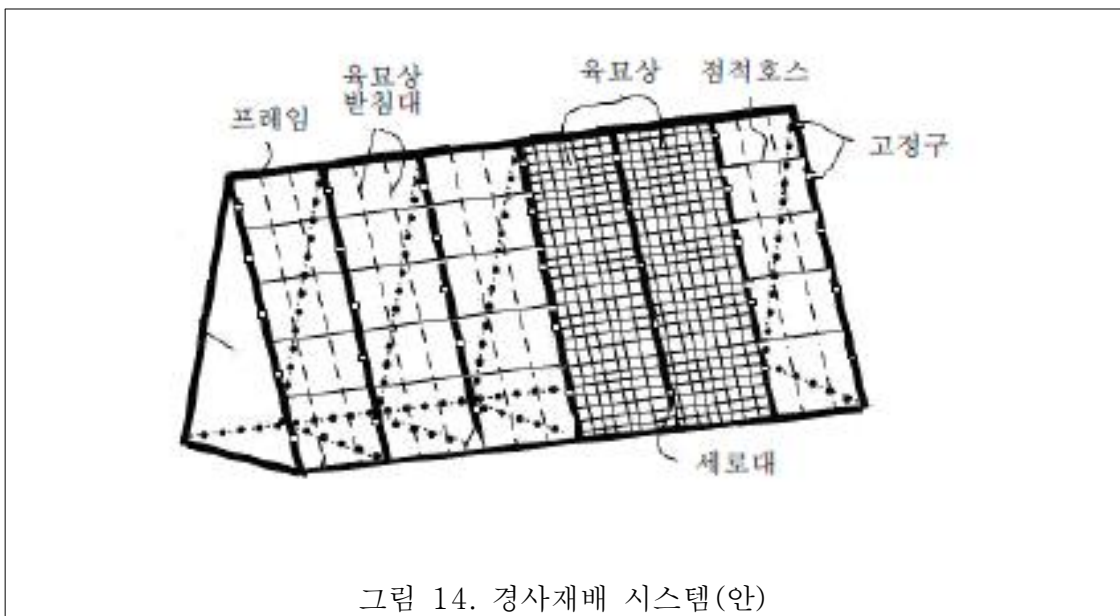


그림 14. 경사재배 시스템(안)

나. 인삼 공정육묘의 분석 지표 및 생육조절

(1) 묘삼의 선별 기준

2017년 인삼통계자료집에 의하면 최근 10년간 수매량 대비 1등급의 비율은 1% 이하, 2등급의 비율은 2~9% 수준이며, 3등급 이하가 대부분을 차지하고 있다. 이러한 유통 인삼의 1~2 등급의 낮은 비율, 즉, 3등급의 높은 비율의 원인은 다양하게 있을 것으로 판단된다. 채소류 공정육묘의 생산성에 대한 연구에서는 묘 소질에 따른 생산성 차이가 크다고 보고되고 있어 묘삼 소질이 최종 생산물과 상관성을 갖고 있을 것으로 판단된다. 하지만 작물은 생육 중의 다양한 원인(환경, 재배자 기술 등)에 의해 달라지므로 묘 소질 차이가 4~6년 후 최종 산물의 품질에 절대적인 영향요인으로만 판단하기는 어렵다.

표 7. 국내 인삼의 수매 등급별 생산 현황.

구 분		'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	
생산	면적 (ha)	911	942	1,054	1,404	1,679	1,995	1,751	1,788	1,664	1,887	
	단수 (kg/10a)	659	672	621	552	571	565	619	664	636	619	
	생산량 (톤)	6,39	6,334	6,547	7,756	9,579	11,280	10,835	12,077	10,580	11,686	
	수매량 (톤)	6,004	6,076	6,273	7,384	8,991	10,844	10,501	11,692	10,256	11,344	
수매	등급	1등	50	40	47	68	44	29	31	24	22	32
		2등	512	443	481	696	587	463	384	341	224	334
		3등	4,621	4,704	4,875	5,509	6,381	7,903	7,890	8,033	6,554	6,991
		4등	778	889	890	-	-	-	-	-	-	-
		등외	45	-	-	1,111	1,394	2,449	2,196	3,285	3,456	3,987
수매금액 (백만원)		235,26 3	234,00 6	243,38 9	306,29 1	381,40 2	432,94 0	427,76 3	455,27 8	385,99 0	425,12 6	
수매비율 (%)		96.2	95.9	95.8	95.2	93.9	96.1	96.9	96.8	96.9	97.4	

자료 : 농림축산식품부(2017)

현재 농촌진흥청 지침에 의하면 관행적으로 너두와 동체의 정성적 평가와 뿌리길이 14cm 이상의 정량적 평가를 기반으로 식재가능 묘삼을 '채' 단위 750g의 기준으로 '갑삼', '을삼' 으로 구분하고 있다. 결국 너두와 동체는 생산자의 자의적 판단에 의해 편차가 심할 것으로 판단된다. 표 8과 같이 '채' 단위로 분류함에 따라 동일한 채(묶음)에서도 800주 내외를 고려할 때 편차가 다소 클 것으로 판단된다. 이와 같이 관행적인 판단기준은 있으나 그 안에서

의 편차로 표 7과 같이 우수한 묘삼으로 인식하여 구입한 채에서 재식 후 묘의 편차로 인하여 최종 생산물의 등급이 달라질 수 있다는 것을 간과할 수 없다.

국립종자원의 인삼 종묘 검사 기준을 살펴보면(표 9), 길이와 중량, 그리고 조사대상 개수에서의 규격 비율을 제시하고 있다.

두 기관에서 모두 묘삼의 길이 14cm 이상으로 공통적으로 제시하고 있고, 채 단위에서 농진청에서는 무게를 기준으로 한 묘삼 개수로, 국립종자원에서는 묘삼 개수 당 무게로 제시하고 있다. 이를 계산하여 보면 묘삼의 중량은 농진청에서는 갑삼을 0.9g 이상, 을삼을 0.9~0.7g, 그리고 0.68(0.7)g 이상으로 제시하고 있다. 따라서 두 기관 모두 개별 근중과 근장 2요소를 충족하도록 제시하는 것이 공통적이다.

하지만 2009년 경기도 농업기술원의 시험연구보고서에서 묘의 근중만이 절대적으로 재식 이후 근중에 영향을 주는 것이 아니고, 묘의 근직경도 함께 영향을 주는 것으로 보고하였고, 우수 인삼 묘를 근중 0.6g이상, 근직경 0.5mm 이상으로 보고하였다.

따라서 이상의 조건을 고려할 때, 근중, 근장, 근직경 3, 요소를 충족할 수 있는 기준을 우량 묘삼 선별 기준으로 하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

표 8. 농촌진흥청 묘삼의 선별기준(2013).

구 분		소질	굵기
식재가능 묘삼	갑삼	뇌두가 건설하고 동체가 곧으며 뿌리길이가 14cm 이상	800종 (800본/750g)이내
	을삼	갑상에 약간 미달된 것	800~1,100종 (800-1,100본/750g)
불가능 모종삼		<ul style="list-style-type: none"> - 뇌두 및 체형이 불량 - 싹이 튼 것 - 동체가 짧은 것 - 상처 입은 것 - 병증 및 적변이 있는 것 	1,100종 (1,100본/750g) 이상으로 작은 것

표 9. 국립종자원 인삼 종묘 검사 기준(2017).

구 분		규격	기준(%)
정묘 비율		해당없음	95.0 이상
규격(크기) 종묘 비율	길 이	14cm 이상	95.0 이상
	중 량	680g/1,000본	95.0 이상
감염묘 비율	특정병	해당없음	무
	기타병	해당없음	1.0 이상
충해묘(특정해충) 비율		해당없음	무
※ 비율은 중량기준임(단, 감염묘, 충해묘 비율은 개수에 대한 비율임)			

표 10. 주요 과채류 육묘일수 및 출하묘 적정 규격 정보(농촌진흥청).

작 물	파종~접목		접목 시 모종 규격	접목 방법	접목 활착	접목활착 ~ 출하	총 육묘일수 (파종 ~ 출하)	출하 시 모종 규격
오이	접수 (162구)	조은백다다기 (6/7일) ※발아실 28℃ 1.5일 포함	초장 4cm 엽수 0.2매	단근합접 접목 후 40구	5 ※활착실 25℃ 24시간 광 및 고습도 조건	14/23	25/35	초장 16-18cm 엽수 3.3-3.5매
	대목 (128구)	흑종 (7/8일) ※발아실 28℃ 1.5일 포함	초장 6cm 엽수 0.2매					
수박	접수 (162구)	삼복꿀 (7/8일) ※발아실 28℃ 2.0일 포함	초장 4cm 엽수 0.2매	합접		20/26	33/40	초장 23-26cm 엽수 4.0-4.5매
	대목 (40구)	불로장생 (8/9일) ※발아실 28℃ 2.0일 포함	초장 6cm 엽수 0.2매					
		신토좌 (5/8일) ※발아실 28℃ 2.0일 포함						
토마토	접수 (128구)	도태량다이아 (17/20일) ※발아실 28℃ 3.0일 포함	초장 6cm 엽수 3.0매	합접		18/25	40/50	초장 26-28cm 엽수 7.3-7.8매 *6매내외 착화
	대목 (40구)	B블록 (18/20일) ※발아실 28℃ 3.0일 포함	초장 6cm 엽수 3.0매					
고추	접수 (128구)	신흥고추 (24/30일) ※발아실 28℃ 3.0일 포함	초장 6cm 엽수 3.0매	합접		20/25	49/60	초장 25-29cm 엽수 9.1-9.3매 *7매 내외 착화
	대목 (50구)	탄탄대목 (24/31일) ※발아실 28℃ 3.0일 포함	초장 6cm 엽수 3.0매					

자료 : 농촌진흥청

원예작물 종묘가 포함된 농산종묘법은 1973년 폐지되었고, 2019년부터 종자법에 육묘가 포함되면서 육묘업등록제가 실시되고 있다. 1990년대 이후 도입 발전되어온 채소류의 공정육묘는 묘의 소질에 대한 규격이 법령으로 제시되어 있지 않다. 특히, 행정규칙으로 산림용, 인삼 및 수산 종자 및 종묘에 대하여 제시되어 있으나, 공정육묘는 자치법규에 따라 지자체에서 일

부 묘 소질보다는 유통, 시설 등에 대하여 규정하고 있을 뿐이다.

하지만 채소류 공정육묘는 관행적으로 제시되고 있는 묘 소질은 지침으로 제시되어 있으나 (표 10) 이는 현장의 변화에 따라 변화하고 있고, 지역마다 기후 여건이 달라 지역별로도 차이를 갖고 있다. 이로 인하여 개별 원예작물의 묘 규격에 대한 법적 규격은 제시되지 않고 있다. 표 10과 같이 최종생산물의 정량적 소질뿐만 아니라 접목 묘를 사용하고 있는 채소류에서 접수와 대목, 그리고 이후 공정을 지침으로 제시하여 우량 묘를 생산할 수 있는 여건을 제시하고 있다.

채소류 공정육묘와 같이 인삼 공정육묘에서도 지역적 기후 특성 및 여건 등을 고려하여 묘 규격을 고려하여야 하므로 우량 묘를 생산할 수 있는 시설, 관리체계에 대한 규제를 강화하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 공정의 투명성은 향후 우량 묘의 생산 비율과 유통 비율을 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다.

이 부분에 대하여는 현재 농촌진흥청(2013)의 ‘인삼 우량묘삼 생산을 위한 육묘기술 지침서 : 고품질 원료삼 생산의 기본정석’에서 시설, 환경, 토양 등 다양한 지침을 제시하고 있다. 이를 참고하여 향후 다양한 시험을 통해 보완 활용할 필요가 있다.

농촌진흥청 연구보고서 11-139004-0002F-01		목차	
CONTENTS		CONTENTS	
<p>인삼</p> <p>고품질 원료삼 생산을 위한 기본정석</p> <p>우량묘삼 생산을 위한 육묘기술 지침서</p> <p>RDA 농촌진흥청 국립원예특작과학원</p>		1. 총자 준비	33
		3.1. 개당(당)수명일	33
		3.2. 인공-상태	34
		3.3. 인공-상태	34
		3.4. 토지-상태	34
		3.5. 토지-상태	34
		3.6. 토지-상태	34
		3.7. 토지-상태	34
		3.8. 토지-상태	34
		3.9. 토지-상태	34
		3.10. 토지-상태	34
		3.11. 토지-상태	34
		3.12. 토지-상태	34
		3.13. 토지-상태	34
		3.14. 토지-상태	34
		3.15. 토지-상태	34
		3.16. 토지-상태	34
		3.17. 토지-상태	34
		3.18. 토지-상태	34
		3.19. 토지-상태	34
		3.20. 토지-상태	34
		3.21. 토지-상태	34
		3.22. 토지-상태	34
		3.23. 토지-상태	34
		3.24. 토지-상태	34
		3.25. 토지-상태	34
		3.26. 토지-상태	34
		3.27. 토지-상태	34
		3.28. 토지-상태	34
		3.29. 토지-상태	34
		3.30. 토지-상태	34
		3.31. 토지-상태	34
		3.32. 토지-상태	34
		3.33. 토지-상태	34
		3.34. 토지-상태	34
		3.35. 토지-상태	34
		3.36. 토지-상태	34
		3.37. 토지-상태	34
		3.38. 토지-상태	34
		3.39. 토지-상태	34
		3.40. 토지-상태	34
		3.41. 토지-상태	34
		3.42. 토지-상태	34
		3.43. 토지-상태	34
		3.44. 토지-상태	34
		3.45. 토지-상태	34
		3.46. 토지-상태	34
		3.47. 토지-상태	34
		3.48. 토지-상태	34
		3.49. 토지-상태	34
		3.50. 토지-상태	34
		3.51. 토지-상태	34
		3.52. 토지-상태	34
		3.53. 토지-상태	34
		3.54. 토지-상태	34
		3.55. 토지-상태	34
		3.56. 토지-상태	34
		3.57. 토지-상태	34
		3.58. 토지-상태	34
		3.59. 토지-상태	34
		3.60. 토지-상태	34
		3.61. 토지-상태	34
		3.62. 토지-상태	34
		3.63. 토지-상태	34
		3.64. 토지-상태	34
		3.65. 토지-상태	34
		3.66. 토지-상태	34
		3.67. 토지-상태	34
		3.68. 토지-상태	34
		3.69. 토지-상태	34
		3.70. 토지-상태	34
		3.71. 토지-상태	34
		3.72. 토지-상태	34
		3.73. 토지-상태	34
		3.74. 토지-상태	34
		3.75. 토지-상태	34
		3.76. 토지-상태	34
		3.77. 토지-상태	34
		3.78. 토지-상태	34
		3.79. 토지-상태	34
		3.80. 토지-상태	34
		3.81. 토지-상태	34
		3.82. 토지-상태	34
		3.83. 토지-상태	34
		3.84. 토지-상태	34
		3.85. 토지-상태	34
		3.86. 토지-상태	34
		3.87. 토지-상태	34
		3.88. 토지-상태	34
		3.89. 토지-상태	34
		3.90. 토지-상태	34
		3.91. 토지-상태	34
		3.92. 토지-상태	34
		3.93. 토지-상태	34
		3.94. 토지-상태	34
		3.95. 토지-상태	34
		3.96. 토지-상태	34
		3.97. 토지-상태	34
		3.98. 토지-상태	34
		3.99. 토지-상태	34
		3.100. 토지-상태	34
		3.101. 토지-상태	34
		3.102. 토지-상태	34
		3.103. 토지-상태	34
		3.104. 토지-상태	34
		3.105. 토지-상태	34
		3.106. 토지-상태	34
		3.107. 토지-상태	34
		3.108. 토지-상태	34
		3.109. 토지-상태	34
		3.110. 토지-상태	34
		3.111. 토지-상태	34
		3.112. 토지-상태	34
		3.113. 토지-상태	34
		3.114. 토지-상태	34
		3.115. 토지-상태	34
		3.116. 토지-상태	34
		3.117. 토지-상태	34
		3.118. 토지-상태	34
		3.119. 토지-상태	34
		3.120. 토지-상태	34
		3.121. 토지-상태	34
		3.122. 토지-상태	34
		3.123. 토지-상태	34
		3.124. 토지-상태	34
		3.125. 토지-상태	34
		3.126. 토지-상태	34
		3.127. 토지-상태	34
		3.128. 토지-상태	34
		3.129. 토지-상태	34
		3.130. 토지-상태	34
		3.131. 토지-상태	34
		3.132. 토지-상태	34
		3.133. 토지-상태	34
		3.134. 토지-상태	34
		3.135. 토지-상태	34
		3.136. 토지-상태	34
		3.137. 토지-상태	34
		3.138. 토지-상태	34
		3.139. 토지-상태	34
		3.140. 토지-상태	34
		3.141. 토지-상태	34
		3.142. 토지-상태	34
		3.143. 토지-상태	34
		3.144. 토지-상태	34
		3.145. 토지-상태	34
		3.146. 토지-상태	34
		3.147. 토지-상태	34
		3.148. 토지-상태	34
		3.149. 토지-상태	34
		3.150. 토지-상태	34
		3.151. 토지-상태	34
		3.152. 토지-상태	34
		3.153. 토지-상태	34
		3.154. 토지-상태	34
		3.155. 토지-상태	34
		3.156. 토지-상태	34
		3.157. 토지-상태	34
		3.158. 토지-상태	34
		3.159. 토지-상태	34
		3.160. 토지-상태	34
		3.161. 토지-상태	34
		3.162. 토지-상태	34
		3.163. 토지-상태	34
		3.164. 토지-상태	34
		3.165. 토지-상태	34
		3.166. 토지-상태	34
		3.167. 토지-상태	34
		3.168. 토지-상태	34
		3.169. 토지-상태	34
		3.170. 토지-상태	34
		3.171. 토지-상태	34
		3.172. 토지-상태	34
		3.173. 토지-상태	34
		3.174. 토지-상태	34
		3.175. 토지-상태	34
		3.176. 토지-상태	34
		3.177. 토지-상태	34
		3.178. 토지-상태	34
		3.179. 토지-상태	34
		3.180. 토지-상태	34
		3.181. 토지-상태	34
		3.182. 토지-상태	34
		3.183. 토지-상태	34
		3.184. 토지-상태	34
		3.185. 토지-상태	34
		3.186. 토지-상태	34
		3.187. 토지-상태	34
		3.188. 토지-상태	34
		3.189. 토지-상태	34
		3.190. 토지-상태	34
		3.191. 토지-상태	34
		3.192. 토지-상태	34
		3.193. 토지-상태	34
		3.194. 토지-상태	34
		3.195. 토지-상태	34
		3.196. 토지-상태	34
		3.197. 토지-상태	34
		3.198. 토지-상태	34
		3.199. 토지-상태	34
		3.200. 토지-상태	34
		3.201. 토지-상태	34
		3.202. 토지-상태	34
		3.203. 토지-상태	34
		3.204. 토지-상태	34
		3.205. 토지-상태	34
		3.206. 토지-상태	34
		3.207. 토지-상태	34
		3.208. 토지-상태	34
		3.209. 토지-상태	34
		3.210. 토지-상태	34
		3.211. 토지-상태	34
		3.212. 토지-상태	34
		3.213. 토지-상태	34
		3.214. 토지-상태	34
		3.215. 토지-상태	34
		3.216. 토지-상태	34
		3.217. 토지-상태	34
		3.218. 토지-상태	34
		3.219. 토지-상태	34
		3.220. 토지-상태	34
		3.221. 토지-상태	34
		3.222. 토지-상태	34
		3.223. 토지-상태	34
		3.224. 토지-상태	34
		3.225. 토지-상태	34
		3.226. 토지-상태	34
		3.227. 토지-상태	34
		3.228. 토지-상태	34
		3.229. 토지-상태	34
		3.230. 토지-상태	34
		3.231. 토지-상태	34
		3.232. 토지-상태	34
		3.233. 토지-상태	34
		3.234. 토지-상태	34
		3.235. 토지-상태	34
		3.236. 토지-상태	34
		3.237. 토지-상태	34
		3.238. 토지-상태	34
		3.239. 토지-상태	34
		3.240. 토지-상태	34
		3.241. 토지-상태	34
		3.242. 토지-상태	34
		3.243. 토지-상태	34
		3.244. 토지-상태	34
		3.245. 토지-상태	34
		3.246. 토지-상태	34
		3.247. 토지-상태	34
		3.248. 토지-상태	34
		3.249. 토지-상태	34
		3.250. 토지-상태	34
		3.251. 토지-상태	34
		3.252. 토지-상태	34
		3.253. 토지-상태	34
		3.254. 토지-상태	34
		3.255. 토지-상태	34
		3.256. 토지-상태	34
		3.257. 토지-상태	34
		3.258. 토지-상태	34
		3.259. 토지-상태	34
		3.260. 토지-상태	34
		3.261. 토지-상태	34
		3.262. 토지-상태	34
		3.263. 토지-상태	34
		3.264. 토지-상태	34
		3.265. 토지-상태	34
		3.266. 토지-상태	34
		3.267. 토지-상태	34
		3.268. 토지-상태	34
		3.269. 토지-상태	34
		3.270. 토지-상태	34
		3.271. 토지-상태	34
		3.272. 토지-상태	34
		3.273. 토지-상태	34
		3.274. 토지-상태	34
		3.275. 토지-상태	34
		3.276. 토지-상태	34
		3.277. 토지-상태	34
		3.278. 토지-상태	34
		3.279. 토지-상태	34
		3.280. 토지-상태	34
		3.281. 토지-상태	34
		3.282. 토지-상태	34
		3.283. 토지-상태	34
		3.284. 토지-상태	34
		3.285. 토지-상태	34
		3.286. 토지-상태	34
		3.287. 토지-상태	34
		3.288. 토지-상태	34
		3.289. 토지-상태	34
		3.290. 토지-상태	34
		3.291. 토지-상태	34
		3.292. 토지-상태	34
		3.293. 토지-상태	34
		3.294. 토지-상태	34
		3.295. 토지-상태	34
		3.296. 토지-상태	34
		3.297. 토지-상태	34
		3.298. 토지-상태	34
		3.299. 토지-상태	34
		3.300. 토지-상태	34
		3.301. 토지-상태	34
		3.302. 토지-상태	34
		3.303. 토지-상태	34
		3.304. 토지-상태	34
		3.305. 토지-상태	34
		3.306. 토지-상태	34
		3.307. 토지-상태	34
		3.308. 토지-상태	34
		3.309. 토지-상태	34
		3.310. 토지-상태	34
		3.311. 토지-상태	34
		3.312. 토지-상태	34
		3.313. 토지-상태	34
		3.314. 토지-상태	34
		3.315. 토지-상태	34
		3.316. 토지-상태	34
		3.317. 토지-상태	34
		3.318. 토지-상태	34
		3.319. 토지-상태	34

다양하게 이루어졌다. 보광, 물리적 스트레스, 화학약제 등을 이용하여 현장에서 필요한 시기에 적절한 소질을 보유한 묘를 생산하기 위하여 활용되고 있다. 특히, 트리아졸계 농약이 생장억제제로 다용되고 있지만 아직까지 전용약제로 지정이 되어 있지 못하여 향후 다양한 분쟁에 있어 문제가 될 소지를 갖고 있다. 하지만 현장에서는 최종산물이 아닌 묘 생산에만 사용되어 재식 후 이로 인한 최종생산물에 대한 악영향은 아직까지 명확히 밝혀지지 않았고, 그 효과가 뚜렷하여 다용되고 있다. 특히, 채소류 공정육묘에서 지상부 생육을 억제함으로써 지하부 생장이 좋아진다는 일부 연구결과가 있다(표 11).

묘삼 생산을 위해서는 지하부 생육을 촉진시켜야 하므로 이에 대한 연구들이 필요하다.

○ 광도 및 광질

인삼은 채소류와 다르게 저광 조건을 갖지만 차광율에 따른 단순 광도 및 광량 차이보다는 식물체에 직접 영향을 주는 광질을 이용한 시험이 필요하다. 광질에 따른 식물생리를 이용하여 동화산물의 지하부 이동을 촉진시킬 수 있는 기술 개발이 필요하다. 채소류에서는 인공광원의 광질, 광도 등에 대한 묘의 줄기신장, 뿌리발달 등에 대한 연구들이 활발히 진행 중이다.

○ 생장조정제

인삼은 차광 조건에서 관리를 하므로 차광정도에 따라 동화산물 생산량 및 분배의 차이를 가져올 수 있다. 따라서 앞에서 다룬 광도 및 광질을 구명한 후 이를 기준으로 현장의 지역기후 및 시설 차이에서 오는 생육 차이를 보완할 수 있는 기술이 현장에서는 필요하다. 앞에서 말한 바와 같이 채소류 공정육묘에서는 특정 트리아졸계 농약을 불량환경에서 도장을 억제하기 위한 생장억제제로 유용하게 활용되고 있다.

하지만 뿌리로의 동화산물 분배를 높여 뿌리 발달이 높아지는 결과들이 많으므로 이를 활용할 수 있는 약제를 탐색하고 등록시켜 활용할 필요가 있다. 특히, 묘삼의 소질에 있어 채소류와 다르게 뿌리의 생장이 절대적이므로 이에 생장을 집중시킬 수 있는 다양한 방법에 대한 연구가 검토되어야 한다. 단, 새싹용 상품으로서는 잔류농약의 문제가 있을 수 있으므로 재식용과 구분하여야만 할 것이다.

○ 물리적 스트레스

채소류 공정육묘에서는 물리적 스트레스를 통한 묘의 생육을 조절하기 위한 연구가 진행 중이고, 생육 억제 효과가 있는 것으로 알려지고 있다. 이는 불량환경에서 지상부의 지나친 생육을 억제하고 지하부 생육을 촉진함으로써 묘 소질을 향상시키는 데 있다. 묘삼에서도 개갑된 종자를 파종 및 발아 후 지상부의 생육이 뿌리부 생육에 영향을 미칠 것으로 판단되므로 지상

부의 동화작용 수준을 탐색하여 설정하고 나머지 부분에 대하여는 지하부(뿌리)의 생육에 집중될 수 있는 다양한 방법이 시도되어야 한다. 하지만 인력에 의한 물리적 스트레스를 주기에는 생력화를 저해하므로 이에 부합한 장치의 개발도 병행되어야 할 것이다. 특히, 앞에서 말한 생장조정제는 새싹용에는 사용이 어렵지만 물리적 스트레스는 친환경적 생장억제 방법으로 사용이 가능하다.

표 11. Diniconazole 처리농도에 따른 토마토, 오이 공정묘의 건물중과 S/R율(농림축산식품부, 2016).

	Concentration (mg · L ⁻¹)	Dry weight (g/plant)			S/R ratio
		Leaf	Stem	Root	
토마토	Non-treatment	0.50 a ^z	0.58 ab	0.26 b	4.1 a
	5	0.52 a	0.68 a	0.53 a	2.3 c
	10	0.36 b	0.53 b	0.30 b	3.0 b
	20	0.17 c	0.55 ab	0.28 b	2.6 bc
오이	Non-treatment	0.24 a	0.123 a	0.078 b	4.6 a
	5	0.24 a	0.088 b	0.120 a	2.7 c
	10	0.14 b	0.059 b	0.072 b	2.7 c
	20	0.24 a	0.055 b	0.092 a	3.2 b

^zDifferent letters within columns indicate significant difference based on Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$

다. 인삼 공정육묘 모델의 적용연구

(1) 인삼 육묘의 생력화

○ 묘 생산 트렌드의 변화

채소류의 묘는 자가생산 → 공동생산 → 주문생산으로 변해왔다. 농업 인구의 고령화 및 감소로 인해 육묘 산업의 시장은 공정육묘 도입 이후 1997년 약 20ha에서 2014년 기준 195ha로 증가하였고, 육묘업체 수 또한 약 50업체에서 292업체로 크게 증가하였다. 특히, 주문생산 체계가 이루어짐에 따라 육묘장의 경영의 효율화가 잘 이루어졌다. 표 12와 같이 농업인의 직접적인 생산보다 주문형 생산 비율은 크게 늘어날 것으로 예상된다. 일부 채소류에서는 95% 이상이 구입으로 재식되고 있다. 이에 따라 묘 소질에 대한 많은 투자와 연구가 이루어졌다. 향후 이러한 트렌드는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

표 12. 농업인의 묘 구입 비율 및 추후 예상.

품 목	13년	18년	23년
벼	21%	40%	60%
엽채류	45%	65%	80%
과채류	57%	80%	95%

자료 : 농림축산식품부

이러한 육묘 산업 트렌드의 변화는 표 13과 14의 보고 결과를 보듯이 자가생산보다 다양한 측면에서 이점을 갖고 있기 때문이다. 2014년 농가 설문조사 결과에 따르면 응답자의 78.7%가 자가육묘와 비교하여 묘를 구입해서 사용하는 것이 종자가 절감된다고 조사되었다. 또한 91.1%의 응답자 대부분이 묘를 구입하여 사용하였을 경우 노동력이 절감된다고 응답하였다. 특히, 가장 많은 34.7%의 응답자는 30% 이상 노동력이 절감된다고 답하였다. 이와 같이 대부분의 농가에서 묘를 구입하여 사용하는 것이 종자 절감과 노동력이 절감된다고 판단하고 있으며, 묘 구입비용을 고려하더라도 종자구입비, 인건비, 육묘에 이용하는 토지이용효율 등을 고려하면 묘를 구입하여 사용하는 것이 경제성 측면에서도 유리할 것으로 생각된다.

표 13. 묘 구입 시 자가육묘와 비교하여 종자 사용량 절감 정도(자료:한국농촌경제연구원).

구분	종자 사용량 절감								절감되지 않음	계
	1~5% 절감	6~10% 절감	11~15% 절감	15~20% 절감	21~25% 절감	26~30% 절감	31%이상절감	소계		
비중	6.2	16.2	10.1	18.0	6.5	8.9	21.8	78.7	21.3	100

표 14. 묘 구입 시 자가 육묘와 비교한 노동력 절감 정도.

구분	노동력 절감								절감되지 않음	계
	1~5% 절감	6~10% 절감	11~15% 절감	15~20% 절감	21~25% 절감	26~30% 절감	31%이상절감	소계		
비중	2.4	6.7	6.8	18.5	8.6	13.5	34.7	91.1	8.9	100

○ 묘삼 생산을 위한 생력화

인삼 육묘 산업에서는 아직까지 자가생산에 의존적이고 이로 인하여 토지 이용, 인력, 그리고 우량 묘삼 생산 기반 등에 있어 불리한 환경이 지속되고 있다. 정부의 지원 정책에 따라 일부에서는 개갑장이 별도로 운영되어 기간 단축 및 생력화를 다소 이루었으나 아직까지 그 기술 수준에 있어 채소류 공정육묘에 크게 미치지 못하고 있다.

묘삼 생산의 생력화를 위해서는 다음과 같은 것이 필요할 것으로 판단된다.

- 생산 시설의 표준화

원예 분야에서는 시설원예작물의 급격한 성장에 따라 한국형 온실의 표준화 연구들이 진행되었고, 경제성을 고려한 한국형온실 표준화가 이루어졌다. 이러한 기반에서 공정육묘장에 대한 온실 표준화 모델이 연구 제시되었다. 인삼 육묘에 대하여도 단동 및 연동 비닐하우스의 규격에 대하여 농림수산식품부(농림축산식품부)에 고시(제2010-128)되어 있다. 하지만 채소류 공정육묘장에 비하여 현장에 보급이 되어 있지 않고 있다. 이를 위해서는 실제적으로 정부의 적극적인 지원방안이 필요할 것으로 판단된다.

구분	단동비닐하우스 10-단동-4형	연동비닐하우스 07-자동화-1형
규격	8.2 × 50m	(7 × 50m) × 3연동
평방미터면적	410m ²	1050m ²
평면적	124,025명	317,625명
실 모상면적	90 cm × 50 m × 5(0랑 수) = 225m ²	90 cm × 50 m × 12(0랑 수) = 540m ²
시설 내 이용면적율	54.88%	51.43%

그림 16. 인삼 육묘 단동 및 연동 비닐하우스 규격(농림축산식품부).

- 생산 시설의 자동화

채소류 공정육묘장에서는 생력화를 위한 자동화 시스템이 다양하게 연구되어 적용되고 있다. 특히, 그림 17, 18과 같이 종자의 팽릿기술이 발달하면서 표준화된 파종 장치 개발이 용이해져 현장에서 전자동화시스템을 갖추게 되었고, 접목 부분에서는 로봇까지 실용화가 된 단계이다.

인삼 육묘에서는 시설(하우스)의 환경제어 자동화는 현재 시설원예 기술을 적용한다면 충분히 가능할 것으로 판단된다. 하지만 종자 특성 상 장기간의 개갑기간이 필요하므로 채소류와 같이 생산 자동화 시스템을 갖기 위해서는 다음과 같은 과정이 우선 되어야 할 것이다.

①개갑장 자동화 → ②우수종자선발 → ③종자의 팽릿기술(종자 규격표준화) 및 적합 플러그 개발 → ④파종자동화 순으로 되어야 할 것이다.

하지만 인삼 육묘 특성 상 다단 재배가 권장되고 있으므로 오히려 채소류 공정육묘보다 자동화 기술 수준이 높게 적용되어야 할 것이다. 특히, 다단재배에 따라 플러그를 사용하지 않고

라. 인삼공정육묘 활성화를 위한 종자 및 묘삼 공급 체계 등 실용화 연구

(1) 종자 공급 실태 및 우수종자 확보

○ 인삼종자 공급 실태

관행의 인삼 종자공급형태는 현재 인삼재배농가 중 80~90%에 달하는 농가에서 자가채종을 통하여 조달하고 있고 일부 농가 간 잉여생산된 종자의 거래가 이루어지고 있는 것으로 파악된다. 그 외에 종자시장 또는 인삼농협을 통해 부족분을 공급받고 있는 형태이다. 이와 같은 종자 전문 생산·유통업체가 부재한 상황에서 재래의 방법으로 유통이 이루어지다보니 생산량 파악이 어려워 해마다 공급가격의 불안정이 심화되고, 우량종자 수급이 어렵다. 2014년 농식품부와 인삼농협이 시범적으로 농가와 계약으로 인삼종자를 수매 후 희망농가에 공급하는 사업을 진행하였지만 장기적으로 체계적인 전문종자유통망이 확립 될 필요가 있을 것으로 생각된다.

○ 우수 종자 기준 마련

우수 종자 공급을 위하여 명확한 기준 설정이 선행되어야 할 것으로 보여진다. 2008년 국내 품종 8가지의 종자 크기에 따른 개갑률 및 묘삼의 생육의 연구결과에 따르면(표 15) 품종간 차이를 제외하면 종자 크기가 클수록 묘삼의 지상부 및 지하부의 생육이 우수하였다. 품종 간 차이를 배제한 종자크기에 따른 개갑률은 유의한 차이를 보이지 않았다. 해당 연구결과에 따라 우량묘삼생산을 위해서는 4.7mm 이상의 종자를 사용하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

표 15. 종자크기에 따른 품종별 개갑률(%).

Cultivars	Mesh size(mm)			
	Upper 5.0	5.0-4.7	4.7-4.0	Under 4.0
Chunpoong ^{e*}	56.8	55.2	55.8	55.8
Yunpoong ^c	72.8	77.2	74.4	71.2
Geumpoong ^c	70.4	74.0	74.8	77.8
Gopoong ^c	71.8	75.4	73.0	71.4
Sunpoong ^b	79.0	80.0	83.4	82.0
Sunwon ^a	87.2	82.8	85.8	85.0
Sunweon ^d	67.0	68.8	68.0	69.0
Chungsun ^c	75.0	73.8	75.2	68.2

*Mean with same letters are not significantly different in DMRT(0.05)

자료 : 이준수 외 3명, 2008

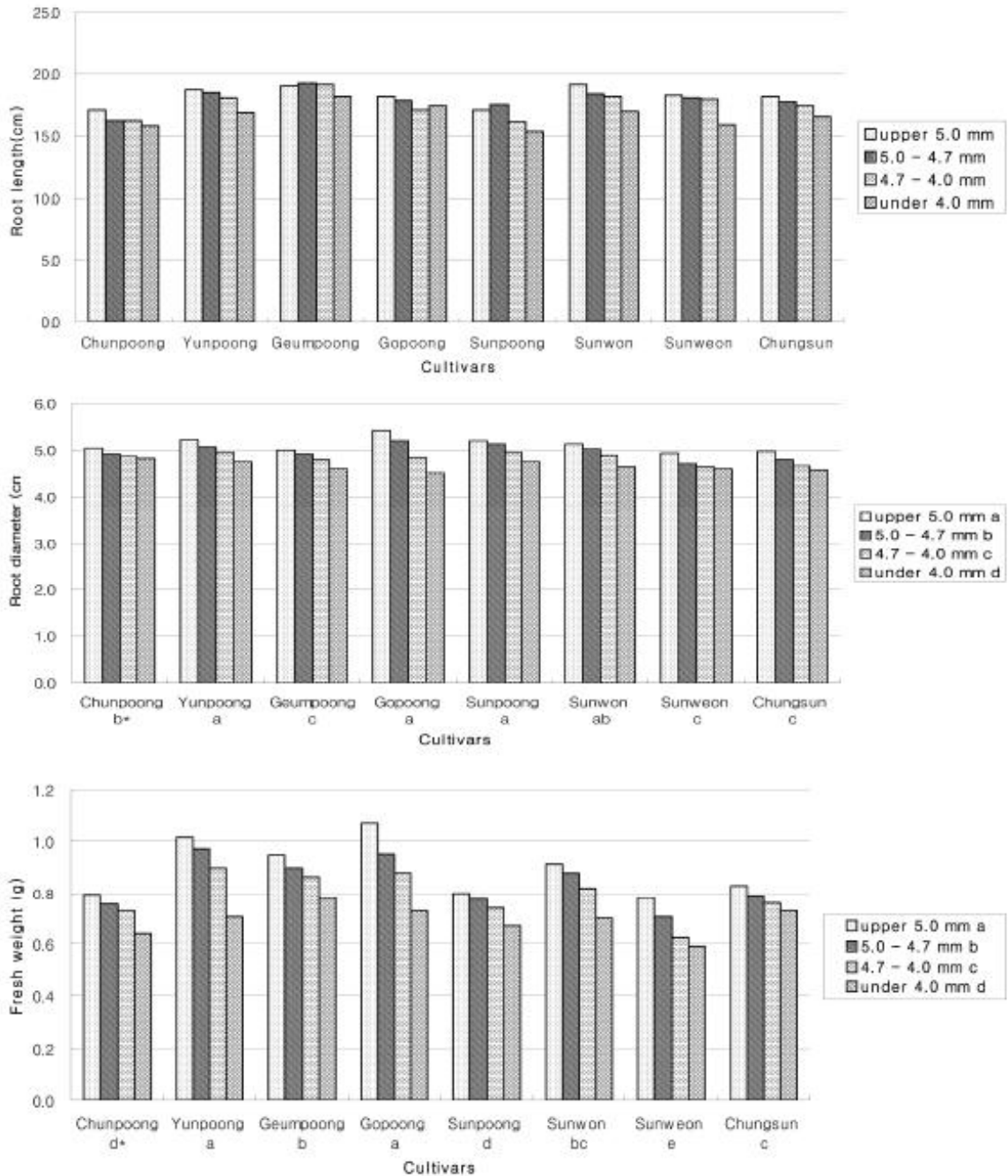


그림 20. 종자크기에 따른 품종별 지하부 생육량(자료 : 이준수 등, 고려인삼학회, 2008).

○ 채종 전문업체 필요

관행의 인삼 채종은 재배 중인 3년생 또는 4년생의 일부 작물에서 채종하는 방식이다. 일부 작물에서 채종이 이루어지기 때문에 균일한 품질의 종자를 채종하기 어렵다. 또한 재배 중의 채종은 지하부의 생육 및 상품성 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 따라서 규모화 된 전용 채종포에서 우량종자만 선별하여 채종할 수 있는 채종 전문업체가 요구된다.

○ 유통구조의 개선

관행의 인삼 종자 거래는 농가 간 잉여 생산된 종자 거래가 대부분으로 종자의 품질이 보장되지 않는다. 따라서 개갑종자와 미개갑종자를 구분하여 종자산업법에 따라 철저히 품질표시를 하여 유통하도록 우수종자 기준 표준화 및 유통구조의 개선이 필요할 것으로 보여진다. 따라서 그림 21과 같은 종자 유통체계를 제안한다. 재배농가에서 국립종자원에 필요한 종자를 신청하면 국립종자원은 인삼조합에 종자 소요량을 알려준다. 인삼조합은 채종농가에 위탁 생산한 종자를 수매하여 미개갑 종자를 공동 개갑장이나 재배농가에 공급하며, 공동 개갑장에서 개갑을 완료한 종자 또한 수매하여 재배농가에 공급한다. 국립종자원은 채종 농가의 포장 관리 상태 등 채종 관리를 한다.

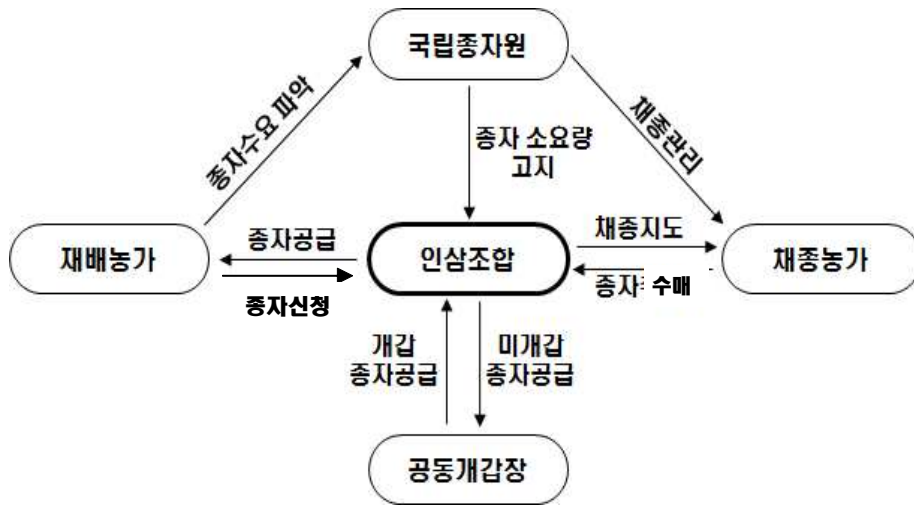


그림 21. 인삼 종자의 유통체계

(2) 효율적 묘삼 공급체계 구축 방안

○ 정책적 지원(채소분야 시설지원 사례-육묘장)

1990년대 중반 ‘채소생산유통지원사업’으로 정부지원을 받아 첨단생산시설을 갖춘 육묘장이 생겨났다. 이후 ‘시설원예품질개선사업’을 통하여 일부 육묘장이 시설지원을 받았다. 묘삼 생산 및 유통 체계 구축을 위한 정책적 지원이 수반되면 더 원활한 기반 구축이 가능할 것으로 생각된다. 묘삼 생산 분야에서도 2013년 농식품부에서 시행한 우량 묘삼 생산을 위해서 「인삼 종묘삼 생산시설 현대화사업」을 통하여 인삼 종자 자동화 개갑시설 5개소가 지원되었다. 하지만 이는 개갑장에 한정되어 있으며 원예작물 공정육묘장과 비교하여 자동화 기기나 설비가 부족한 실정이며 최종적으로 묘삼 생산 전용 육묘장 건립을 위한 정책적 지원이 요구된다.

표 16. 시설원에 품질개선사업의 성과목표 및 지표

성과지표	2014 (목표치)	최근 3개년 실적			지표산출 시기	측정방식
		2011	2012	2013		
시설현대화 지원시설 생산 증가율(%)	11	-	-	-	익년 8월	일반원예시설 중 현대화 지원시설 생산 증가율 - 시설재배단수/노지재배 단수 ×100

자료 : 농림수산식품부, 2011

표 17. 시설원에 품질개선사업의 연도별 재정투입 계획.

단위 : 백만원

구 분	2011년까지	2012년	2013년	2014년	2015년 이후
계	44,308	58,300	58,300	49,555	232,720
국 고	11,660	11,660	11,660	11,660	46,400
지방비	20,988	17,490	17,490	17,490	69,960
용 자	-	17,490	17,490	8,745	46,400
자부담	11,660	11,660	11,660	11,660	69,960

자료 : 농림축산식품부, 2014

○ 공동 개압장 활성화

효율적 묘삼 공급을 위하여 우선 공동개압장의 활성화가 필요할 것으로 생각된다. 금산 씨앗 종합처리장을 모델로 하여 공동개압장의 개압방식에 관하여 조사하였다. 금산 씨앗종합처리장은 132m² 규모로 개압장, 검사실, 탈피실, 종자 및 종묘 보관실 등으로 구성되어있다. 인삼씨앗 종합처리장의 주요 시설 및 농가에서 관행적으로 시행하는 개압방법과 금산 인삼씨앗처리장의 개압방법의 차이는 다음과 같다.

관행 개압과 비교하여 자동관수조절로 인한 노동력절감 및 개압률에서 이점이 있지만 자동화가 관수부분에만 집중되어 온도에 따른 습도 변화를 정확히 측정 및 제어하지 못하고 있다. 따라서 개압장의 관수뿐만 아니라 온도까지 측정 및 제어 가능한 센서 기반의 복합환경제어 시스템을 적용할 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한 농가들의 요구량이 많지만 이를 모두 수용하기에 부족한 실정으로 규모화 된 처리장 지원이 필요할 것으로 생각된다.

		
개갑장	자동 관수 시설	개갑 상자
		
종자 보관실	관수 펌프	정선기
		
검사실(개갑정도 확인)	난석을 이용한 층적처리	개갑 완료 종자

그림 22. 금산 인삼씨앗종합처리장 주요시설.

표 18. 관행개갑과 인삼씨앗 종합처리장 비교.

구 분		관행 개갑	인삼씨앗종합처리장
관수	방법	인력 관수	자동 관수
	횟수	불균일(기상, 계절에 따라 차이)	시간 제어(기상, 계절에 따라 차이)
개갑상자		고무통 활용	개갑 전용 박스
층적방법		종자, 모래 또는 자갈	규격 망에 종자, 난석
개갑종자량		농가 자체 소모량	1,200말(1말당 450평 재배 가능)
개갑률		60-80% (농가간 편차)	90% 이상
노동력 집중과정		관수, 망 뒤집기	망 뒤집기

(3) 사업화 전략

○ 기관 연계 및 정책지원 유도

묘삼 생산 전용육묘장은 새롭게 시도하는 단계로 초기 불확실성이 커 리스크 완화 역할을 할 수 있는 관련기관과 연계하는 구체적 방안 및 초기 투입되는 자금의 정책적인 지원 유도 방안 제시가 요구된다. 즉, 정부의 정책적 지원이 필요하다.

○ 마케팅 전략 수립

묘삼생산 전용 육묘장은 시행 초기단계이지만 기존의 묘삼거래는 농가 간 거래가 많았다. 따라서 마케팅 결과에 따라 수요는 충분할 것으로 파악되며, 농가 및 관련단체들을 대상으로 특장점을 부각시킨 마케팅 전략 수립이 필요하다. 특히, 인삼은 일부지역에서 특화 된 작물로 연구소 및 인삼농협 등을 기반으로 네트워크 망이 구축되어 있기 때문에 이를 효율적으로 이용하고, 신문, TV 등을 활용한 홍보가 필수적이다.

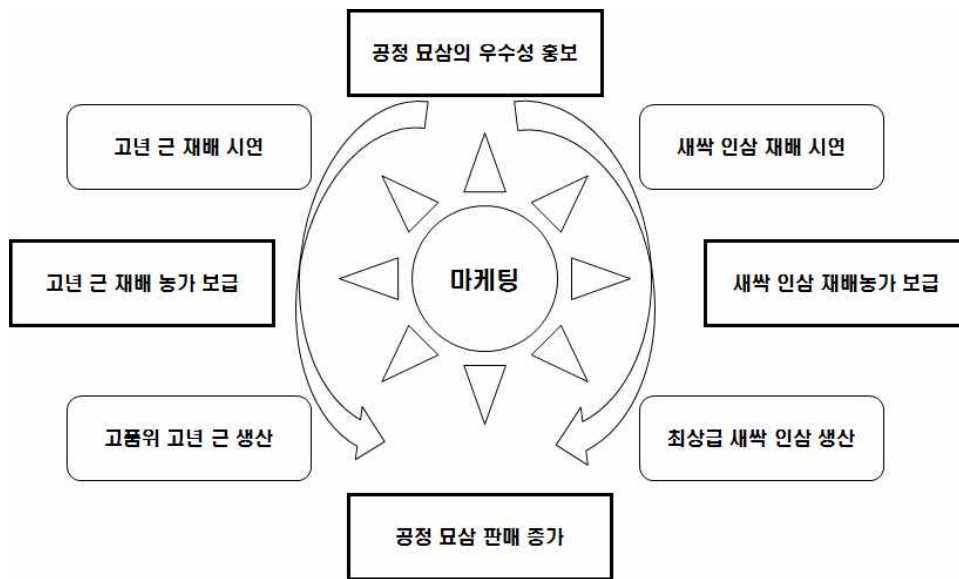


그림 23. 공정육묘에 의하여 생산된 묘삼의 마케팅 전략

○ 전문개갑장 + 육묘장 연계운영

공동개갑장은 현재 일부 시행되고 있는 사업으로 개갑작업의 위탁 처리가 가능하다. 앞에서 제시한대로 규모화가 이루어지지 않아 수요를 충족하지 못하고 있는 상황이다. 현재 활용되고 있는 일부 공동개갑장과 연계를 통하여 개갑단계와 개갑이후 단계를 분리하여 운영한다면 초기의 리스크 감소에 유리할 것이다.

○ 개갑장을 포함한 육묘장 운영

최종적으로 개갑시설을 확보한 육묘장 확립이 필요하다. 초기 리스크 감소를 위하여 공동개갑장과 연계가 필요하지만 이 방식은 유통단계가 길어져 생산원가 상승으로 인한 경제성에 문제가 생길 우려가 있다. 특히, 개갑은 묘삼육성에 필수적인 단계로 현재 유통되고 있는 개갑종자와 미개갑종자의 가격 차이를 고려했을 때 육묘장 시설 일부로 포함되어야 할 것으로 생각된다.

공정생산 한 묘삼의 표준 등급을 표 19에 제시하였다. 기존에는 채당 본수로 등급을 결정하여 0.8g 이상의 갑삼이라고 하여도 큰 것과 작은 것이 섞여 있는 경우가 대부분이다. 그럴 경우 묘삼 이식 후 생육이 불균일해지므로 일정한 크기의 수삼을 생산할 수 없다. 따라서 표 19와 같이 개별 묘삼의 규격을 설정하면 균일한 생육을 도모할 수 있다. 물론 이러한 등급은 묘삼 선별기의 개발이 동반되어야만 실효성 있는 등급기준이 될 수 있으므로 추후 묘삼 선별기의 개발에 대한 연구를 거쳐 선별기의 제작이 필요하다.

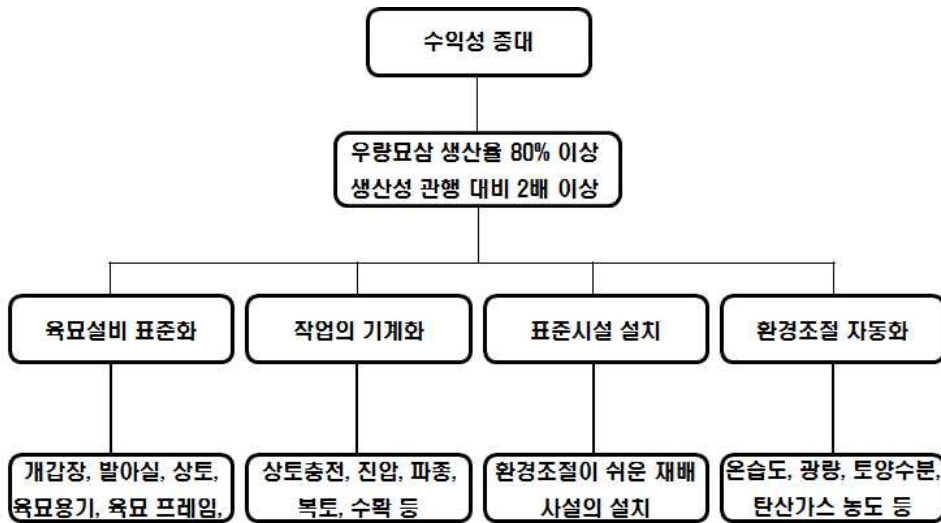


그림 24. 공정육묘에 의하여 생산된 묘삼의 사업화 전략

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

본 연구의 목표는 ‘인삼 공정육묘 실용화 기술 개발’로서 타 작물에서 보편화 되어 있는 공정육묘 개념을 인삼에 적용하여 인삼 재배농가의 인삼육묘 부담을 완화함과 아울러 인삼 공정육묘의 경제성 및 생산성을 제고하는데 있음

3-2. 목표 달성여부

목 표	내 용	달성도
인삼 공정육묘 생산 기술 및 설비 표준화	개갑부터 저장까지 일련의 과정을 공정화 할 수 있는 기술을 개발	100
인삼 공정육묘 표준 시설 제시	인삼 육묘용 시설하우스 3종을 환경 조절 형태에 따라 권장 재배높이 설정	100
다단 및 경사 육묘상 유형에 따른 인삼 공정육묘 성과 비교 분석	다단재배와 경사재배에 대한 생산성, 품질, 경제성 등을 분석하여 효율적 방법 제시	100
인삼 공정육묘의 분석 지표 개발 : 생산성·경제성·품질 분석	공정육묘의 생산성, 경제성 분석 및 분석지표를 제시	100
인삼 공정육묘 발전방안 모색	채소 공정육묘 사례를 바탕으로 인삼 공정육묘의 나아갈 방향 제시	100
인삼공정육묘 활성화를 위한 종자 및 묘삼 공급체계 개선	종자 개갑장 건설에 대한 정책건의를 하였고, 묘삼의 체계적 공급체계를 위한 토대 마련	100

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

해당사항 없음

4. 연구결과의 활용 계획 등

- 인삼산업의 초석이 되는 우량 종묘삼의 온실 생산 기술, 설비 및 시설 표준모델을 제공함으로써 향후 공정육묘 희망 농가 또는 전문 업체에 생산성 및 경제성을 갖춘 실효성 있는 기술이전을 도모할 것임
 - 연구개발업체 직접 기술실시와 농가 및 타 업체 기술이전 등 4건의 기술실시를 하였으며, 지속적으로 이 기술의 확산을 유도할 계획임
 - 이 기술을 적용할 경우 묘삼 생산성 및 상품성은 2배 이상 향상되어 농가소득 증대에 크게 기여할 것임
- 기술이전과 아울러 육묘농가에 다음과 같은 기술을 제공할 것임
 - 농가인력난 경감을 위한 개량 설비 임대
 - 인삼 상토 조성 매뉴얼
 - 파종트레이 및 발아 기술 및 설비
 - 환경제어 시스템
 - 인삼공정육묘용 수직 및 경사재배 설비
 - 종자 및 묘삼 장기 저장기술 등에 대한 기술이전을 통하여 농가 생산성 및 경제성 향상에 획기적 기여 예상

- 본 연구의 활용 성과와 아울러 농가차원에서도 다음과 같은 효과가 기대됨
 - 인삼재배와 육묘분리로 농가의 경제적 부담 완화
 - 육묘 시 발생하는 연작문제 해소로 예정지 구입 및 임차비용 절감
 - 경제성 있는 인삼상토 개발로 농가 부담 경감
 - 우량종묘삼의 공급으로 인삼 재배농가 및 수경인삼 재배 농가 소득 증대 등 실질적 이익을 창출
- 국가차원에서도 상당한 산업·경제적 이익이 기대됨
 - 인삼 종자관리의 체계화로 우량종자 보급 확대
 - 우량묘삼 공급을 통한 고부가가치 인삼 가공으로 농가 고수익 창출
 - 육묘 부담 경감으로 농촌 고령화 등으로 인한 인력난 해소
- 본 연구결과 5건의 특허를 출원하여 기술이전 4건, 사업화 3건을 이미 수행하였음
 - 기술이전 : 인삼 경사육묘 기술 4건(직접실시 2건, 제 3자 실시 2건)
 - 사업화 : 인삼 약차와 약찬 제조기술 3건
 - 상품화 : 인삼 약차, 인삼 약찬 등 2건
 - 기술창업 : 공정묘산을 이용한 새싹삼 생산(직접 사업화)
- 상기와 같은 결과를 바탕으로 1억 원의 투자유치를 하였음
 - 투자유치금을 활용하여 묘삼 공정생산을 위한 생산 시설을 설치할 계획임
 - 생산한 무농약 묘삼 농가 보급 및 자체 생산한 새싹 삼으로 인삼 약차 및 약찬을 제조하여 묘삼 대비 부가가치 2배 이상 창출
- 특허출원 결과를 바탕으로 희망자에게 지속적인 기술실시 및 기술지도와 연구개발기관인 당사에도 직접 경사육묘 시설을 설치하여 우량묘삼 생산 확대
- 본 과제의 성과를 바탕으로 경북농업기술원과 상토 소독기술에 대한 과제 수행
 - 경북농업기술원 주관 현장 실용화 과제로 1년(2019)간 수행

○ 사업화 성과 및 매출 실적

－ 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0.1억원	
			향후 3년간 매출	3 억원	
		관련제품	개발후 현재까지	0.1억원	
			향후 3년간 매출	1 억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 100%	
			향후 3년간 매출	국외 : 0%	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 80%	
			향후 3년간 매출	국외 : 0%	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			동일상품 없음
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			1 위

－ 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		5년		
	소요예산(백만원)		600		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			0.1	3	15
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	1	20	30
		국외	-	-	-
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		- 인삼 잎을 이용한 건강음료 제조 - 인삼 잎 부말을 활용한 건강 캡슐			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	-	-	-	
	수 출	-	-	-	

붙임. 참고문헌

Byun HJ, Kim YS, Kang HM and Kim IS. (2012). Physico-chemical Characteristics of used Plug Media and its Effect on Growth Response of Tomato and Cucumber Seedlings. *Journal of Bio-Environment Control*. 21:207-212.

Choi JE, Lee NR, Han JS and Choi JM. (2011). Influence of various substrates on the growth and yield of organically grown ginseng seedlings in the shaded plastic house. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 19:441-445.

Choi JE, Lee NR, Jo SR, Kim JS and Choi YK. (2012). Effects of various bed soil substrates on the growth and yield of 2-year-old ginseng grown in the closed plastic house. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 20:217-221.

Chung YR, Ohh SH, Lee IL and Park CS. (1985). Studies on the biological and chemical properties of rusty ginseng root and its causal mechanism. *Journal of Ginseng Research*. 9:24-35.

Hyun DY, Yeon BY, Lee SW, Kang SW, Hyeon GS, Kim YC, Lee KW and Kim SM. (2009). Analysis of occurrence type of physiological disorder to soil chemical components in ginseng cultivated field. *Korean Journal of Medical Crop Science*. 17:439-444.

Hyun DY, Yeon BY, Lee SW, Kang SW, Hyeon GS, Kim YC, Lee KW and Kim SM. (2009). Analysis of occurrence type of physiological disorder to soil chemical components in ginseng cultivated field. *Korean Journal of Medical Crop Science*. 17:439-444.

Jang IB, Yu J, Suh SJ, Jang IB and Kwon KB. (2018). Growth and ginsenoside content in different parts of ginseng sprouts depending on harvest time. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 26:205-213.

Kang SW, Lee SW, Hyun DY, Kim JW, Kim YB, Lee HJ and Cha SW. 2013. Effects on the application of popped rice hulls compost as substitute material of yacto in yang-jik nursery bed of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medical Crop Science*. 21:45-48.

Kim HG, Lee JS and Kim YH. (2018). Chlorophyll fluorescence, chlorophyll content, graft-taking, and growth of grafted cucumber seedlings affected by photosynthetic photon flux of LED lamps. *Korean Journal of Protected Horticulture*

and Plant Factory. 27:231–238.

Kim IS, Ahn KS, Lee SC, Jo SH, Park JA, Bae IS, Kim NJ, Jung K and Eom SW. (2011). Air pollution assessment using plant chlorophyll fluorescence responses of plants. Report of Seoul. I. H. E., 47:111–121.

Kim JM. (1991). Effect of leaf water condition on photosynthesis and respiration in ginseng plant. Natural Science Research Institute Catholic University of Daegu. 5:95–99.

Kim JU, Hyun DT, Kim YC, Lee JW, Jo IH, Kim DH, Kim KH, and Sohn JK. (2015). Effects of salt in soil condition on chlorophyll fluorescence and physiological disorder in *Panax ginseng* C. A. Meyer Korean Journal of Medicinal Crop Science. 23:446–453.

Kwon WS, Lee JH and Lee MG. (2001). Optimum chilling terms for germination of the dehisced ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) seed. Journal of Ginseng Research. 25:167–170.

Kycko M, Zagajewski B, Lavender S, Romanowska E and Zwijacz–Kozica M. (2018) The impact of tourist traffic on the condition and cell structures of alpine swards. Remote Sensing. 10:220–241.

Lee CH, Kim HJ and Bae HW. (1978). Chemical control of damping–off of ginseng caused by *Rhizoctonia solani*. Korean Journal of Plant Protection 17:143–147.

Lee CH. (1988). Effect of light intensity and temperature on the growth and root yield of *Panax ginseng*. Korea Journal of Ginseng Science. 12:40–46.

Lee GS, Lee SS and Chung JD. (2003). Effect of several kinds of composts on growth status of aerial parts in ginseng seedlings. Korean Journal of Ginseng Research. 27:24–31.

Lee JC, Byen JS, Ahan DJ and Jo JS. (1995). Effect of physical properties of soil on ginseng seedling growth in nursery bed. Journal of Ginseng Research. 19:287–290.

Lee JC, Byen JS, Ahn DJ and Jo JS. (1995). Effect of physical properties of soil on ginseng growth in nursery bed. Korean Journal of Ginseng Research. 19:287–290.

Lee JC, Choen SK, Kim YT, and Jo JS. (1980). Studies on the effect of shading materials on the temperature, light intensity, photosynthesis and the root growth of the korea ginseng. Korean Journal of Crop Science. 25:91–98.

Lee KC, Kim HS, Noh HS, Kim JW, and Han SS. (2012). Comparison of photosynthetic

responses in *Allium microdictyon* prokh and *Allium ochotense* prokh from atmosphere–leaf vapor pressure deficit (VPD). Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:171–176.

Lee MH, Kang SG, Sang WG, Ku BI, Kim YD, Park HY, and Lee JH. (2014). Change of photosynthetic efficiency and yield by low light intensity on ripening stage in japonica rice. CNU Journal of Agricultural Science. 41:327–334.

Lee SS, Kim JM, Cheon SK and Kim YT. (1982). Relationship between environmental conditions and the growth of ginseng plant in field. Korean Journal of Crop Science. 27:169–174.

Lee SW, Kim CC, Hyun DY, Yeon BY, Lee KW, and Cha SW. (2008). Effect of light transmission ratio and soil moisture content on growth characteristics of seedling in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Ginseng Research. 16:207–210.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA) (2003). Development of light weight porous minerals and field growth facility for young ginseng root production. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Seoul, Korea. p.9–71.

Nam KY, Park H and Lee IH. (1980). Effect of soil moisture on growth of *P. ginseng*. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 13:71–76.

Nam SW, Kim YS, and Seo DU. (2014). Change in the plant temperature of tomato by fogging and airflow in plastic greenhouse. Korean Journal of Protected Horticulture and Plant Factory. 23:11–18.

National Institute of Agricultural Science, and Technology (NIAST). (2012). Methods of soil chemical analysis. National Institute of agricultural science and technology. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.16–770.

Oh DJ, Lee CY, Kim SM, Li GY, Lee SJ, Hwang DY, Son HJ and Won JY. (2010). Effects of chlorophyll fluorescence and photosynthesis characteristics by planting positions and growth stage in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18:65–69.

Ohh SH. (1981). Diseases of ginseng: Environmental and host effect on disease outbreak and growth of pathogens. Journal of Ginseng Research. 5:73–84.

Park H, Lee MG, Lee JC and Byen JS. 1984. Soil factors affecting seedling yield and their relation. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 17:24–29.

Park H. (1982). Water physiology of *panax ginseng* III. Soil moisture, physiological disorder, diseases, insects and quality. Journal of Ginseng Research.

6:168–203.

Park HW, Jang IB, Kim YC, Mo HS, Park KC, Yu J, Kim JU, Lee EH, Kim KH and Hyun DY. (2014). Growth characteristics of ginseng seedlings as affected by mixed nursery soil under polyethylene film covered greenhouse. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 22:365–368.

Park HW, Jang IB, Kim YC, Mo HS, Park KC, Yu J, Kim JU, Lee EH, Kim KH, and Hyun DY. (2014). Growth characteristics of ginseng seedlings as affected by mixed nursery soil under polyethylene film covered greenhouse. *Korean Journal of Medical Crop Science*. 22:363–368.

Park HW, Song JH, Kwon KB, Lee UH, and Son HJ. (2017). Growth characteristics of ginseng seedling transplanting by self soil nusery, nursery or hydroponic culture on main field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 25:238–243.

Park SM, Heo JY, Park DG, and Yun SJ. (2006). Effects of foliar application of ‘Micro–Nutrients Fertilizer’ and ‘Calcium phosphate’ on the fruit quality and tree growth of ‘Campbell Early’ Grape. *Institute of Agricultural Science Kangwon National University*. 17:133–140.

Park SY, Lee GA, Heo SJ, Jeong HN and Song BH. (2012). Comparative analysis on concentration and uptake amount of major mineral nutrients in plant tissues and years old of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 20:195–201.

Park SY, Lee GA, Heo SJ, Jeong HN and Song BH. 2012. Comparative analysis on concentration and uptake amount of major mineral nutrients in plant tissues and years old of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 20:195–201.

Roosta HR and Jamidpour M. (2011). Effects of foliar application of some macro– and micro–nutrients on tomato plants in aquaponic and hydroponic systems. *Scientia Horticulturae* 129:396–402

Rural Development Adminsstraion(RDA). (2002). Methods of bed soil analysis. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.5–191.

Rural Development Adminsstraion(RDA). (2009). Korea ginseng. Rural Development Administration. Eumseong, Korea. p.759–772.

Rural Development Administration(RDA). (2012). Research and analysis standard of agricultural science and technology. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.759-772.

Shin YS, Seo YJ, Choi CD, Park SD, Choi KB, Yoon JT, and Kim BS. (2007). Influence of atmospheric vapor pressure deficit on fruit fermentation of oriental melon (*Cucumis melo* L. var *akuwa* Makino) Korea Journal of Bio-Environment Control. 16:174-179.

Souri and Bakhtiarizade. (2019). Biostimulation effects of rosemary essential oil on growth and nutrient uptake of tomato seedlings. Scientia Horticulturae 243:472-476.

Won JY, Lee CY, Oh DJ and Kim SM. (2008). Changes of chlorophyll fluorescence and photosynthesis under different shade materials in korean ginseng (*panax ginseng* C. A. Meyer). Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:416-420.

Yu YH, Cho DH, Lee IH and Ohh SH. (1990). Effect of seeding depth on severity of damping-off ginseng seedlings caused by *Rhizoctonia solani*. Journal of Ginseng Research. 14:432-436.

고재영. 2004. 공정 육묘 방법을 이용한 화훼류의 삽목묘 생산기술. 한원과지. 22(1):31-31.

권우생, 백남인, 이정명. 1997. 저온저장중 개갑인삼종자내의 생리활성물질 동정 및 변화. 고려인삼학회. 46(1):13-18

권우생, 이장호, 이명구. 2001. 개갑 인삼종자의 발아 적정 저온감응기. 한약작지. 25(4):167-170.

김동원. 2014. 인삼 하우스 직파재배 시 적정 관수량 설정. 농진청 연구보고서. pp.1~26.

김영호, 이용호. 1999. 수경재배론. 승림문화사. pp.55.

김익열, 김미영, 류종호, 김민, 이용세, 장태현. 2006. 복숭아 “백도” 품질 증진을 위한 엽화칼슘의 엽면살포 효과. 한국환경농학회지 25(3):276-283.

김정수, 최봉수, 안정구, 우선희, 이철원.2010. 벼 규산 엽면시비에 따른 생장 반응과 엽의 단백질 발현양상. 한국국제농업개발학회 22(1):35-44.

농림축산식품부. 2011. 육묘산업의 실태와 발전방안.

농림축산식품부. 2014. 육묘산업보호·육성을 위한 육묘관리체계 마련 및 법제화 연구.

농림축산식품부. 2016. 공정묘 생산 환경 개선 및 유통 기술 개발.

농림축산식품부. 2017. 인삼통계자료집.

- 농촌진흥청. 2013. 인삼 우량묘삼 생산을 위한 육묘기술 지침서. 매래기획. pp.75.
- 모황성 · 장인배 · 유진 · 박홍우 · 박기춘. 2015. 생육 초기에 투광량 증가가 인삼생육 및 지상부 병 발생에 미치는 영향. 한약작지. 23(4) : 284-291.
- 박민영, 이재신, 박신영, 손동모. 2018. 절화작약의 칼슘 엽면시비에 따른 생육특성 및 무기물 함량 변화원예과학기술지 제36권 별호Ⅱ, 175-176.
- 박종숙, 김희준, 김동원, 김대향, 유영석, 노승일, 김행운. 인삼종자 개갑처리 방법에 따른 입모율 검정. 한약지춘발요지. pp155-156.
- 박철수, 강제용, 이동운, 안대진. 2008. 고랑관수에 의한 수분공급이 인삼의 생육에 미치는 영향. 고려인삼학회지. 32(8):279-282.
- 박홍우 · 장인배 · 김영창 · 모황성 · 박기춘 · 유진 · 김장욱 · 이용호 · 김기홍 · 현동윤. 2014. 비닐하우스에서 상토의 조성 에 따른 묘삼의 생장특성. 한약작지. 22(5) : 1-6.
- 배성국, 허일. 1985. 인삼과 잎담배의 광합성저해에 미치는 온도조건. 한작지. 30(3):223-228.
- 성봉재, 김선익, 김관후. 2013. 인삼 친환경 하우스재배기술 개발. 충남도원 연구보고서. pp. 1061-1068.
- 심이성, 이영우, 조전권, 황인수, 김영철, 안승원. 2010. 오이 토양재배 시 액상규산의 엽면시비가 엽록소 및 광합성과 엽록소형광물질에 미치는 영향. 한국환경과학회 정기학술발표회 논문집 19:465-466.
- 안상득, 권우생, 정찬문, 손은용. 1986. 인삼종자의 채종적기구명과 배발달에 관한 연구. 고려인삼학회지. 31(2):123-128.
- 안상득, 권우생, 정찬문, 손은용. 1986. 인삼종자의 채종적기구명과 배발달에 관한 연구. 고려인삼학회지. 31(2):123-128.
- 안영남, 정명근, 강광희. 2009. 한작지. 인삼 재배 시 차광재료에 따른 미기상 반응과 엽록소의 함량 변화54(4):397-406.
- 양덕조. 1985. 開匣處理材料, 生長調節劑 및 殺菌劑가 高麗人蔘鍾子の 開匣에 미치는 影響. 고려인삼학회지.6(1):56-66.
- 원준연, 조재성, 김현호. 1998. 인삼 종자의 발아에 관한 연구 II. 온도 및 종자처리가 배생장 및 발아에 미치는 영향. 한작지. 33(1):59-63.
- 유연현. 1990. 播種 깊이가 人蔘의 모갈록병 발생에 미치는 영향. 고려인삼학회지 27(3):432- 436.
- 윤종혁, 이미자, 조병구, 천성기, 이종률, 박훈, 이미경, Bladmir A. Bobrov. 2000. 고품질 묘삼 생산을 위한 시설재배법 개발. 농림축산식품부. pp.66.

- 이가순, 성봉재, 김선익, 한승호, 김현호, 원준연, 김관후. 2015. 개갑처리기간에 따른 품종별 인삼종자의 지방산, 무기이온 및 사포닌 조성의 변화. 한약작지. 23(5) : 406 - 413.
- 이경미, 김해란, 임훈, 유영한. 2012. CO2농도와 온도증가에 따른 인삼의 생육 및 생리. 생태학적 반응 연구. 한작지. 57(2):106-112.
- 이경아 · 장윤기 · 박성용 · 김경애 · 김선호 · 박기춘 · 김용범 · 차선우 · 송범현. 2012.수경재배 인삼의 온도와 생육시기별 무기영양성분 함량과 흡수량 변이 양상 비교. 한약작지. 20(4) : 251 - 258.
- 이성우, 박기춘, 이승호, 김금숙, 장인복, 김용범, 차선우. 2013. 논토양에서 해가림 피복물 종류별 6년생 인삼의 생육과 진세노사이드 함량. 한약작지. 21(2):118-123.
- 이성우, 이승호, 장인복, Jin Mei Lan, 박경훈, 김기홍. 2015. 논토양에서 두둑높이에 따른 6년생 인삼의 생육 및 수량성. 한약작지. 23(5):351-356
- 이영만. 1997. 농가보급형 공정육묘 온실의 투자실태와 경영분석. 경상대농업연구소보. 31:19-55.
- 이일호, 박찬수. 1991. 人蔘圃 두둑높이가 人蔘의 生育 및 土壤物理性에 미치는 影響. 고려인삼학회지 30(1):197-199.
- 이정우 · 김영창 · 김장욱 · 조익현 · 김기홍 · 김동휘. 2016.개갑된 인삼종자 휴면 조기타파에 미치는 GA3 및 변온처리 효과. 한약작지.24(4) : 284-293.
- 이종철, 천성기, 김요태, 조재성. 1980. 차광하의 온도 및 광도가 고려인삼의 광합성 및 근생장에 미치는 영향. 한작지. 25(4):91-98.
- 이준수, 이성식, 이장소, 안인옥. 2008. 인삼 품종별 종자의 크기가 개갑율 및 묘삼 생육에 미치는 영향. 고려인삼학회지 32(3):257-263.
- 이충열. 2007. 차광재료에 따른 생육시기별 인삼의 광합성작용의 특성. 한약작지. 15(4):276-284.
- 이현행, 하상건, 김보현, 설유정. 2006. 피트모스 혼합 상토를 이용한 배추 육묘용 상토의 최적기준 설정. 원예과학기술지 24(3):322-329.
- 장인배 · 유진 · 권기범 · 서수정. 2016. 광환경 조절이 인삼의 생육과 진세노사이드 함량에 미치는 영향. 한약작지. 24(4) : 277-283.
- 정병룡, 황승재, 임미영. 1999. 공정육묘 연계를 위한 딸기 미세번식방법의 개발. 한원지. 40(3):297-302.
- 천상욱, 정순목. 2011. 배지조성과 차광정도가 시설하우스 재배 인삼의 초기 생육 및 생리활성에 미치는 영향. 한자식지. 24(5):613-621.
- 천성기, 목성균, 이성식. 1991. 광량 및 광질이 고려인삼의 생육과 품질에 미치는 영향

III. 광량이 인삼품질에 미치는 영향고려인삼학회지. 15(2):144-151.

최재을, 이누리, 한진수, 김정선, 조서리, 심창용, 최종명. 2011. 상토의 물리·화학적 시설하우스 묘삼의 생육에 미치는 영향. 한약작지.19(6):441-445.

홍범석, 태현숙, 오상훈, 조용섭. 2011. 벤트그래스 그린 관리를 위한 엽면 시비의 효과. 한국잔디학회지 25(1):94-99.

유진 · 강수현 · 장인배 · 장인복 · 박기춘 · 이응호 · 박홍우 · 서수정 · 서태철 · 김기홍. 2017. 인삼 수경재배 시 붕소와 철 과잉 농도가 인삼의 생리장해 증상, 생육 및 무기원소 흡수에 미치는 영향. 한약작지. 25(3) : 175-182.

이기명. 2003. 묘삼 직파 겸용 인삼과종기 개발. 바이오시스템공학 28(5):395-402.

박훈. 1989. 자연광 기상실에서 인삼 생육에 대한 광질의 영향. 고려인삼학회지. 24(2):165-168.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.