

어젠다코드	6-20-73		구 분	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C02	작목구분코드	IC-03-1901
과제종류	공동연구		세세부사업	지역특화기술개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
인삼 안정생산과 품질관리 기술 개발			'12 ~ '14	경북농업기술원	권태룡
1) 강원지역 인삼 주요 병방제와 친환경 우량묘삼 안정생산기술 개발			'12 ~ '14	인삼약초연구소	이광재
색인용어	인삼, 병해충, 방제체계, 묘삼생산기술				

ABSTRACT

Ginseng diseases and pests that occur in *Panax ginseng* were monitored from 2012 to 2014 to develop management system. As a result of disease and pest occurrence investigation in Gangwon province, secondary diseases, damping off and gray mold, caused by abnormal weather were increased in 2012. Occurrence date of anthrax in 2013 was similar to the 2012 and steadily increased in september. Snail and leaf roller moth were occurred in may. In 2014, sporadic insect occurrence was especially increased due to warm and dry weather. It is well known that yield of ginseng is closely related to the quality of ginseng seedling, and production of high quality ginseng seedling has been recognized to be important in the cultivation of ginseng. To evaluate the availability of artificial medium as a material for production of ginseng seedling, growth characteristics of ginseng seedling grown on artificial medium was analyzed. pH values of soil, peatmoss medium, mixed media of peatmoss and perlite were 7.56, 6.4 and 6.61, and EC values were 0.4, 1.4 and 0.6 ds/m, respectively. Germination percents of ginseng seedling grown on each artificial medium were not different from ginseng seedling grown on soil. The root length, root diameter and root weight of ginseng seedling grown on soil were 12.5cm, 0.38cm and 0.53g, and those of characteristics grown on mixed media consisted peatmoss and perlite were 13.2cm, 0.41cm and 0.49g, respectively. These results suggested that mixed media consisted peatmoss and perlite might be a soil-replacing medium for cultivation. To develop the reuse method of ginseng seedling medium for safe production of ginseng seedling and saving cost, the medium sterilized by steam or dazomet. The leaf length, leaf diameter, root length and root diameter of ginseng seedling at the medium sterilized by steam or dazomet were superior to control group. Moreover, disease incidences of damping-off and root rot were decreased at sterilized medium than control, and the densities of fungus and *pythium* sp. after cultivation of ginseng seedling at the medium sterilized

by steam or dazomet were $0.3 \pm 0.2 \times 10^3$ CFU/g medium, $1.6 \pm 0.1 \times 10^3$ CFU/g medium and $0.7 \pm 0.1 \times 10^3$ CFU/g medium, $2.4 \pm 0.3 \times 10^3$ CFU/g medium, respectively. These results suggested that sterilization of medium using by steam or chemical could be used as proper method for reuse of ginseng seedling medium.

1. 연구목표

우량묘삼이란 뇌두가 건실하고 몸체가 곧으며 뿌리길이가 15cm 이상, 본당 0.95g 이상의 묘삼을 우량묘삼이라 할 수 있다. 인삼 재배 시 묘삼의 소질은 인삼의 수량 및 품질과 밀접한 상관관계가 있어 양질의 묘삼을 사용하는 것이 중요한 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2013). 동일 장소에서 토직묘삼 제작 시 연작피해가 발생되며, 이러한 피해발생 우려로 매년 새로운 묘삼포를 조성하여 묘삼생산을 하고 있으나, 묘삼생산을 위한 신규 묘삼포의 확보가 점점 어려워지고 있으며 이러한 토직묘삼 생산의 한계성으로 인해 고정시설을 이용한 묘삼생산 기술 개발이 필요로 되고 있다(Lee et al., 1984, Heo et al., 2012). 또한, 이상기후로 인한 묘삼 작황 저조는 묘삼 생산량과 품질저하로 이어지고 있으며, 이로 인한 묘삼 가격의 불안정은 농가 경영악화의 한 요인으로 작용하고 있어 안정적인 묘삼생산을 위한 체계적인 연구가 필요한 실정이다. 하우스와 같은 고정식 시설 내에서의 안정적인 묘삼 생산을 위해 육묘용 상토를 이용하고 있으며, 상토는 종류에 따라 다양한 특성을 가지고 있으나 일반적으로 육묘용 상토는 통기성, 보수성, 흡수력 등 적절한 물리성을 가지고 있어야하고 무게가 가벼울 뿐 아니라 가격이 저렴하고 원활한 공급이 가능해야 한다(Kim et al., 2010, Robert et al., 1989) 이에 따라 피트모스, 팽연왕겨, 버미큘라이트, 제올라이트, 펄라이트 등이 상토 재료로서 주로 이용되고 있으며, 물리성과 화학성 개량을 위해 유기질재료와 무기질재료를 적절히 혼합하여 사용되고 있다(Choi et al., 1997, Choi et al., 2002). 묘삼용 배지재료로서는 피트모스, 펄라이트, 버미큘라이트 등을 혼합한 상토를 이용하여 묘삼을 생산하기 위한 여러 연구가 수행된 바 있으며 꾸준한 연구를 통해 실제 현장에서 사용할 수 있는 상토 및 재배기술이 시도되고 있으며(Choi et al., 2011, Proctor et al., 2010), 피트모스, 펄라이트 및 식물성 부엽을 적정 배합비로 혼합한 상토를 이용한 공정육묘 기술도 보고된 바 있다(Hyun et al., 2013).

2. 재료 및 방법

(시험 1) 강원지역 인삼 주요병해충 발생조사('12~'14)

강원지역의 인삼 병해충 발생 양상은 2012년부터 2014년까지 3년간 도내 4~6년생 인삼 농가 재배포장을 대상으로 북부(철원, 춘천 등), 중부(홍천, 횡성), 남부(원주, 영월 등) 3권역 각 5개소 이상 매년 20지점을 선정하여 재배환경, 해가림 시설, 재배품종, 일반경종관리 기술 및 병해충 발생 특성을 조사하였다. 조사간격은 4월에서 6월까지는 주 1회, 7월부터 10월까지

는 2주에 1회 주기로 하였으며 지상부 주요 발생 병해에 대해서는 조사포장별 5칸씩 3지점을 선정하여 정점조사를 수행하였다.

병해충 조사는 일반적으로 육안으로 관찰하여 모잘록병, 역병, 점무늬병, 탄저병, 잿빛곰팡이병, 달팽이류, 인삼줄기버섯파리, 가루깍지벌레 등 시기별 주요 발생특성 및 피해양상을 분석하였다. 정확한 병원균의 분리, 동정은 여러 병든 조직과 건전한 조직의 경계부를 일정 크기로 잘라서 1% 차아염소산(NaOCl) 수용액에 1분간 표면살균한 후에 멸균 증류수로 3회 수세, 물한천배지(WA 배지)에 치상하여 항온기에서 25°C, 3일간 배양 후 자라난 균사선단을 분리하여 감자한천배지(PDA 배지)에 이식한 후 균총의 색깔이나 형태적 특징을 토대로 1차 조사하고, 현미경을 이용하여 포자 및 균사의 형태와 크기, 핵 등을 조사하여 동정하였다.(Choi et al, 2007).

2011년도 동절기 이상고온에 의해 발생한 조기발뇌 현상에 대하여 2012년도에 나타난 2차 병해 피해 조사를 월동 피복자재(차광지, 차광판, PE차광망) 및 품종별로 병행하여 조사하였으며, 기타 일반 재배관리 및 생육특성 조사는 표준인삼경작방법(농촌진흥청, 2009)과 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하여 실시하였다.

(시험 2) 강원지역 인삼 병 방제 체계 시험('12~'14)

인삼 주요 병 방제 약제 체계 선발시험포장은 2012년부터 2013년까지 2년간 강원도 철원군 근남면 잠곡리(차광판) 및 갈말읍 지포리(차광지) 소재 5~6년생 인삼 재배포장을 임대하여 수행하였으며, 2014년에는 강원도농업기술원 인삼약초연구소에서 6년생 재배포장에 해가림 자재별 차광지, 차광판 2종별로 약제처리 시험을 수행하였다. 시험구는 0.9m×18m 크기의 시험구를 3반복으로 배치하였다.

체계별 효과 분석을 위해 관행, 체계1(강원 지역 적용체계), 체계2(혼용-전국 공통), 체계3(저농약 방제체계), 체계4(친환경 방제)로 구분하여 시험을 실시하였다(표 1). 약제처리는 농약사용지침서(2010)의 추천 살포농도로 희석하여 표 1의 체계처리 일정에 따라 수동 배부식 분무기로 150L/10a의 비율로 살포하였으며, 입모을, 병해충 발생특성(2회/월), 생육 및 수량 특성을 조사하였다. 기타 일반 재배관리 및 생육특성 조사는 표준인삼경작방법(농촌진흥청, 2009)과 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하여 실시하였다.

체계처리별 농약잔류특성을 비교하기 위하여 매년 9월 중하순경 시료를 채취하여 강원대 친환경농산물안전성센터에서 AOAC(Association of Analytical Communities) 공인 다성분 동시분석법인 QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged Safe) 방법으로 GC-MS/MS와 LC-MS/MS로 분석하여(Kim et al, 2014) 체계처리별 농약잔류특성 분석시험을 수행하였다.

표 1. 약제처리체계(2014)

살포 시기	연간 7회 방제체계				농가관행	
	체계1(강원) 약제9종, 7회	체계2(공통) 약제14종, 7회	체계3(기존) 약제7종, 7회	체계4(친환경) 약제2종, 12회	관행1(은박지) 약제 10회	관행2(차광지) 약제 13회
5.20 ~ 25	4월초순 석회보르도액 관주 5월중하순 플루아지남(수) **뷰프로페진, 메톡시페노자이드(수)	4월초순 석회보르도액 관주 플루아지남(수) +메타락살-엠(수)	4월초 4월초순 석회보르도액 관주 5월초 메탈락살-엠(수)+폴리옥신비(수) 5월중하순 폴리옥신비(수)	4월 초 청고탄(생물농약)관주 5월 상 : 삼마니(생물농약) 5월 하 : 석회보르도액	①폴리옥신비(수)+만코제브(수) ②폴리옥신비(수)+만코제브(수) ③폴리옥신비(수)+리도밀골드	①폴리옥신비(수)+만코제브(수) ②폴리옥신비(수)+만코제브(수) ③폴리옥신디(수)+만코제브(수) ④폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑤폴리옥신비(수)+폴리옥신디(수) ⑥폴리옥신디(수)+만코제브(수) ⑦폴리옥신비(수) ⑧폴리옥신디(수)+만코제브(수) ⑨폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑩폴리옥신디(수)+만코제브(수) ⑪폴리옥신비(수)+폴리옥신디(수) ⑫폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑬폴리옥신비(수)+폴리옥신디(수) ⑭폴리옥신비(수)+폴리옥신디(수) ⑮폴리옥신비(수)
6.5 ~ 10	폴리옥신디(수) +펜헡사미드(수) **스피네토람(수)	크레속심메틸(입수) +디메토모르프, 피라클로스트로빈(액수)	폴리옥신디(수) +만코제브(수) (6월 중순)	6월 상순 : 삼마니 6월 중순 : 삼마니	④이미녹타딘트리스알베실레이트-폴리옥신비(수)+폴리옥신디(수) ⑤폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑥폴리옥신디(수)+만코제브(수) ⑦폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑧폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑨폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑩폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑪폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑫폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑬폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑭폴리옥신비(수)+만코제브(수) ⑮폴리옥신비(수)+만코제브(수)	
6.25 ~ 30	디페노코나졸플루아지남(수) +아족시스트로빈(액수)	디페노코나졸 플루아지남(수) +보스칼리드(입수)		6월 하 : 석회보르도액 (6-6식)		
7.10 ~ 15	트리플록시스트로빈(액수)	트리플록시스트로빈(액수) +아족시스트로빈(액수)	메탈락살-엠(수)+폴리옥신비(수)	7월 중순 : 삼마니 7월 중순 : 삼마니		
7.25 ~ 30	디메토모르프, 피라클로스트로빈(액수) +폴리옥신디(수) **스피네토람(수)	메트코나졸(액수) +7벤다짐, 디에토펜카비(수)		7월 하 : 석회보르도액 (6-6식)		
8.10 ~ 15	이미녹타딘트리스알베실레이트-폴리옥신비(수) (8월초순)	피라클로스트로빈(액수) +보스칼리드(입수)	이미녹타딘트리스알베실레이트-폴리옥신비(수) (8월 초순)	8월 상순 : 삼마니 8월 중순 : 삼마니		
8.25 ~ 30	폴리옥신비(수) +폴리옥신디(수)	폴리옥신디(수) +크레속심메틸(입수)	8월 중하순 폴리옥신비(수) +만코제브(수)	8월 하 : 석회보르도액 (6-6식)		

*(수): 수화제, (액수): 액상수화제, (입): 입제

**5~6월(달팽이, 인삼줄기버섯파리), 7~8월(인삼줄기버섯파리 등) 예찰(끈끈이트랩 설치 등)을 통해 해충 발생시 방제체계 약제와 혼용하여 약해 발생여부를 확인 후 농약혼용 살포

(액수): 액상수화제, (입): 입제

(시험 3) 친환경 종자.묘삼 소독 및 주요 병해 방제기술('12~'14)

2012년부터 2013년까지 2년간 친환경 인삼 종자 및 묘삼 소독, 지상부 병해 방제용 친환경 농자재의 효과적인 소재 탐색을 위하여 재배농가 설문조사, 문헌조사 및 기내 항균활성 검증 및 종자발아시험 등을 통하여 1차 스크리닝을 거쳐 선발한 시판 농자재 포함 친환경농자재 6

종(석회보르도액, 플라즈마살균수, 수용성 유기황, 차아염소산나트륨, 식물추출물, 미생물농약)의 처리방법별 포트재배 및 묘포 내 지상부 병해 방제 및 약해 검정 시험을 수행하였다.

3년차(2014년)에는 약해 등으로 지상부 방제용 약제로 부적합한 것으로 판단된 차아염소산나트륨을 제외한 친환경농자재 5종에 대하여 최종적으로 양직묘포에서 지상부병 방제용 효과를 검정하였다. 화학농약(종자소독-플루디옥소닐(액상수화제), 묘포-폴리옥신비 수화제)을 대조구로 하여 친환경 농자재 처리별 종묘소독 및 묘삼 주요 지상부 병해 방제효과를 검토하였으며, 처리별로 0.9 m×18 m 크기의 시험구를 3반복으로 배치하였다. 양직묘포 조성은 전년도 11월에 85% 수준으로 차광이 된 비가림 하우스 시설 내부에 가로 90 cm, 세로 180 cm, 높이 30 cm 규격의 틀을 이용하여 원야토(석비레) 3 : 약토 1의 비율로 혼합된 상토를 충전하여 파종거리 3×3 cm 간격으로 점파하여 육묘하였으며, 텐시오미터를 설치하여 관수개시점 30kPa를 기준으로 수분관리를 하였다. 약제 처리는 생육기간 5~9월까지 월 1회 간격으로 지상부에 0.5 L / 0.9×1.8 m(칸) 비율로 약제를 살포하여 처리하였으며, 생육특성, 이병율, 최종 묘삼 수량 등을 조사하여 분석하였다. 기타 일반 재배관리 및 생육특성 조사는 표준인삼경작방법(농촌진흥청, 2009)과 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하여 실시하였다.

(시험 4) 인공상토 활용 묘삼생산기술 확립('12~'14)

인공상토 조합별 묘삼생육비교를 위해 피트모스, 펄라이트 등의 재료를 2:1, 1:1, 1:2 등 비율별로 다양하게 혼합하여 묘삼을 재배하였으며, 상토특성, 발아율 및 근중 등 생육특성을 분석하였다. 적정 파종량을 구명하기위해 각각의 상자에 100~300립의 인삼종자를 파종후 발아율, 생육특성, 묘소질을 분석하였다. 묘삼 생육특성 분석을 위한 생육조사는 파종 150일 후 실시하였으며, 엽장, 엽폭, 경장, 근장 및 근중 등 지상부 및 지하부 주요특성을 조사하였고, 조사분석은 농촌진흥청 시험연구 조사분석 기준에 준하여 실시하였다.

(시험 5) 묘삼 수분 및 양분관리기술 개발('14)

묘삼 재배시 수분관리방법 및 관수량 설정 구명을 위해 기간별(1~14일)로 간격을 두어 관수하면서 묘삼 생육특성을 조사하였으며, 퇴비차 등 2종의 양분을 0.3~0.5ds/m의 농도로 1주에서 8주간격으로 처리하면서 생육특성, 병발생률 등을 조사하여 양분관리를 위한 자료로 활용하였다.

(시험 6) 양직토 및 인공상토 재사용 관리방법 기술개발('12~'14)

양직묘 생산과 재사용을 위해 증기소독 및 약제소독방법으로 토양 및 상토를 소독후 토양이 화학성, 미생물밀도, 생육특성 및 묘소질을 분석하였다. 양직토 및 상토 내 세균류와 진균류 조사는 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 시료 5g을 멸균수 50mL와 혼합하여 단계적으로 희석한 후 희석한 용액 1mL을 세균 및 진균 Petrifilm™(3M, USA)에 접종한 후 흡수시키고

37°C에서 48~72시간 배양하여 생성된 균총을 계수하여 측정하였다(Kim et al., 2012). 시료 내 *Pythium* sp. 조사는 표 2의 *Pythium* sp. 선택배지를 제조하여 사용하였으며, 상토 5g을 멸균수 50mL에 혼합한 후 순차적으로 희석하여 희석액 100 μ l를 *Pythium* sp. 선택배지에 도말한 다음 25°C에서 72시간 배양 한 후 배지에 형성된 균수를 측정하였다(Schmitthenner, 1980).

표 2. *Pythium* sp. 배지조성

Ingredient	Content(g)
Sucrose	2.40
Asparagine	0.27
KH ₂ PO ₄	0.15
KHPO ₄	0.15
MgSO ₄	0.10
Cholesterol	0.01
Benlate	0.02
Terrachlor	0.03
Neomycin sulfate	0.10
Chloramphenicol	0.01
Agar	20.0
DW	1,000mL

소독방법별 양식토 및 상토 내 묘삼 생육특성 분석을 위한 생육조사는 파종 150일 후 실시하였다. 무처리구, 약품소독 처리구 및 증기소독 처리구에서 30개체씩 3반복으로 엽장, 엽폭, 경장, 근장 및 근중 등 지상부 및 지하부 주요특성을 조사하였으며, 특성조사는 농촌진흥청 시험연구 조사분석 기준에 준하여 실시하였다. 이병율 분석을 위한 잘록병 발생률 조사는 무처리구, 약품소독 처리구 및 증기소독 처리구 각각의 육묘상자에서 파종 30일 동안 잘록병에 걸린 개체수를 조사하여 측정하였으며, 근부병 이병율은 각각의 육묘상자에서 각각 파종 60일, 90일, 120일 및 150일이 지난 시점에서 근부병에 의해 지상부가 고사한 개체수를 조사하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 강원지역 인삼 주요 병해충 발생조사('12~'14)

1) 강원지역 주요 인삼재배지역 기상특성

표 3. 강원지역 주요 인삼 재배지역 평균 기상현황

지 역	평균온도(°C)		최고온도(°C)		최저온도(°C)		강우량(mm)		1mm이상 강우일수(일)		
	금년	평년	금년	평년	금년	평년	금년	평년	금년	평년	
1월	2012	-5.0	1.4		-10.7		7.8		1.8		
	2013	-6.5	-4.8	-0.3	1.5	-11.9	-10.4	24.6	20.9	3.8	2.8
	2014	-2.5		3.4		-7.8		10.7		6.8	
2월	2012	-3.7		3.48		-10.4		1.3		0.6	
	2013	-2.5	-1.7	3.3	5.0	-8	-7.5	51.7	25.5	6	3.7
	2014	0.3		6.6		-4.9		20		5.6	
3월	2012	4.1		9.88		-1.3		45.6		6.4	
	2013	4.4	4.2	11.8	10.9	-2.3	-1.9	38.3	45.8	5.6	7.0
	2014	6.6		13.4		0.0		14.4		8.2	
4월	2012	11.7		18.8		5.0		131.4		8.4	
	2013	9.0	11.2	15.5	18.7	2.7	3.9	69.9	65.9	10	7.7
	2014	13.1		20.5		6.2		31.4		8.2	
5월	2012	18.0		25		11.5		36.1		5.4	
	2013	17.6	16.7	24.5	23.7	11.2	10.3	96.7	98.4	7.2	7.2
	2014	18.4		25.8		11.2		52.6		10.6	
6월	2012	22.7		29.2		17.3		100.8		5.2	
	2013	23.3	21.2	29.5	27.4	18.1	15.9	107.3	137.1	7.2	8.3
	2014	22.4		28.4		17.7		62.9		16	
7월	2012	24.9		29.6		21.0		313.2		10.8	
	2013	25.3	24.0	28.9	28.9	22.5	20.3	715	367.2	20.6	14.5
	2014	25.4		31.1		21.0		138.2		15	
8월	2012	25.8		30.9		21.8		382.2		15.2	
	2013	26.3	24.3	31.4	29.6	22.4	20.4	163.3	310.8	9.2	13.0
	2014	23.7		28.4		20.1		191.1		18.6	
9월	2012	18.9		24.6		14.6		156		8.4	
	2013	19.8	19.1	25.4	25.5	15.5	14.3	148.2	162.4	8.8	8.3
	2014	20.1		26.7		15.2		99.6		6.6	
10월	2012	12.5		19.8		6.7		65.4		3.8	
	2013	13.4	12.1	20.9	19.6	7.6	6.4	13.8	45.7	2.6	4.2
	2014	13.0		20.7		6.9		84.7		6.4	

*기상청 관측소 기상자료 활용 : 철원, 춘천, 홍천, 원주, 영월 5개소

인삼은 호냉성 작물로 생육적온이 단계별로 각각 발아 및 출아에서는 10~15°C, 전엽 후에는 21~25°C으로 일반 작물에 비하여 낮은 편이다(Bae *et al.*, 1985 ; Lee *et al.*, 1984). 반음지성 작물로 해가림 재배를 하고 있으나 온도에 따라 광포화점이 현저히 다르게 나타나 기온이 15°C일때는 광포화점이 30,000Lux에 달하는 반면, 30°C 이상으로 높아지면 5000Lux 이하로 낮아지는 것으로 보고되고 있다(Cheon *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 1987). 강원지역은 남부지역 대비 여름철 고온피해가 적고, 평균기온이 낮아 상대적으로 광포화점이 높은 편이며, 따라서 남부지역보다 투광률이 높은 청색 차광지 등을 주로 해가림 자재로 활용하는데, 투광율이 낮은 차광판이나, PE4중직 차광망보다 오히려 이상기온에 따른 시설내 미기상 환경변이가 더 크게 나타날 위험이 있고, 강원 지역내에서도 산간·북부지역, 남부지역 등 국지적인 기상차이에 따른 영향이 큰 문제점들이 발생할 수 있을 것으로 추정되었다. 특히 60년 기상자료 분석에 의하면 이상고온 출현빈도가 여름철과 겨울철 모두 전반적으로 증가하고 있다는 보고가 있어(Her *et al.*, 2006) 연차별, 권역별 세부적인 기상자료 분석이 필요한 것으로 나타났다.

2013년의 5월에서 8월까지의 기상자료를 비교해 보면, 평년('03~'12년, 강원) 대비 평균온도가 전반적으로 높은 추이를 보였으나, 국지적으로 북부 평탄지에 속하는 철원의 경우 출아 및 전엽이 활발히 이루어지는 5월에 평년 평균온도(17.2°C) 대비 온도가 오히려 0.3°C 낮은 기후 특성을 보였으며, 강원 남부지역에 속하는 원주의 경우 1.1°C 높게 나타나는 경향을 보였다(그림 1). 병해충 발생과 밀접한 관계가 있는 강수일수와 강수량의 경우에도 지역별로 편차가 매우 크게 나타났다.

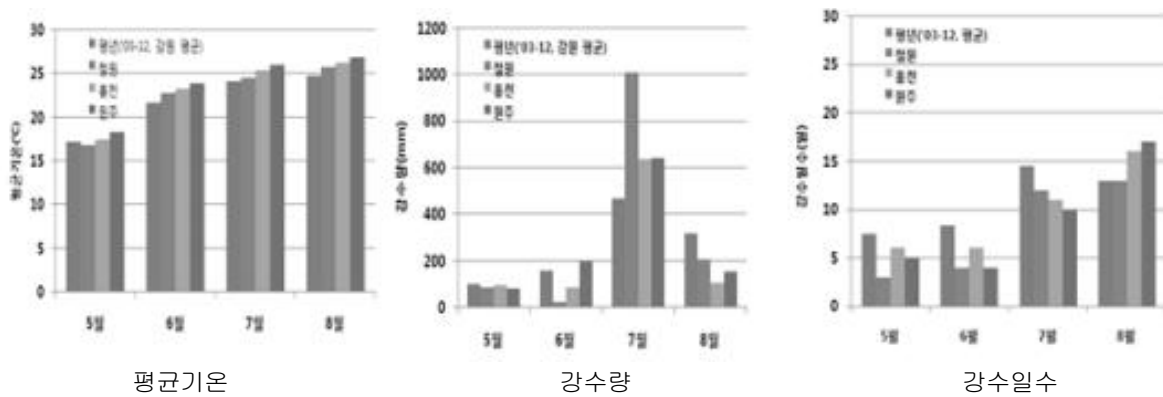


그림 1. 강원지역 월별 평균 기온 및 강수량 비교('13)

2) 강원지역 주요 인삼 병해 발생 특성

점무늬병과 탄저병의 경우 인삼 재배시 전국적으로 가장 많이 발생하는 병해 중 하나이며, 수량에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이 두 종의 병해는 온도와 강우 등의 기상환경에 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있는데, 특히 공기전염원성 병원균인 점무늬병의 경우 온도에 영향을 주로 받으며, 탄저병의 경우 주로 빗물을 통해 전염되므로 장마철 이후에 급격히 발생이 증가하는 것으로 보고되어 있다(농촌진흥청, 2009). 그림 1과 2의 2013년 7~8월의 기상환경과 주요 지상부병 발생특성을 권역별로 비교한 결과 유사한 경향을 확인할 수

있었다. 원주 등 남부지역의 경우 평균온도는 높은 반면 강수량이나 강수일수는 북부지역(철원) 대비 낮은 경향이었는데, 그 시기에 지역별 점무늬병과 탄저병 발생추이를 비교한 결과, 점무늬병은 온도가 높은 원주 등 남부지역에서 발생이 빠르고 피해도 높은 것으로 나타났으며, 탄저병의 경우 온도는 상대적으로 낮았으나, 강수량이 많았던 북부지역에서도 남부지역과 비슷한 경향으로 누적 병 발생수준이 높아지는 경향을 보였다.

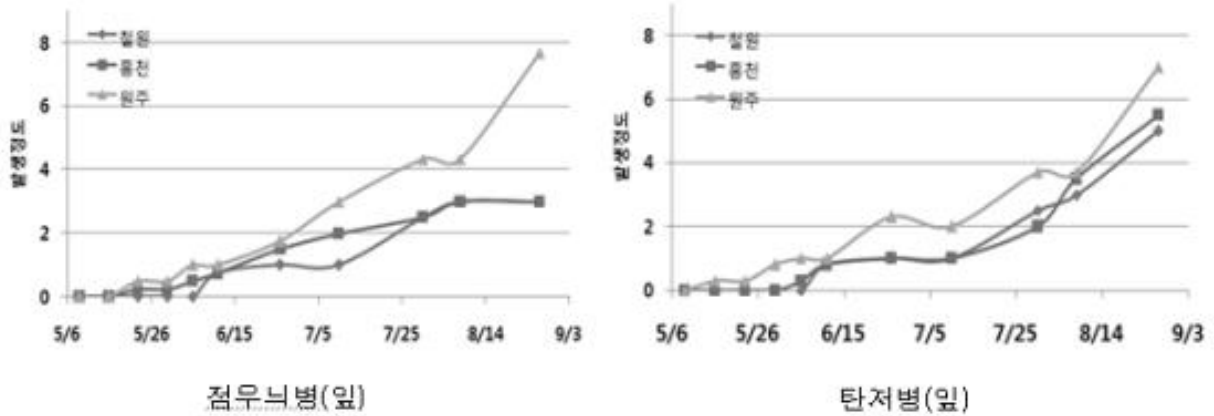


그림 2. 강원지역 인삼 재배지역별 주요 지상부병 누적 발생 추이('13)



그림 3. 강원지역 인삼 주요 지상부 병해 사진

2012년부터 2014년까지 3년간 강원도 인삼 주요 재배지역의 연차별 주요 병 발생을 비교한 결과 평년과 비슷한 기후조건을 보인 2012년도의 경우, 점무늬병과 탄저병 등 주요 병 발생시기가 6월 초순경으로 전국 대비 1~2주 이상 느리게 발생하고, 남부지역 대비 발생수준도 상대적으로 적었던 반면, 북부지역을 중심으로 3~4월 이상저온과 5월의 이상고온 현상이 나타난 2014년도의 경우 북부권(철원 등)과, 중부권 중산간지(횡성 둔내 등) 지역 등을 중심으로

출아 초기 이상고온과 저온현상이 교차적으로 발생하여 출아가 불균일하고, 냉해 피해가 커서, 잣빛곰팡이병, 점무늬병 등 생리장해 및 2차 병 발생이 많아지는 경향을 나타내었다. 냉해에 의한 2차 피해특성은 잘록병, 지제부 잣빛곰팡이병, 점무늬병 등이 매우 빠르게 발생하는 특성을 보여, 동일 재배지역에서도 연차간 기후에 따른 병 발생 경향이 현저히 다르게 나타나는 것을 확인하였다(표 4). 7월 한달에만 강우일수가 21일로 강수량이 평년 대비 95% 가까이 증가한(715mm/월) 2013년의 경우 잘록병, 지제부 잣빛곰팡이병, 줄기점무늬병을 비롯하여, 잎 점무늬병, 탄저병, 속무름병 등 대부분의 병 발생량이 급증하는 경향을 보였으며, 이와 반대로 4월부터 가뭄이 지속되어 8월까지 평년 대비 누적 강수량이 52.3% 수준(428mm/4~8월 누적)에 머무른 2014년의 경우 주요 병의 초발 시기는 냉해와 이상고온에 의해 다른 해보다 매우 빠른 편이었으나, 병 피해 발생량은 매우 적은 것으로 조사되었다.

표 4. 강원지역 인삼 주요 병해 발생 예찰(2012~2014)

○ 잘록병

시 기	시기별 발생정도 (0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0*	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.1	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	0.26	0.26	0.33	0.08	0.20	0.21	0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
평균	0.12	0.19	0.28	0.26	0.33	0.44	0.24	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00

*잘록병 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5% 초과-10% 이하, 7: 10% 초과-20%이하, 9: 20%초과

○ 잎 점무늬병

시 기	잎점무늬병(0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02	0.11	0.0	0.37	0.47	2.50	2.26	1.35	0.67
2013	0.0	0.0	0.24	0.17	0.21	0.44	0.57	2.05	0.00	0.39	1.26	1.75	0.67
2014	0.08	0.0	0.0	0.0	0.38	0.07	0.23	0.10	1.24	0.75	0.87	0.91	0.64
평균	0.03	0.00	0.08	0.06	0.20	0.21	0.27	0.84	0.57	1.21	1.46	1.34	0.66

*잎점무늬병 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5% 초과-10% 이하, 7: 10% 초과-20%이하, 9: 20%초과

○ 줄기 점무늬병

시 기	줄기점무늬병 (0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.02	0.02	0.22	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	0.12	0.09	0.05	0.0	0.16	0.13	0.08	0.04	0.03	0.03	0.12	0.08	0.0
평균	0.04	0.04	0.02	0.07	0.22	0.24	0.16	0.15	0.14	0.01	0.04	0.03	0.00

*줄기점무늬병 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5% 초과-10% 이하, 7: 10% 초과-20%이하, 9: 20%초과

○ 탄저병

시 기	탄저병 (0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.05	0.0	0.55	0.33	1.87	1.45	1.95	0.38
2013	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.6	1.2	1.2	0.0	0.6	1.7	0.4	0.38
2014	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.6	1.2	0.0	0.6	1.7	0.4	0.26	0.06
평균	0.00	0.00	0.13	0.00	0.27	0.42	0.80	0.58	0.31	1.39	1.18	0.87	0.27

*탄저병 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5% 초과-10% 이하,
7: 10 %초과-20%이하, 9: 20%초과

○ 지제부 잿빛곰팡이병

시 기	지제부 잿빛곰팡이병(0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.4	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	0.08	0.02	0.05	0.1	0.25	0.20	0.32	0.28	1.23	1.04	0.28	0.24	0.03
평균	0.03	0.01	0.02	0.07	0.25	0.23	0.31	0.33	0.44	0.35	0.09	0.08	0.01

*잿빛곰팡이병 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5% 초과-10% 이하,
7: 10 %초과-20%이하, 9: 20%초과

○ 잎 잿빛곰팡이병

시 기	잎 잿빛곰팡이병(0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.28	0.17
2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5
2014	0.0	0.0	0.24	0.0	0.0	0.1	0.05	0.20	0.34	0.85	1.80	0.9	0.34
평균	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.07	0.02	0.17	0.21	0.42	1.03	0.56	0.34

*조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5% 초과-10% 이하,
7: 10 %초과-20%이하, 9: 20%초과

○ 줄기 속무름병

시 기	줄기 속무름병(0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.	0.4	0.4	0.8	0.6	0.0	0.0
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.27	0.20	0.00	0.00

* 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5% 초과-10% 이하,
7: 10 %초과-20%이하, 9: 20%초과

3) 강원지역 주요 인삼 충해 발생 특성



그림 4. 강원지역 인삼 주요 해충 발생 특성



그림 5. 강원지역 인삼 신규·돌발 해충피해 사진

2012년부터 2014년까지 3년간 강원지역 7개시군의 4~6년생 인삼밭 20개소를 정점조사하여 주로 발생하는 충해 발생 특성 및 피해수준을 조사한 결과, 기존에 강원지역에서 주로 발생하는 충해로 알려져 있는 달팽이류 외에 인삼줄기버섯파리 유충 피해가 4년생 이상의 고년근 재배포장에서 많이 발생하는 것으로 나타났으며, 기후 특성에 따라 돌발·외래 해충 피해도 크

게 나타나는 것으로 확인되었다. 2013년도에는 강원지역에서는 처음으로 미국선녀벌레 피해가 원주, 횡성 등지의 과수원 또는 산지 주변 인삼재배포장에서 관찰되었으며, 2014년에는 갈색여치가 인삼잎과 지제부를 가해하는 현상도 관찰되어 향후 이상기후 및 외래 해충 유입에 의한 총해 피해에 대한 친환경 방제 기술 개발이 시급한 것으로 판단되었다.

연차별로는 2012~2013년에는 해충에 의한 피해는 주로 달팽이나 잎말이나방 등이 6~7월에 잎을 가해하는 피해가 있었으나 발생수준이 0.5 이하로 경미하였던 반면, 2014년도의 경우 평년 대비 4~5월 평균기온이 1.9~1.7°C 높고, 강수량이 47~54% 수준으로 지속적으로 고온건조한 이상기후가 여름 장마철까지 지속되면서, 다양한 해충 피해 및 돌발·외래 해충 피해 발생이 많았다(표 5).

특히, 2013년 강원지역에서는 처음 보고된 미국선녀벌레의 경우 전년 대비 약충 첫 관찰시기가 3주 이상 빨랐으며(6.15, 횡성), 인삼줄기버섯파리 유충 피해도 1달 가까이 빠르게 관찰되었고, 그 외에 갈색여치, 귀뚜라미 등의 피해도 크게 증가하는 경향을 보였다. 가루깍지벌레의 경우 남부지역에서 주로 발생하는 것으로 알려져 있었지만, 조사결과 점차 중북부 신작지로 북상하는 경향이 확인되었으며, 특히 기후가 서늘한 북부지역의 경우 지상부에 발생하는 경우보다 주로 뇌두부터 지제부까지의 토양표면에 많이 발생하여 지상부에서 예찰이 어렵고, 특히 약제 방제가 어려워 발생농가의 피해가 큰 특성을 보였으며, 향후 강원지역에서도 지제부 등을 중심으로 한 집중적인 예찰 대상 해충으로 관리할 필요성이 있는 것으로 판단되었다(그림 4).

표 5. 강원지역 인삼 주요 총해 발생 예찰(2012~2014)

○ 달팽이

시 기	달팽이 피해 정도(0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.0	0.1	0.5	0.2	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	0.1	0.0	0.1	0.5	0.2	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
평균	0.07	0.03	0.13	0.33	0.13	0.07	0.23	0.20	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00

* 조사기준: 0: 피해무, 1: 피해주울 0.1-5.0%, 3: 5.0초과-10.0%이하, 5: 10% 초과-30% 이하, 7: 30 %초과-50%이하, 9: 50%초과

○ 잎말이나방

시 기	잎말이나방 피해정도 (0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.12	0.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
평균	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

* 조사기준: 0: 피해무, 1: 피해주울 0.1-5.0%, 3: 5.0초과-10.0%이하, 5: 10% 초과-30% 이하, 7: 30 %초과-50%이하, 9: 50%초과

○ 인삼줄기버섯파리

시 기	인삼줄기버섯파리 피해정도 (0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0
2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.12	0.12	0	0.05	0.12	0.05	0.20	0.0
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.03	0.02	0.04	0.17	0.07	0.00

* 조사기준: 0: 피해무, 1: 피해주울 0.1-5.0%, 3: 5.0초과-10.0%이하, 5: 10% 초과-30% 이하, 7: 30 %초과-50%이하, 9: 50%초과

○ 미국선녀벌레

시 기	미국선녀벌레 피해정도 (0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	미발생												
2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.05	0.02	0.04	0.01	0.0
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.03	0.01	0.02	0.01	0.00

* 조사기준: 0: 피해무, 1: 피해주울 0.1-5.0%, 3: 5.0초과-10.0%이하, 5: 10% 초과-30% 이하, 7: 30 %초과-50%이하, 9: 50%초과

○ 가루깍지벌레

시 기	가루깍지벌레 피해정도 (0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05	0.0	0.08	0.05	0.0
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00

* 조사기준: 0: 피해무, 1: 피해주울 0.1-5.0%, 3: 5.0초과-10.0%이하, 5: 10% 초과-30% 이하, 7: 30 %초과-50%이하, 9: 50%초과

○ 갈색여치

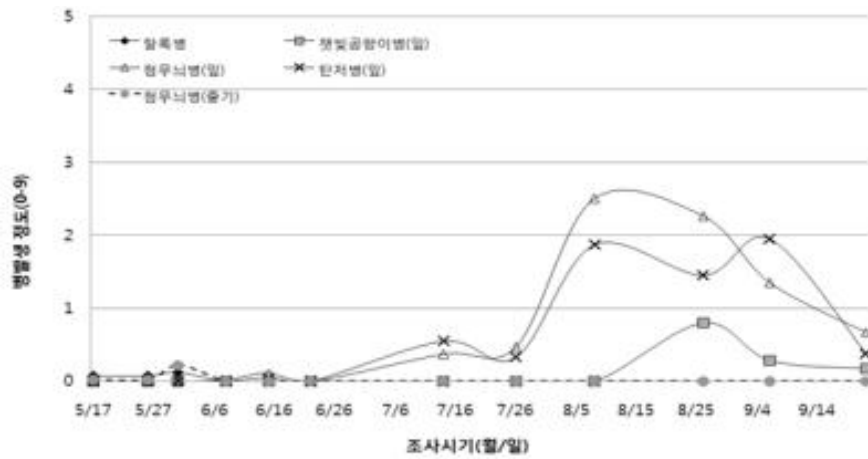
시 기	갈색여치 피해정도 (0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	미발생												
2013	미발생												
2014	0.0	0.17	0.0	0.0	0.11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
평균	0.00	0.17	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

* 조사기준: 0: 피해무, 1: 피해주울 0.1-5.0%, 3: 5.0초과-10.0%이하, 5: 10% 초과-30% 이하, 7: 30 %초과-50%이하, 9: 50%초과

○ 귀뚜라미

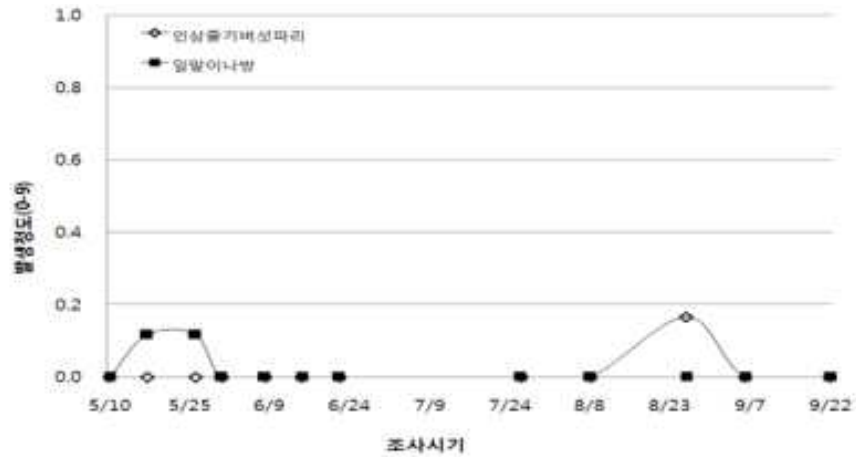
시 기	알락귀뚜라미 피해정도 (0-9), (월/일)												
	5/10	5/17	5/26	6/1	6/8	6/15	6/22	7/14	7/26	8/8	8/26	9/6	9/22
2012	미발생												
2013	미발생												
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.08	0.95	0.3
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.95	0.30

* 조사기준: 0: 피해무, 1: 피해주을 0.1-5.0%, 3: 5.0초과-10.0%이하, 5: 10% 초과-30% 이하, 7: 30 %초과-50%이하, 9: 50%초과



*알락병, 역병, 지제부 잣빛곰팡이병 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5% 초과-10%이하, 7: 10 %초과-20%이하, 9: 20%초과
 **앞점무늬병, 탄저병, 앞잣빛곰팡이병 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5%초과-10% 이하, 7: 10 %초과-20%이하, 9: 20%초과

그림 6. 2012년도 강원지역 인삼 병 발생 현황



*해충 조사기준: 0: 발생무, 1: 줄기당 1-5마리, 3: 줄기당6-10마리, 5: 줄기당 11-30마리, 7: 줄기당 31-50마리, 9: 줄기당 51마리 이상

그림 7. 2012년도 강원지역 인삼 충해 발생 현황

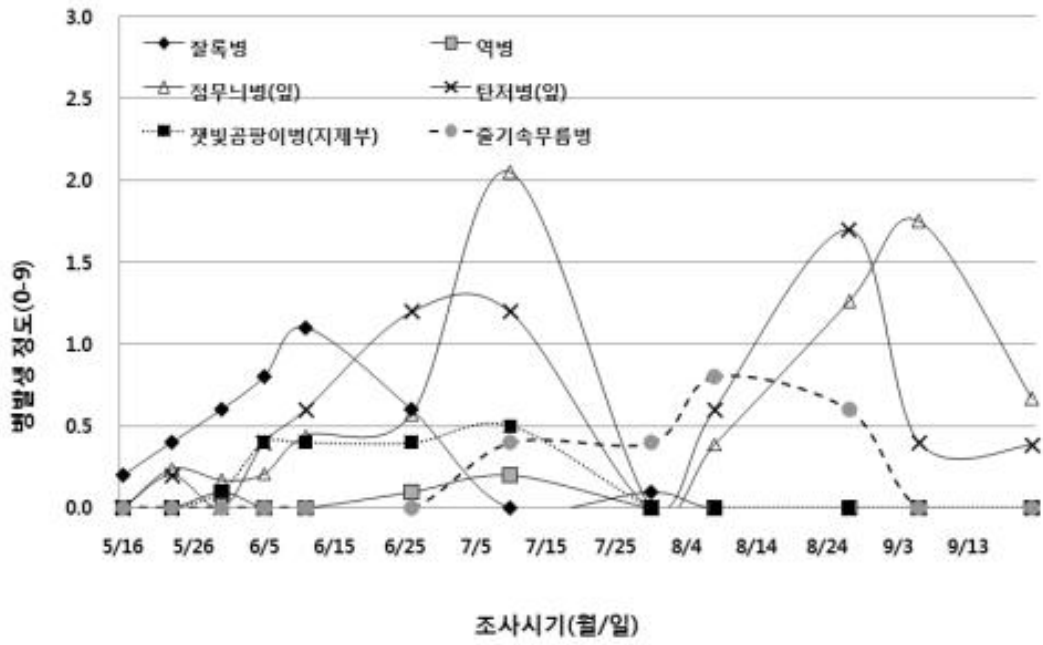
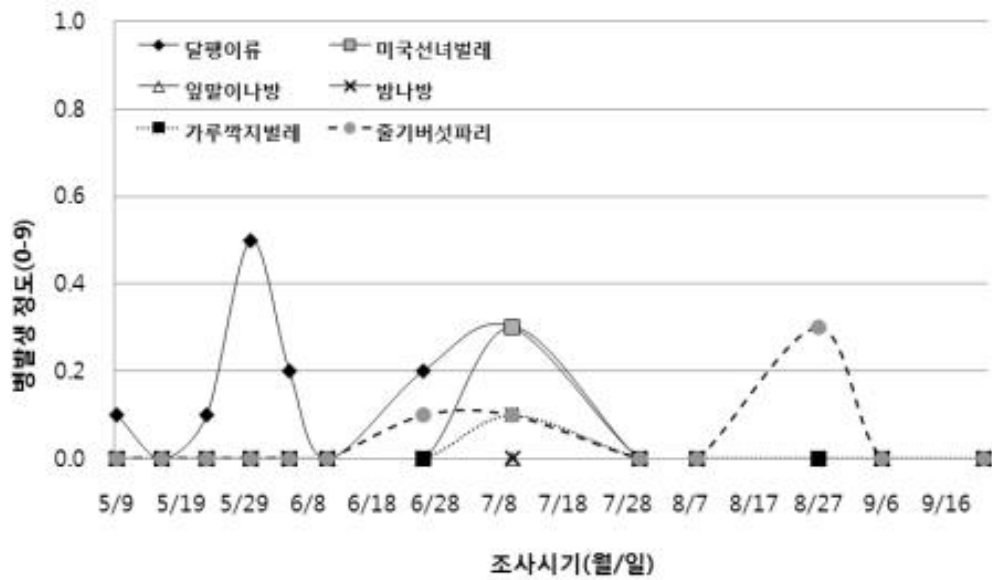


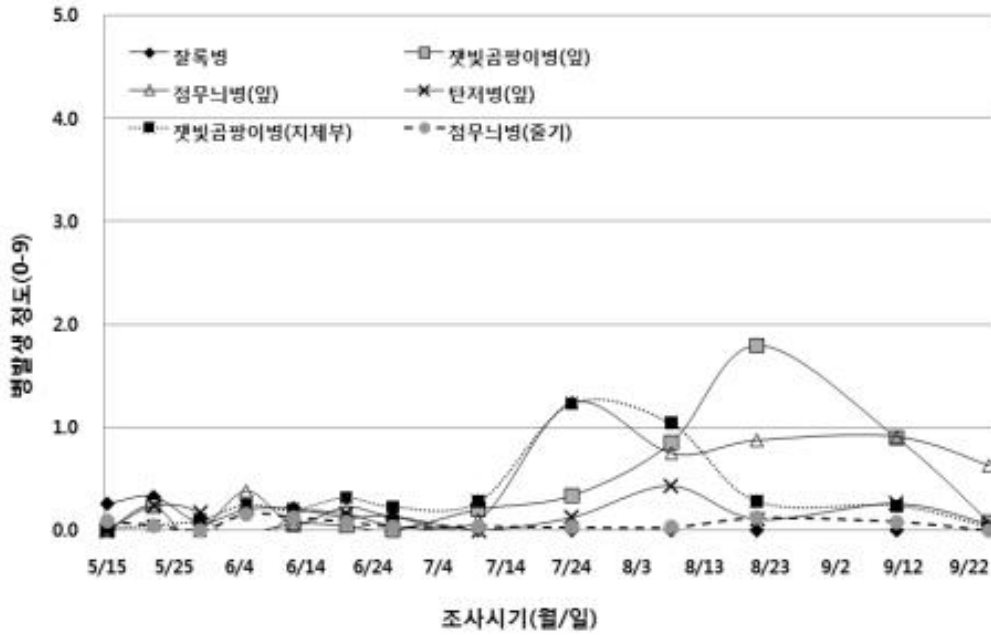
그림 8. 2013년도 강원지역 인삼 병해 발생 현황



*달팽이 조사기준: 0:피해무, 1: 피해주율 0.1-5.0%, 3: 5.0초과-10.0%이하, 5: 10% 초과-30% 이하, 7: 30 %초과-50%이하, 9: 50%초과

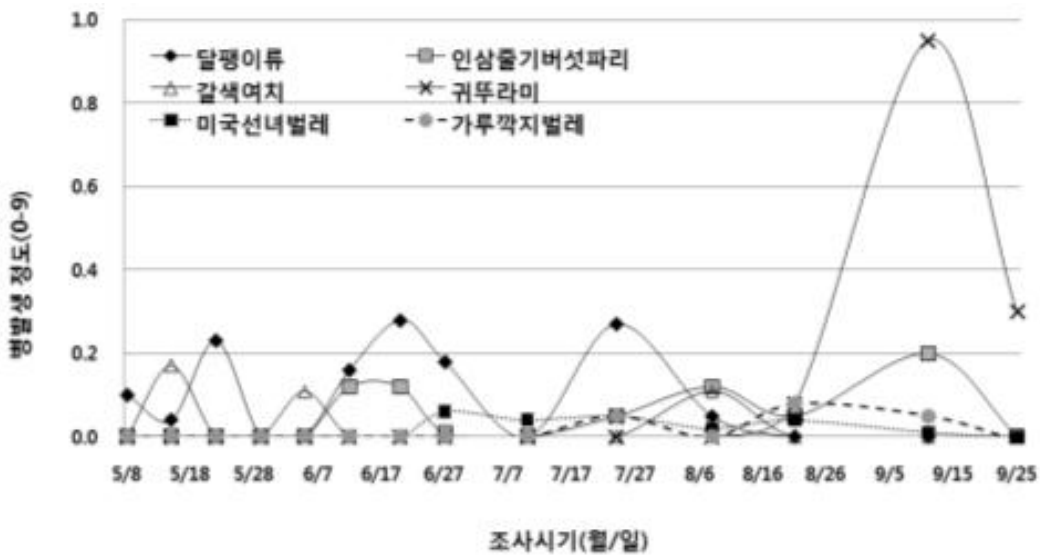
*가루깍지벌레 조사기준: 0: 발생무, 1:줄기당 1-5마리, 3: 줄기당6-10마리, 5: 줄기당 11-30마리, 7: 줄기 당 31-50마리, 9: 줄기당 51마리 이상

그림 9. 2013년도 강원지역 인삼 해충발생 현황



- *잘록병, 역병, 지제부 잿빛곰팡이병 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5%초과-10%이하, 7: 10 %초과-20%이하, 9: 20%초과
- *잎점무늬병, 탄저병, 잎잿빛곰팡이병 조사기준: 0: 무발생, 1: 1% 이하, 3: 1% 초과-5% 이하, 5: 5% 초과-10%이하, 7: 10 %초과-20%이하, 9: 20%초과

그림 10. 2014년도 강원지역 인삼 병해발생 현황



- *달팽이 조사기준: 0: 피해무, 1: 피해주율 0.1-5.0%, 3: 5.0초과-10.0%이하, 5: 10% 초과-30% 이하, 7: 30 %초과-50%이하, 9: 50%초과
- *가루깍지벌레 조사기준: 0: 발생무, 1: 줄기당 1-5마리, 3: 줄기당 6-10마리, 5: 줄기당 11-30마리, 7: 줄기당 31-50마리, 9: 줄기당 51마리 이상

그림 11. 2014년도 강원지역 인삼 해충발생 현황



그림 12. 강원지역 인삼 주요 생리장해 및 바이러스 피해 발생 특성

병해충 발생현상 외에도 고온, 냉해, 건조 등 이상기후 발생에 의한 다양한 생리장해 현상이 관찰되었으며, 잘록병, 잿빛곰팡이병, 점무늬병 등과 같은 2차 병해 피해 발생이 급증하게 되므로 병해충 방제체계 개발과 더불어 기후, 재배환경에 따른 다양한 생리장해 스트레스 유형별 대응기술 개발이 필요한 것으로 사료되었다(그림 12).

특히 2011년 10월과 11월에는 강원 북부지역(철원 등)을 중심으로 각각 이상저온과 고온이 지속되면서(그림 13), 조기 저온감응에 따른 휴면타파 및 월동 전 조기 발뇌·출아 현상이 관찰되었는데, 이러한 조기발뇌 문제가 차년도의 결주, 동해피해, 2차 병해 발생 등에 영향을 미치는 것으로 나타났다(그림 14).

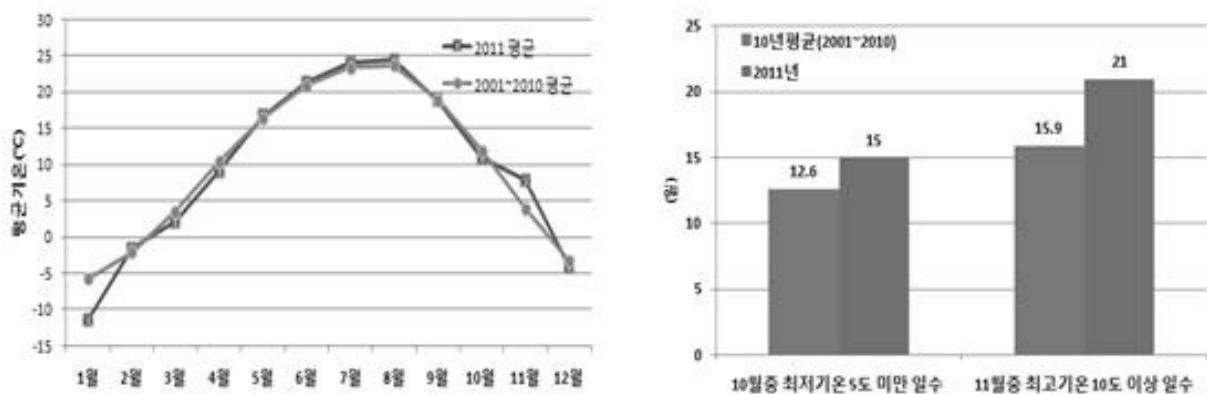


그림 13. 2011년 강원 철원지역 동계 이상기온 발생특성

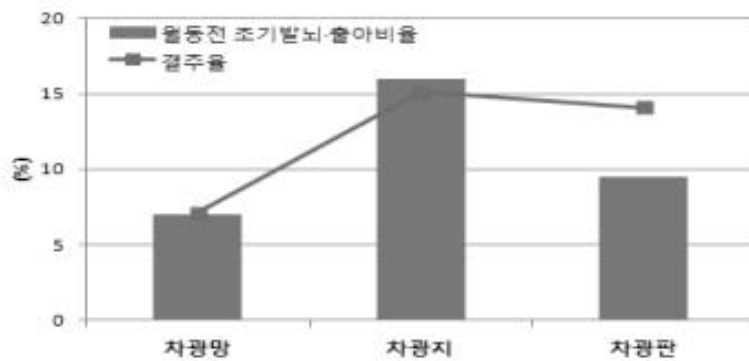
철원 기준 2011년 10월 이상저온 현상의 경우 평년 대비 저온감응 온도 기준 최저기온 5°C 이하 유지 일수가 2.4일 길었으며(15일), 11월에는 반대로 이상고온 현상이 지속되어 최고기온 10°C이상 지속 일수가 5.1일 길게 나타나(21일), 저온감응 기간이 짧은 개체의 월동 전 출아현상이 관찰된 것으로 추정되었다(그림 14).

해가림 시설내 환경, 식재깊이, 품종, 휴면시기에 따라 다소 차이가 있었으나, 농가 재배포장 기준 평균 5~20% 수준으로 조기발뇌가 이루어진 것으로 조사되었다.



그림 14. 월동전 조기발뇌 및 출아상황('11.11)

해가림 자재별 온도변화를 검토한 결과 차광지>차광판>차광망 순으로 나타났으며, 강원 북부지역에서 가장 많이 해가림 자재로 활용하고 있는 청색 차광지가 투광율이 높아서 이상고온과 저온에 따른 온도변화가 크기 때문에 월동 전 조기발뇌 및 출아율이 가장 높고, 월동 후 결주율도 가장 높은 것으로 나타났다.



*조기발뇌 조사일 : '11.11.17, **결주율 조사일 : '12.4.15,

그림 15. 해가림 자재별 월동 전후 조기 발뇌 및 결주 피해발생 비교(5년근)



그림 16. 조기발뇌 2차 피해 증상(2012)

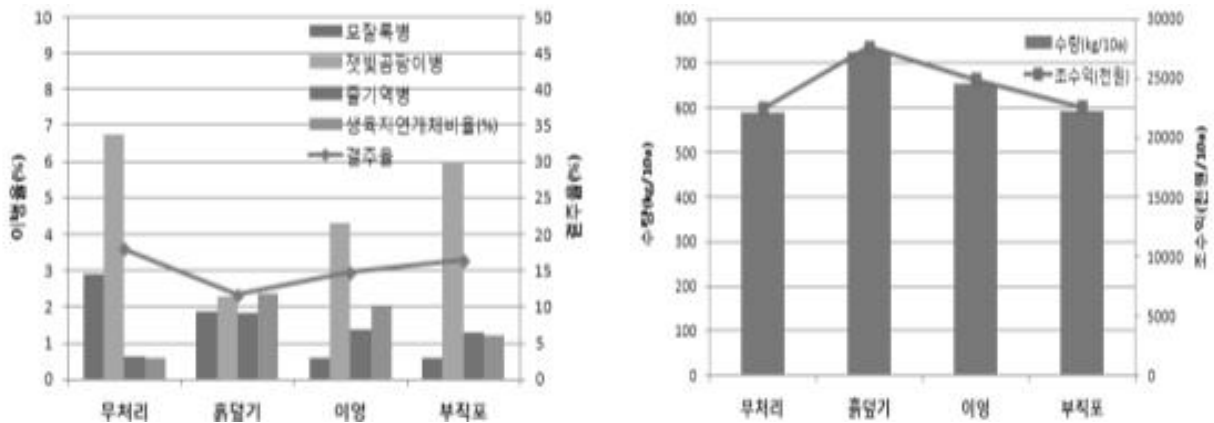


그림 17. 월동 피복자재에 따른 차년도 2차 병해 피해 경감효과 및 수량 비교

따라서 시설내 온도변화가 커서 조기발뇌 증상에 취약한 것으로 나타난 청색 차광지 해가림 재배시 너무 얇게 심지 않도록 유의하고, 고년근 포장의 경우 월동 전 2~3 cm 수준으로 흙덮기 처리 시 결주율을 낮추고, 잘록병, 잣빛곰팡이 발생 등 2차 피해를 경감시킬 수 있을 것으로 판단되었다(그림 17).

나. 강원지역 인삼 주요 병해 방제체계 시험('12~'14)

강원지역은 6년근 홍삼 원료삼 생산용 계약재배 포장이 85% 이상으로 장기간 재배에 따른 병해충 발생 피해가 크기 때문에, 생산량 및 품질에 직접적인 영향을 미치게 되어 지역환경 및 재배특성에 맞는 합리적인 방제체계 구축 필요성이 제기되고 있다(강원도농업기술원, 2009). 인삼은 주로 약재 및 기능성, 건강보조식품 원료로 활용되기 때문에, 친환경 재배기술 확립 및 농약 안전성 확보가 무엇보다 중요하게 요구되고 있으며, 계약재배의 경우 보다 엄격한 약제선택 기준을 적용하고 있는 실정이다. 실질적으로 농가에서는 반감기가 짧은 3~4종의 친환경·저독성 약제만 제한적으로 사용하기 때문에, 오히려 방제횟수가 10~15회까지 늘려서 재배하는 경우가 많아, 결과적으로 방제노력 및 비용이 급증하는 원인이 되고 있다. 2009년 농촌진흥청에서 방제횟수를 50% 가까이 절감할 수 있는 저농약 방제체계를 개발한 바 있으나, 관행 대비 방제가 다소 낮게 나타나 재배농가에서 확대적용에 다소 어려움이 있는 것으로 판단되었다. 최근 인체, 가축 및 환경에 영향이 적은 새로운 약제 및 친환경 자재 개발이 활발히 진행되고 있으며, 국제식품규격의 허용 기준 등록이 추가적으로 이루어짐에 따라, 본

연구에서는 강원지역 환경 및 병해충 발생 특성을 고려하여 약제 살포횟수를 50 % 이하로 절감하고, 농가에서 실효성 있게 활용 가능한 합리적인 약제방제체계를 구축하고자 2012년부터 3년간 약제방제시험을 수행하였다.

2012년부터 2013년까지 2년간 강원 철원지역 5~6년생 농가 포장 2개소에서 인삼 주요 병해 발생시기별 저독성·친환경 약제를 선발하여 방제체계별 효과 및 농약 안전성을 비교분석하여, 방제가가 낮거나, 농약 잔류위험이 높은 약제는 제외하고, 2014년 철원 인삼약초연구소 6년생 재배포장에서 최종적으로 선발한 방제체계에 대하여 비교 검토하였다.

방제체계는 각각 체계1(강원 지역), 체계2(전국 공통), 체계3('09, 저농약 방제체계), 체계4(친환경방제), 농가 관행체계 5처리로 수행하였으며, 해가림 자재별로 차광지와 차광판 2종에 대하여 포장별 약제 방제효과 및 농약 잔류특성 등을 비교분석하였다. 2012년 1년차에서는 체계4(친환경 방제)를 제외한 대부분의 처리구에서 관행 대비 방제효과가 우수하고 방제횟수를 5~7회 이상 절감하는 효과를 보였다(표 6, 그림 18).

친환경방제 체계에서는 생육후기에 지상부의 잎 점무늬병과 탄저병이 다소 증가하고 조기낙엽이 이루어지는 경향을 보여, 추가적인 약제 선발이 필요할 것으로 판단되었다. 9월에 시료를 수확하여 농약 잔류검사를 수행한 결과 전 처리구에서 방제 약제가 검출되지 않았다.

표 6. 강원지역 방제체계별 병발생 현황('12)

지역	농가관행		체계1		체계2		체계3		체계4(친환경)	
	점무늬	탄저	점무늬	탄저	점무늬	탄저	점무늬	탄저	점무늬	탄저
근남면 (차광판)	1.7	0.4	0.7	0.8	1.8	1.8	2.2	1.7	2.3	3.3
갈말읍 (차광지)	1.4	0.9	1.3	0.9	1.4	1.4	0.6	0.3	8.3	6.0

* 체계4 : 무농약(석회보르도액+생물농약)



그림 18. 방제체계별 시험포장 사진('12.9. 철원)

2013년 2년차에는 장마철에 강우량이 평년 대비 50% 이상 급증하여 병 발생이 많은 기후 특성을 보였는데, 방제체계 처리별 방제효과를 비교한 결과 차광판 재배포장에서는 친환경 약제방제 처리구(자체수행)를 제외한 대부분에서 관행 대비 우수한 효과를 보인 반면, 차광지 재배시험포에서는 관행 대비 체계2가 가장 우수하였으며, 체계1과 3은 탄저병, 점무늬병 등의 발생이 증가하여 방제효과가 낮은 경향이였다(표 7, 그림 19).

표 7. 강원지역 방제체계별 병발생 현황('13)

지역	농가관행		체계1		체계2		체계3		체계4(친환경)	
	점무늬	탄저	점무늬	탄저	점무늬	탄저	점무늬	탄저	점무늬	탄저
근남면 (차광판)	1.86	5.25	2.19	5.63	2.13	5.10	1.90	4.30	2.63	6.17
갈말읍 (차광지)	2.83	4.89	3.29	5.08	3.04	4.56	4.61	8.48	9.20	4.10

* 체계4 : 무농약(석회보르도액+생물농약)

종합적으로 체계2 처리구가 관행 대비 약제방제횟수를 평균 4~6회 이상 절감할 수 있었으며, 주요 지상부병인 잎 점무늬병과 탄저병 이병율이 관행 대비 각각 29, 39% 낮아지는 효과를 보였다.



그림 19. 방제체계별 지상부 병 발생 수준 비교(2013년 9월 중순)

2012~2013년도 농가 포장시험에서 나타난 체계별 문제점을 보완하고, 방제횟수 절감 및 방제가를 높이기 위하여, 강원지역 병 발생 특성을 고려한 약제 추가 혼용처리 체계를 구성하여, 6년근에서의 종합적인 방제체계 효과 및 농약 안전성을 비교 검토하였다.

방제체계 시험결과 체계1, 2 처리구 모두 관행 대비 우수한 방제효과를 보였으며, 특히 인삼 수량에 가장 영향을 주는 점무늬병에 방제가가 높고, 약제 방제횟수를 연 평균 5~7회 이상 절감할 수 있어 가장 유리한 것으로 판단되었다. 본 시험에 대조구로 활용한 기존 저농약 방제체계('09) 처리 체계3의 경우 약제방제 횟수 절감효과가 높고, 잔류농약 분석결과에서도 모두 불검출 수준으로 안전성이 우수하였으나, 잘록병, 점무늬, 탄저 등의 병 방제가가 관행 대비 낮은 경향을 보였다.

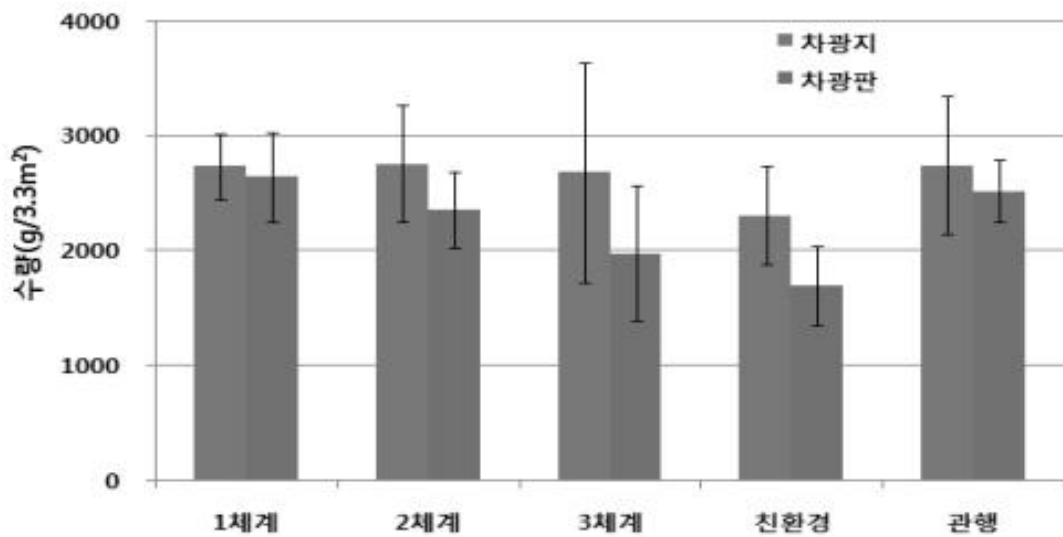
표 8. 2014년 약제 방제 체계별 최성기 병 발생률(%)

방제체계	잘록병	역병	잣빛곰팡이병	점무늬병	탄저병
체계 1	0.7	-	1.4	8.2	0.3
체계 2	0.5	-	1.6	9.7	0.3
체계 3	1.7	-	0.4	28.3	1.8
친환경	2.4	-	2.2	52.5	1.7
관행	0.7	-	0.6	14.0	0.3
평균	0.9	-	1.0	15.1	0.7



체계1 체계2 체계3 친환경방제 관행

그림 20. 방제체계별 지상부 병 발생 수준 비교(2014년 8월 중순)



방제체계	1체계	2체계	3체계	친환경	관행
차광지	2,741±286.8	2,765±512.0	2,688±959.0	2,316±423.3	2,749±598.1
차광판	2,648±385.8	2,358±328.5	1,984±589.8	1,698±343.8	2,528±266.3
평균	2,695	2,562	2,336	2,007	2,638

그림 21. 2014년 방제체계 및 해가림 자재별 수량 비교

표 9. 강원지역 선발 방제체계(체계1)의 병해 발생률 및 방제가

인삼병해충	평균 발생률(%)		방제가(%)
	무처리	체계처리1	
잘록병	4.5	0.7	86
점무늬병(입)	47.5	1.1	98
탄저병(입)	4.0	0.1	98
잿빛곰팡이병	12.5	1.4	89

※ 조사시기 : 2014.8.11. 기준

표 10. 고년생 인삼 병해충 방제를 위한 최적 약제 살포시기 및 적용약제

방제시기	대상병해충	살포약제 ^{z,y}	사용방법
5월 하순	역병, 점무늬병	플루아지남(수)	전착제 첨가, 칸당 1L수준 경엽살포
6월 초순	점무늬병, 탄저병, 잿빛곰팡이병, 달팽이류	폴리옥신디(수)+펜헥사미드(수) 메타알데하이드(입)	
6월 하순	점무늬병, 탄저병	디페노코나졸플루아지남(수)+아족시스트로빈(액수)	
7월 초순	점무늬병, 탄저병	트리플록시스트로빈(액수)	
7월 하순	점무늬병, 탄저병	디메토모르프, 피라클로스트로빈(액수)	
8월 초순	점무늬병, 탄저병	이미녹타딘트리스알베실레이트(수)	
8월 하순	점무늬병, 탄저병	폴리옥신비(액수)+폴리옥신디(수)	

^z(수): 수화제, (액수): 액상수화제, (입): 입제, 4월중(10월 하) 석회보르도액(또는 생물농약) 관주처리

^y농촌진흥청 농약등록정보 검색서비스(<http://ncpms.rda.go.kr/epms0/epms0MainR.eo>) 참조

※ 계약재배 농가의 경우 해당 계약사항 및 재배관리·약제 사용지침 우선 준수

해가림 소재 및 방제체계 처리별 잔류농약 분석 실시 결과 차광판 처리구에서 평균 약제 잔류농도가 약간 높은 경향이었으나, 유의성은 없었으며, 모든 처리구에서 농약 잔류허용 기준 미만 또는 불검출 수준으로 안전성에 문제가 없는 것으로 판단되었다.

표 11. 체계처리1의 해가림 자재별 수확 후 잔류농약검사 결과

검출약제	검출성분명	검출치(mg·kg ⁻¹)		허용기준 (mg·kg ⁻¹)
		차광판	차광지	
디메토모르프(액수)	Dimethomorph	0.026	0.012	3.0
피라클로스트로빈(액수)	Pyraclostrobin	0.040	0.020	2.0
트리플록시스트로빈(액수)	Triflozystrobin	0.020	-	0.1

※ 시료채취시기 : '14. 10. 6.

다. 친환경 종자, 묘삼소독 및 주요 병해 방제기술('12~'14)

강원지역의 경우 품질과 더불어 안전성이 가장 중요시 되는 6년근 홍삼 원료삼 계약재배가 대부분을 차지하고 있으며, 이를 위해서는 묘삼의 친환경 안정생산기술 개발이 필수적인 요소

중 하나이다. 특히 묘삼에서 매년 발생하는 봄철 소독 약제 남용이나, 불용삼의 불법 농식품 유통 등의 문제로 확산되고 있는 소비자의 인삼 안전성에 대한 부정적 인식을 바꾸고, 국제기준에 부합하기 위한 근본적인 대책으로 친환경 묘삼 안정생산을 위한 화학농약 대체 친환경 농자재 개발이 매우 시급한 실정이다.

최근 플라즈마 기술 상용화를 통하여 가정용, 의료용 등으로 적용확대가 활발히 이루어지고 있는 플라즈마 살균수 제조기를 비롯하여, 화학농약 대체 가능성이 높은 것으로 보고된, 미생 물제제, 식물추출물 등 다양한 친환경 유망 소재 개발이 이루어짐에 따라, 이를 활용한 친환경 묘삼 안정생산 기반을 구축하고자 본 연구를 수행하였다. 2012~2013년에는 기내 항균활성 및 발아시험 수행을 통하여 선발한 친환경 농자재 6종을 활용하여 인삼 종자와 묘삼 친환경 소독 기술을 개발하고자 포트 내 약효 및 약해 비교시험을 수행하였다.

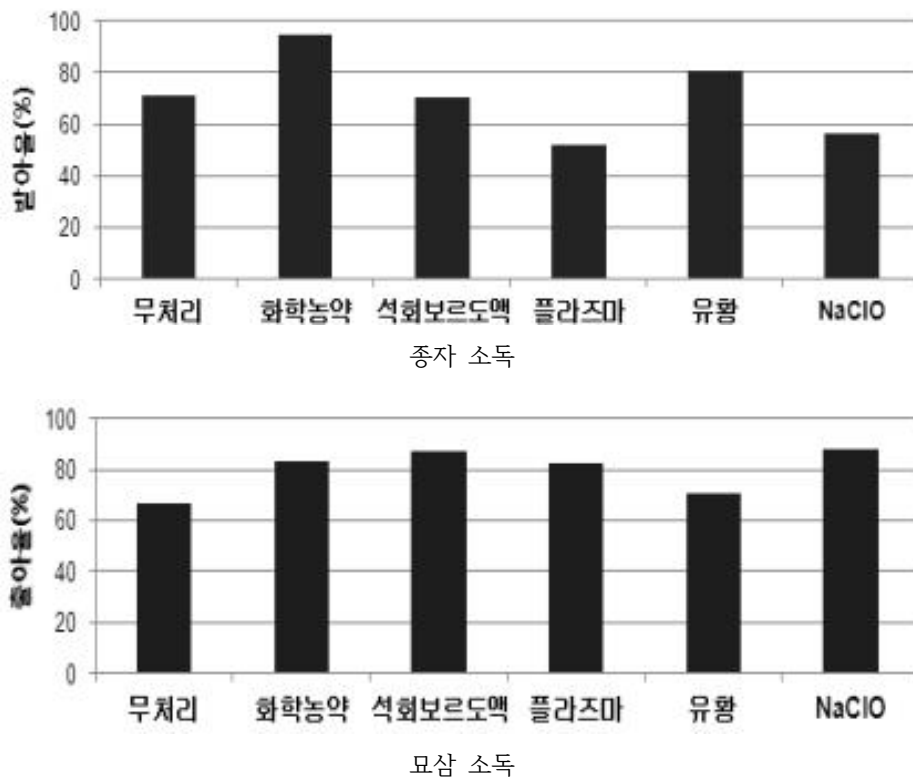


그림 22. 친환경 종자, 묘삼 소독효과('12)

2012년 종자소독용 화학농약 대체 농자재 선발 시험결과, 무처리 대비 수용성 유기황 처리구 등 대부분의 처리구에서 발아율(무처리 66.7%)이 15.5~24.4% 수준 향상되었으며, 화학농약 대비 95~105% 수준으로 대등한 효과를 나타내었다. 플라즈마 살균수와 차아염소산나트륨의 경우 항균활성은 우수하였으나, 침지시간 및 농도에 따른 약해발생 및 발아율 저하현상이 나타나 종자소독용으로는 부적합한 것으로 판단되었다(그림 22).

묘삼 소독을 위한 친환경 농자재 선발 시험의 경우 전년도에 묘삼을 수확한 양직묘포 재사용 상토를 활용하여 병 발생이 용이하도록 처리한 후에 처리별 소독 묘삼을 9cm 규격 포트에 식재하여 출아율과 병 발생특성을 비교한 결과 종자소독시험과는 반대로 플라즈마 살균수

와 차아염소산나트륨이 수용성 유기황 처리구보다 약해가 적고, 모잘록병 등 이병율이 낮았으며, 출아율이 가장 높은 것으로 나타나, 화학농약 대체 자재로 활용 가능한 것으로 판단되었다.

2년차(2013년) 시험에서는 종자소독 효과가 우수한 수용성 유기황의 처리농도별 살균효과를 추가적으로 검토하였으며, 최종적으로 인삼 개갑종자를 수용성 유기황 100배액에 1분간 침지하여 파종하는 것이 가장 발아율이 높고, 약해 발생이 적으며, 화학농약 대체 소독처리 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다(그림 23).

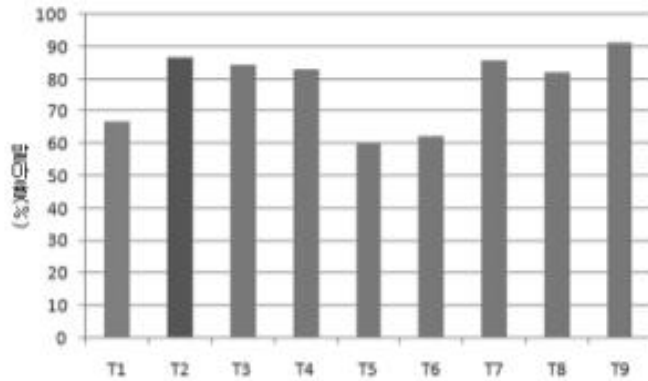


그림 23. 친환경 종자 소독처리별 발아율 비교('13)

T1 : 무처리, T2 : 화학농약, T3 : 석회보르도액(8-8식), T4 : 플라즈마살균수, T5 : 액상유황(20배), T6 : 액상유황(50배), T7 : 액상유황(100배), T8 : 식물추출물, T9 : 차아염소산나트륨 0.25%

2013~2014년에는 묘포 지상부병 방제용 친환경 소재 선발 및 활용기술 개발 시험을 수행하였다. 1년차(2013년)에는 항균활성이 우수하고, 묘포에 처리가 용이한 소재를 선발하여, 시판 석회보르도액(6-6식)을 비롯하여 플라즈마 살균수, 수용성 유기황, 차아염소산나트륨, 미생물제제(방선균제), 식물추출물 등 6종에 대한 묘포 병해 방제 및 약해 발생 수준을 비교하였다.

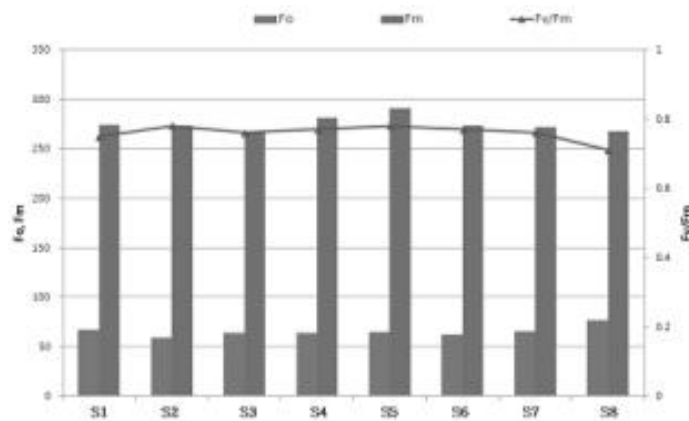


그림 24. 묘삼소독 처리별 엽록소 형광반응 비교('13)

S1 : 무처리, S2 : 화학농약, S3 : 석회보르도액(6-6식), S4 : 플라즈마살균수, S5 : 차아염소산나트륨, S6 : 액상유황, S7 : 생물농약, S8 : 식물추출물

*조사시기 : 약제살포 1주일 후('13.7.22), **Fo : 광 수용능, Fv/Fm : 스트레스 지표

처리간 지상부 주요 병(점무늬, 탄저병) 이병율은 1~5% 이내로 대차 없었으나 엽록소형광반응 측정 결과 식물추출물 처리구가 초기 광수용 능력 우수(Fo)한 특성을 보였으며, 약해에 의한 스트레스 발생 지표로 활용한 Fv/Fm 값은 0.76~0.77 범위에서 처리간 대차 없는 것으로 나타났다(그림 24).

전체적으로 지상부 생육특성, 이병율, 묘삼 생산성 등을 고려한 결과 묘삼포 지상부병 방제용 친환경 농자재로 플라즈마 살균수 및 식물추출물 처리가 시판 친환경 농자재 석회보르도액과 대등한 수준의 방제효과 및 증수 효과를 나타내었으며, 플라즈마 살균수 처리구의 경우 무처리 대비 평균 근장 15%(17.0cm), 근중 43%(0.7g) 향상 효과가 있었다.

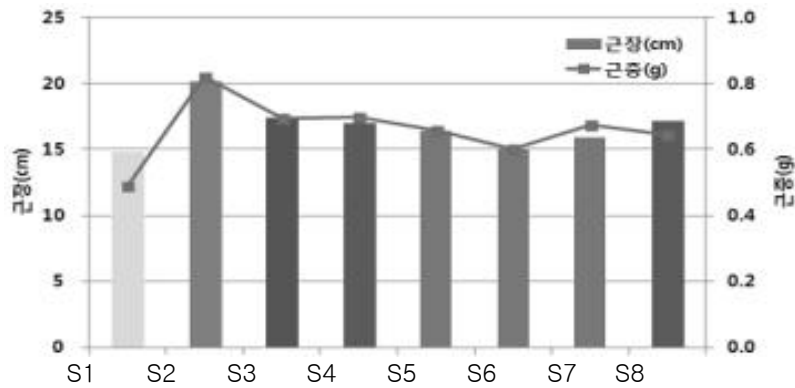


그림 25. 친환경 농자재 처리별 묘삼 지하부 생육특성 비교('13)

S1 : 무처리, S2 : 화학농약, S3 : 석회보르도액(6-6식), S4 : 플라즈마살균수, S5 : 차아염소산나트륨, S6 : 액상유황, S7 : 생물농약, S8 : 식물추출물

2년차(2014년) 시험에서는 1년차 시험결과 분석을 통하여 고온기에 엽소현상 등의 약해 발생 위험이 높은 차아염소산나트륨을 제외한 4종에 대하여 처리방법 및 농도 수준을 조정하여 묘삼 지상부병 방제용 친환경 농자재 선발시험을 수행하였다. 처리간 지상부 생육특성을 비교한 결과 미생물제제, 플라즈마 살균수, 식물추출물(500배액) 처리구에서 초장, 엽장, 엽폭 등 지상부 생육이 전반적으로 우수한 것으로 나타났다(표 12).

표 12. 친환경 농자재 처리별 묘삼 지상부 생육특성 비교('14)

친환경농자재	초장(cm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽록소함량(SPAD값)
무처리	12.8±2.00	3.9±0.35	2.1±0.26	18.9±4.34
화학농약 ^z	13.1±1.41	4.0±0.25	2.2±0.14	19.1±3.99
석회보르도액	12.6±0.92	3.7±0.37	2.1±0.14	15.8±2.68
플라즈마살균수	11.9±0.58	3.8±0.25	2.1±0.20	15.1±1.46
수용성 유기황	12.4±0.72	3.5±0.14	1.7±0.37	16.8±2.06
미생물제제 ^y	12.9±0.81	4.0±0.27	2.2±0.19	21.2±3.22
식물추출물(200배)	12.2±0.87	3.9±0.25	2.2±0.21	19.0±3.18
" (500배)	12.8±1.27	5.2±3.39	2.4±0.20	22.3±1.74
" (1000배)	12.0±1.73	4.0±0.27	2.2±0.16	24.6±5.03

^zpolyoxin B,(×1,000), ^yStreptomyces griseus

†조사일 : '14. 7. 8.

표 13. 친환경 농자재 처리별 묘삼 지상부 병해 발생 비교('14)

친환경농자재	잘록병 (%)	점무늬병 (%)	탄저병 (%)
무처리	6.7±2.89	21.7±10.41	3.0±2.00
화학농약 ^z	0.7±0.29	3.7±2.31	0.5±0.50
석회보르도액	1.6±1.15	4.3±1.15	0.3±0.58
플라즈마살균수	0.5±0.45	6.6±2.89	0.2±0.29
수용성 유기황	0.5±0.50	15.0±5.01	0.8±1.04
미생물제제 ^y	0.8±0.29	6.0±3.61	0.5±0.50
식물추출물(200배)	1.3±0.58	4.3±1.15	0.7±0.29
” (500배)	2.3±1.15	6.7±2.89	0.3±0.29
” (1000배)	4.3±1.05	11.7±2.89	1.3±0.58

^zpolyoxin B, (×1,000), ^yStreptomyces griceus

†조사일 : '14. 7. 8.

처리별 지상부 병해 방제효과를 비교한 결과, 수용성 유기황과 식물추출물 처리중 100배 이상에서는 방제 효과가 낮은 것으로 나타났으며, 그 외에 대부분의 처리구에서 이병률이 석회보르도액 대비 더 우수한 것으로 나타났다(표 13). 지하부의 경우 미생물제제 처리구에서 근장, 근경, 근중 등 대부분의 생육이 가장 우수하였으며, 총 성묘주수가 638.4주/3.3㎡로 가장 높은 수득율을 보였다. 그 외에 플라즈마 살균수, 식물추출물(500배) 처리구에서도 유사한 수준의 묘삼 생산량을 확보 할 수 있는 것으로 판단되었으며(표 14), 연차간 약제 처리별 방제 효과, 약해 발생수준, 생육특성 및 경제성 등을 종합적으로 검토한 결과 플라즈마 살균수와 미생물제제 처리가 가장 효과적인 것으로 나타났다(표 14, 그림 26).

표 14. 친환경 농자재 처리별 묘삼 지하부 생육 및 수량 특성 비교('14)

친환경농자재	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g/주)	성묘주수 (주/3.3㎡)	수량 (g/3.3㎡)	조수익 (천원/10a)
무처리	13.2±1.78	4.0±0.16	0.4±0.03	288.0	325.7	9,120
화학농약 ^z	15.7±1.19	4.5±0.07	0.7±0.03	717.7	646.8	10,349
석회보르도액	15.0±0.29	4.5±0.11	0.6±0.05	617.2	548.6	15,362
플라즈마살균수	16.4±0.30	4.2±0.07	0.7±0.03	623.3	542.4	15,186
수용성 유기황	15.3±0.42	3.9±0.19	0.4±0.02	493.5	317.2	8,881
미생물제제 ^y	18.3±0.99	4.4±0.03	0.7±0.04	638.4	579.6	16,228
식물추출물(200배)	15.9±0.87	4.3±0.08	0.7±0.03	617.9	555.4	15,551
” (500배)	15.8±1.04	4.3±0.27	0.7±0.04	633.7	555.1	15,542
” (1000배)	14.1±0.31	3.9±0.04	0.5±0.02	486.3	356.7	9,986

^zpolyoxin B, ×1,000), ^y Streptomyces griceus

x 조수익 산출 묘삼단가 : 관행 40,000원/750g , 친환경묘삼 70,000원/750g

†조사일 : '14. 10. 1.

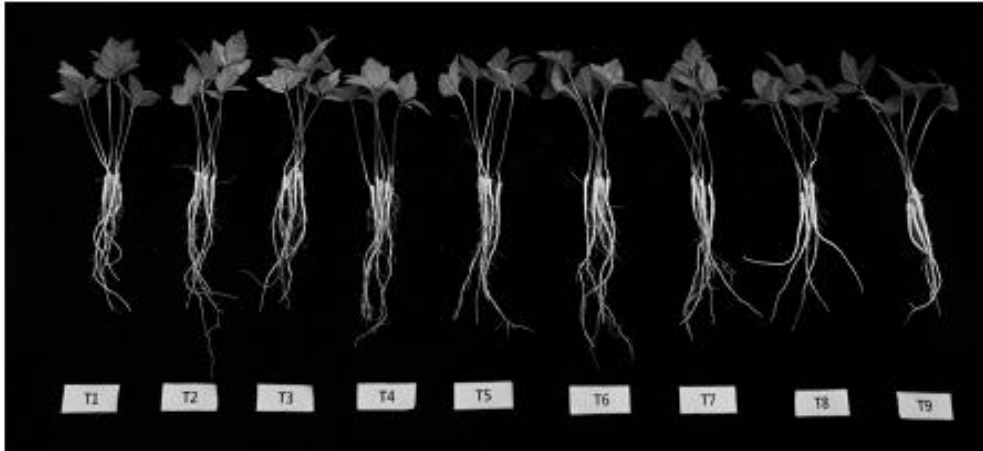


그림 26. 묘포 지상부 방제용 친환경 농자재 처리별 생육 특성 비교('14)

T1 : 무처리, T2 : 화학농약(polyoxin B, ×1,000), T3 : 석회보르도액(6-6식), T4 : 플라즈마살균수, T5 : 수용성 유기황, T6 : 미생물제제(*Streptomyces griseus*), T7 : 식물추출물(200배), T8 : 식물추출물(500배), T9 : 식물추출물(1,000배)

4. 인공상토 활용 묘삼생산기술 확립('12~'14)

펄라이트 50%에 원예상토, 코코피트, 피트모스를 50%씩을 혼합한 인공상토의 pH 및 EC는 각각 7.2, 6.7 및 5.7과 2.03, 1.95 및 1.93ds/m 이었으며(표 15), 인공상토를 이용한 양액재 배 시 원예상토+펄라이트 배합 처리구의 초장, 경경, 엽장, 엽폭, 근장 및 근중이 12.1±1.17, 1.7±0.22, 4.6±0.28, 2.5±0.17, 13.8±2.48 및 0.8±0.22이었으며, 코코피트+펄라이트를 배합한 처리구의 초장, 경경, 엽장, 엽폭, 근장 및 근중은 13.2±1.04, 1.7±0.26, 4.6±0.33, 2.3±0.18, 14.2±1.77, 0.7±0.15로 조사되어 두 처리구에서 생육이 우수함을 확인하였다(표 16, 그림 27).

표 15. 인공상토조성에 따른 pH와 EC('12)

배지조성	pH	EC(ds/m)
원예상토+펄라이트(5:5)	7.2	2.03
코코피트+펄라이트(5:5)	6.7	1.95
피트모스+펄라이트(5:5)	5.7	1.93

표 16. 양액공급에 의한 묘삼생산('12)

상토조성	초장 (cm)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	근장 (cm)	동직경 (mm)	뇌두경 (mm)	근중 (g)
원예상토+펄라이트	12.1±1.17	1.7±0.22	4.6±0.28	2.5±0.17	13.8±2.48	4.4±0.55	2.0±0.32	0.8±0.22
코코피트+펄라이트	13.2±1.04	1.7±0.26	4.6±0.33	2.3±0.18	14.2±1.77	3.9±0.50	1.7±0.44	0.7±0.15
피트모스+펄라이트	9.3±0.84	1.0±0.16	3.5±0.22	1.8±0.26	6.3±2.78	4.1±0.58	1.3±0.34	0.3±0.08



그림 27. 양액재배로 생산된 묘삼('12)

상자재배를 이용한 인공상토별 묘삼 생육시험 결과, 지상부 생육은 초장 8.6-10.6, 경장 5.0-6.4, 최대엽폭 1.8-2.0, 최대엽장 3.6-4.0으로 상토종류에 따른 처리구별 차이가 없었으나(표 17), 지하부 생육특성은 피트모스와 펠라이트를 혼합한 상토에서 근장 13.2, 근경 4.1mm, 근중 0.49g으로 다른 시험구에 비해 가장 양호하였다(표 19).

표 17. 상토별 pH 및 EC('13)

구 분	대조군	피트모스	피트모스+펠라이트	양직토
pH	5.63	6.4	6.61	7.56
EC(mS)	0.73	1.41	0.55	0.44

표 18. 상토별 지상부 생육특성('13)

상 토 종 류	초장	경장	최대엽폭	최대엽장
대조군	8.6	5.0	1.8	3.6
피트모스	10.6	6.4	2.0	4.0
피트모스+펠라이트(1:1)	9.5	5.5	1.9	3.8

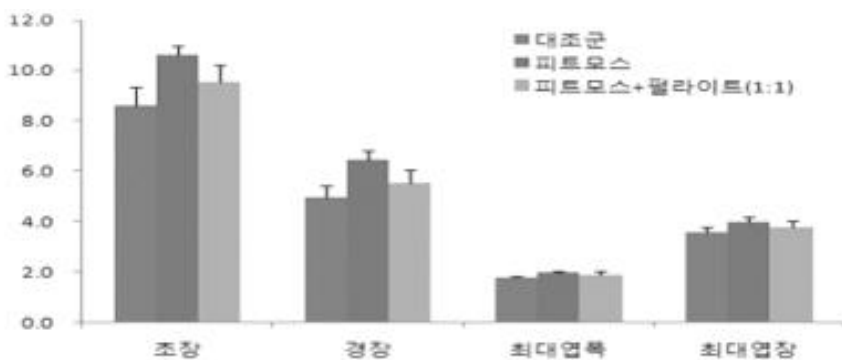


표 19. 상토별 묘삼 지하부 생육특성('13)

구 분	대조	피트모스	피트모스+펠라이트	양직토
근장(cm)	12.3	10.4	13.2	12.5
근경(mm)	3.5	3.9	4.1	3.8
근중(g)	0.35	0.48	0.49	0.53



상토별 묘삼



양직묘 상토묘 비교

피트모스와 펠라이트 등 상토재료의 배합비율별 묘소질 조사결과, 피트모스와 펠라이트를 1:2비율로 혼합한 인공상토에서 자란 묘삼이 근장 $14.1 \pm 1.5\text{cm}$, 근경 $0.4 \pm 0.04\text{cm}$, 근중 $0.27 \pm 0.03\text{g}$ 으로 가장 양호하였으며(표 20), 종자 파종립수에 따른 묘삼 지하부 생육은 100립 파종 시 타 처리구에 비해 근장이 $10.3 \pm 2.91\text{cm}$ 로 다소 길었으나 근중은 $0.17 \pm 0.02\text{g}$ 으로 300립 대비 낮은 것으로 조사되었으며, 이러한 결과로 보아 상자재배 시 파종량 300립까지는 묘소질에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다(표 21).

표 20. 상토재료 배합비율별 묘소질('14)

배합비율 (피트모스:펠라이트)	근장(cm)	근경(cm)	근중(g)
1:2	14.1 ± 1.5	0.4 ± 0.04	0.27 ± 0.03
1:1	9.1 ± 1.9	0.3 ± 0.04	0.21 ± 0.03
2:1	5.3 ± 1.8	0.4 ± 0.04	0.17 ± 0.05

표 21. 파종량별 묘소질('14)

파종량	근장(cm)	근경(cm)	근중(g)
100립	10.3 ± 2.91	0.4 ± 0.04	0.17 ± 0.02
200립	8.7 ± 2.73	0.4 ± 0.04	0.16 ± 0.05
300립	9.1 ± 1.88	0.3 ± 0.04	0.21 ± 0.03

마. 묘삼 수분 및 양분관리기술 개발('14)

묘삼 상자재배를 위한 관수방법 시험결과, 전 기간에 걸쳐 관수처리한 시험구가 생육기간별로 관수를 중단한 시험구에 비해 생육이 양호하였으며, 관수간격 3일 처리 시 근장, 근경 및 근중이 각각 10.4cm , 0.41cm 및 0.24g 으로 근장을 제외하고 다른 처리구에 비해 묘소질이 가장 양호한 것으로 조사되었다(표 23). 양분처리 시 무처리에 비해 근장, 근경 및 근중이 증가하는 경향을 보였으며, 퇴비차와 유기아미원 모두 0.3ds/m 농도 2주간격 처리구에서 근장, 근경 및 근중이 각각 10.4cm , 0.37cm , 0.24g 및 10.7cm , 0.32cm , 0.23g 으로 가장 양호한 묘소질을 나타내었다(표 23).

표 22. 관수방법 및 관수간격별 묘소질

관수방법	관수간격(일)	근장(cm)	근경(cm)	근중(g)
전 기간	3	10.4	0.41	0.24
	7	10.4	0.37	0.22
	14	11.2	0.36	0.23
생육기간별	3	9.7	0.39	0.24
	7	10.3	0.37	0.22
	14	10.4	0.37	0.21

* 생육기간별 : ~6월 관수, ~7월 무관수, ~8월 관수, 9월~ 무관수

표 23. 양분종류, 농도 및 처리간격별 묘소질

양분종류	농도(ds/m)	간격(week)	근장(cm)	근경(cm)	근중(g)
퇴비차	0.5	-	9.1	0.35	0.21
		1	9.5	0.36	0.24
		2	9.9	0.37	0.24
		4	9.6	0.34	0.24
	0.3	8	9.8	0.35	0.23
		1	9.5	0.38	0.23
		2	10.4	0.37	0.24
		4	10.3	0.37	0.22
	0.5	8	10.2	0.36	0.22
		1	9.1	0.35	0.21
		2	9.9	0.35	0.24
		4	9.7	0.34	0.22
유기 아미원	0.3	8	9.8	0.36	0.23
		1	9.9	0.36	0.22
		2	10.7	0.32	0.23
		4	9.9	0.35	0.21
		8	9.8	0.34	0.22

바. 양식토 및 인공상토 재사용 관리방법 기술개발('12~'14)

1) 양식토 재사용 관리방법 기술개발

양식토 재사용을 위한 소독방법별 시험결과(그림 28), 초장 11.7~11.9cm, 엽장 3.5~3.7cm, 엽폭 1.9~2.0cm 등으로 지상부 생육특성은 대차 없으며 T/R율도 1.0~1.1로 큰 차이를 나타내지 않았으나(표 26), 지하부 생육은 증기소독 처리 시 근장 14.8cm, 근중 0.56g으로 밭사미드 처리구 대비 우수하였으며(표 25), 세균 밀도 $7.28\sim 7.7\times 10^5$ CFU/g.soil, 진균 밀도 $0\sim 0.1\times 10^3$ CFU/g.soil으로 미생물 밀도는 큰 차이를 나타내지 않았다(표 26)



그림 28. 양직토 재사용을 위한 증기소독

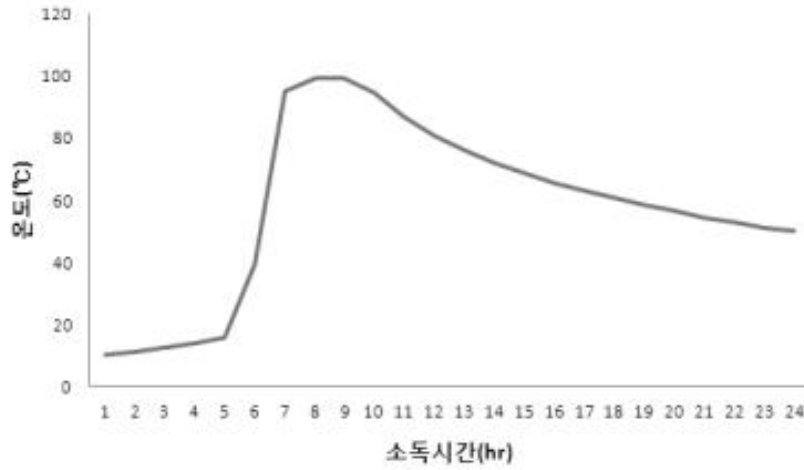


그림 29. 증기소독 시 토양내 온도변화('12)

표 24. 소독방법별 지상부 생육특성('13)

소독 방법	초장	엽장	엽폭	경경	근장	근경	생체중 (지상부)	생체중 (지하부)	T/R율
무처리	11.8	3.5	1.9	1.2	9.8	3.1	2.6	2.6	1.0
증기소독	11.7	3.5	1.9	1.2	9.6	3.1	2.6	2.7	1.0
빛사미드	11.9	3.7	2.0	1.4	9.6	3.1	3.0	2.7	1.1

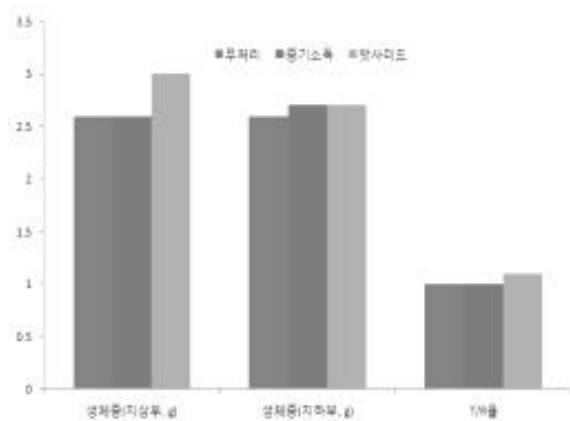
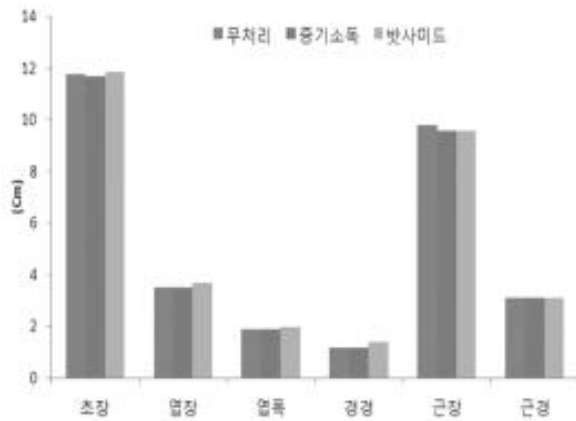


표 25. 소독방법별 지하부 생육특성('13)

구 분	무처리	빛사미드	증기소독
근장(cm)	12.5	13.6	14.8
근경(mm)	3.8	3.8	3.9
근중(g)	0.53	0.54	0.56



표 26. 소독방법별 미생물 밀도('13)

미생물 밀도	무처리	빛사미드	증기소독
세균($\times 10^5$ CFU/g.soil)	7.5 ± 0.2	7.7 ± 0.3	7.28 ± 0.6
진균($\times 10^3$ CFU/g.soil)	4.3 ± 0.7	0.1 ± 0.1	0.0

2) 인공상토 재사용 기술개발

상토의 소독처리가 묘삼 생육에 미치는 영향을 확인하기 위해, 기 사용한 상토를 각각의 소독방법별로 처리한 다음 육묘상자에 담아 인삼 종자를 파종하고 묘삼 지상부 및 지하부의 생육을 조사하였다. 생육특성 조사결과, 소독처리를 하지 않고 재사용한 상토에서의 묘삼의 생육특성은 엽장 23.5 ± 6.69 mm, 엽폭 17.8 ± 3.90 mm, 경장 58.6 ± 13.02 mm, 근장 118.2 ± 9.58 mm, 근경 3.9 ± 0.43 mm, 근중 0.2 ± 0.05 g이었으며, 증기소독 및 약제소독 처리구의 엽장, 엽폭, 경장, 근장, 근경 및 근중은 각각 27.6 ± 3.46 mm, 18.1 ± 2.18 mm, 67.7 ± 5.50 mm, 128.3 ± 7.72 mm, 4.1 ± 0.54 mm, 0.4 ± 0.05 g 및 24.1 ± 4.04 mm, 18.3 ± 2.89 mm, 48.5 ± 3.65 mm, 122.2 ± 8.98 mm, 4.2 ± 0.46 mm, 0.4 ± 0.06 g으로 조사되었다(표 27). 실험 결과와 같이, 엽장, 엽폭, 근장 및 근경은 고압증기소독 및 약제 소독한 처리구가 소독처리 없이 사용한 무처리구에 비해 다소 높았으나 유의적인 차이는 없었으며, 근중은 증기소독 및 약제소독 후 파종한 처리구가 무처리구에 비해 2배 정도 높은 것으로 나타나 묘 소질이 우수한 것으로 조사되었다. 그러나, 증기소독 처리 후 상토의 무기이온 흡수능력과 묘소질이 전반적으로 불량하여 상토의 재활용을 위해서는 물리성 개선을 위한 조치가 필요한 것으로 보고된 바 있어(Byun et al., 2012), 재활용

상토를 이용한 양질의 묘삼을 생산하기 위해서는 물리성 개선을 위한 추가적인 연구도 필요한 것으로 사료된다.

표 27. 소독방법별 묘삼 생육특성

소독방법	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (g)
무처리	2.4	1.8	5.9	11.8	0.4	0.23
증기소독	2.8	1.8	6.8	12.8	0.4	0.36
약제소독	2.4	1.8	4.8	12.2	0.4	0.35

상토의 소독처리가 묘삼 생육 중 병해 발생 억제에 미치는 영향을 확인하기 위해 묘삼 생육 기간 중 잘록병 발생률과 근부병 발생률을 조사하였다. 기 사용한 상토를 각각의 소독방법별로 처리한 다음 육묘상자에 담아 인삼 종자를 파종하고 30일 동안 잘록병 발생률을 조사한 결과, 무처리구 묘삼의 잘록병 발병율은 3.8% 수준이었으나, 증기소독 및 약제소독 처리구에서의 발병율은 0.5~0.6%수준으로 조사되었다(그림 30). 인삼 종자 파종 60~150일 경과 후 근부병에 의해 지상부 고사 개체수를 조사한 결과, 무처리구에서는 파종 90일째 3.4%에서 120일째 11.4%, 150일째 17.1%로 이병율이 급격히 증가하는 추세를 보였으나, 증기소독 및 약제소독 처리구는 90일, 120일 및 150일 후 이병율이 각각 0.9%, 2.3%, 2.7% 및 1.6%, 4.4%, 6.6% 수준으로 나타났다(그림 31). 이와 같이, 증기소독 및 약제소독 처리에 의해 묘삼에서 발생하는 잘록병 및 근부병을 대폭 경감시킬 수 있는 것으로 나타나 상토 재사용을 위해서는 적절한 소독처리가 필수적인 것으로 판단된다.

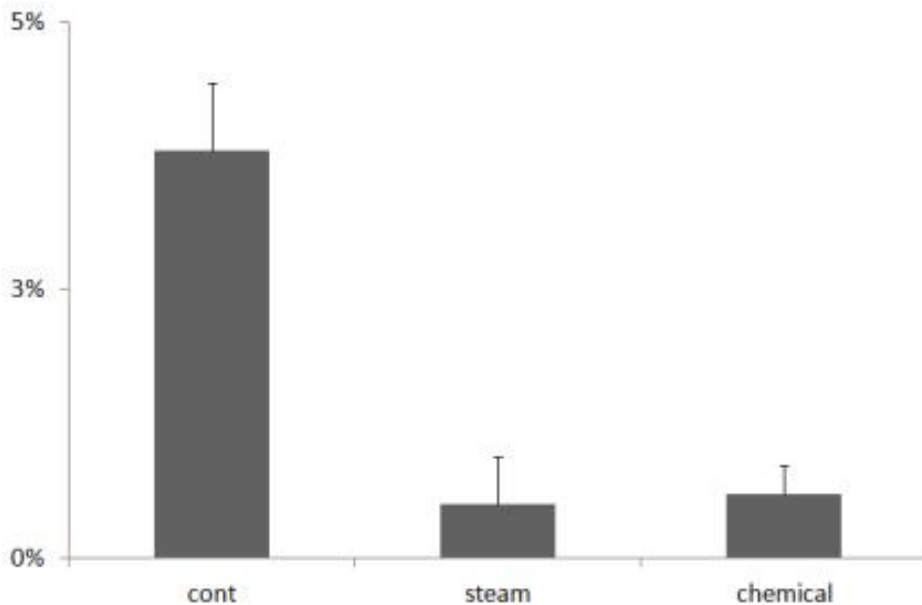


그림 30. 잘록병 발생률

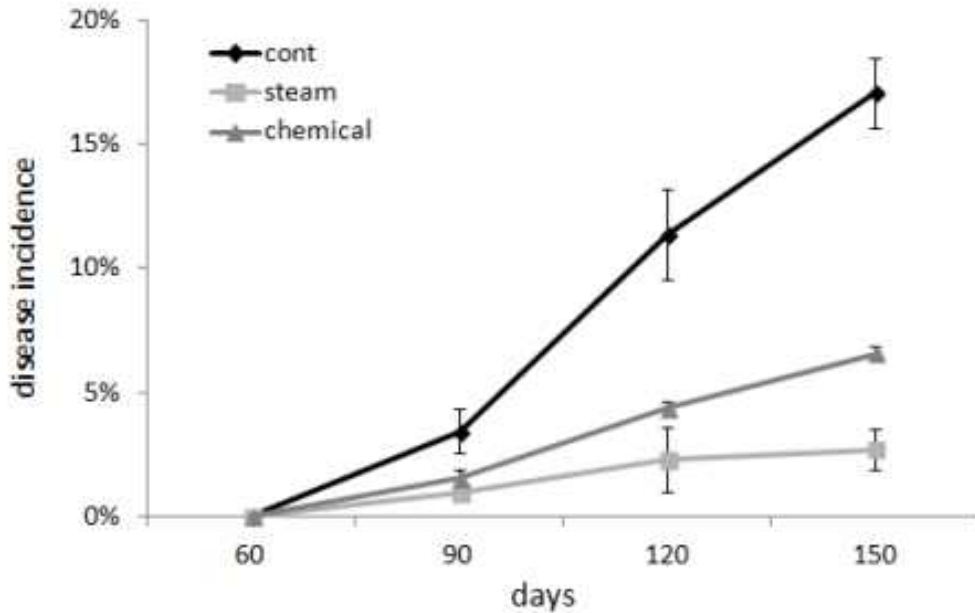


그림 31. 근부병 발생률

소독처리한 상토를 이용하여 묘삼을 재배한 후, 재배 전후의 상토 내 미생물상 변화를 조사하였다. 무처리구, 증기소독 처리구 및 약제소독 처리구에서의 묘삼 재배 전 세균수는 각각 $3.0 \pm 0.1 \times 10^4$ CFU/g medium, 0 CFU/g medium 및 $2.9 \pm 0.1 \times 10^4$ CFU/g medium이었으며, 묘삼 재배 후 상토 내 세균수는 무처리구, 증기소독 처리구 및 약제소독 처리구에서 각각 $2.8 \pm 0.4 \times 10^4$ CFU/g medium, $2.8 \pm 0.4 \times 10^4$ CFU/g medium 및 $2.7 \pm 0.7 \times 10^4$ CFU/g medium으로 조사되었다(그림 32). 실험결과와 같이, 무처리구 및 약제소독 처리구에서는 재배 전후 세균수에 큰 변화가 없었으나, 증기소독 처리구는 증기소독 후 제거된 세균류가 묘삼 재배 후 무처리구 수준으로 증가하였으며, 묘삼 재배 후 세균류는 처리구간에 큰 차이를 나타내지 않았다. 각 처리구별 진균류를 조사한 결과, 무처리구, 증기소독 처리구 및 약제소독 처리구에서의 묘삼 재배 전 진균수는 $4.7 \pm 0.1 \times 10^3$ CFU/g medium, 0 CFU/g 및 $0.0 \pm 0.1 \times 10^3$ CFU/g medium이었으나, 재배 후에는 $3.4 \pm 0.2 \times 10^3$ CFU/g medium, $0.3 \pm 0.2 \times 10^3$ CFU/g medium 및 $1.6 \pm 0.1 \times 10^3$ CFU/g medium이었다(그림 33). 이와 같이, 기 사용된 상토를 증기소독 및 약제소독 시 진균류는 거의 완전히 제거되는 것으로 확인되었으나 묘삼 재배 후 다시 증가하는 것으로 조사되었으며 증가폭은 약제소독 처리구에서 다소 큰 경향을 나타냈다. 묘삼 재배 전후 상토 내 피시움균을 조사한 결과, 무처리구, 증기소독 처리구 및 약제소독 처리구에서의 묘삼 재배 전 피시움균수는 각각 $2.3 \pm 0.2 \times 10^3$ CFU/g medium, 0 CFU/g medium 및 $0.8 \pm 0.5 \times 10^3$ CFU/g medium으로 증기소독 시 세균 및 진균과 마찬가지로 피시움균 역시 완전히 제거되는 것으로 조사되었으며, 묘삼 재배 후에는 각각 $6.6 \pm 0.4 \times 10^3$ CFU/g medium, $0.7 \pm 0.1 \times 10^3$ CFU/g 및 $2.4 \pm 0.3 \times 10^3$ CFU/g medium으로 진균류의 증가 경향과 일치하는 것으로 나타났다(그림 34). 상토 내 미생물상 분석 결과, 상토 소독 후 묘삼 재배 시 세균수는 무처리구와 소독처리구간에 큰 차이를 나타내지 않았으나, 진균류와 피시움균은 묘삼 재배 후에도 무처리구에 비해 병원균 밀도가 낮은 것으로 조사되었으며 묘삼 재배 시 증기 및 약제소

독 처리구에서 모잘록병 및 근부병 발생률이 낮은 시험결과와 일치하였다. 특히, 피시움균은 운동성 유주포자를 형성하는 토양 병원균으로 거의 모든 채소 및 작물을 침해하며(Yang et al., 2002) 인삼에서도 *Rhizoctonia solani*균과 더불어 모잘록병을 일으키는 원인균으로 잘 알려져 있어, 묘삼 재배 시 잘록병 이병율이 증기 및 약제소독 처리구에서 낮게 나타난 것은 소독처리를 통해 잘록병의 원인균인 피시움균의 밀도를 감소시킨 결과인 것으로 추정된다.

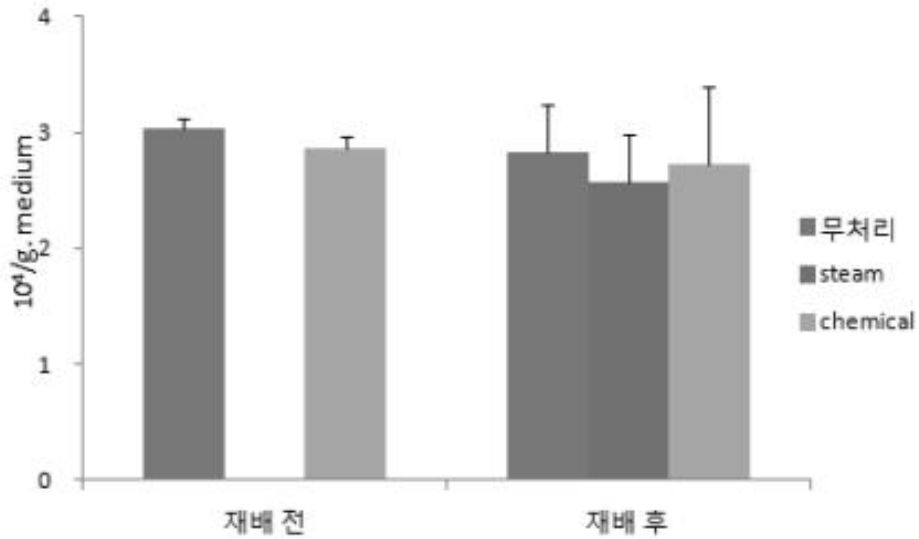


그림 32. 재배전 후 세균류 변화

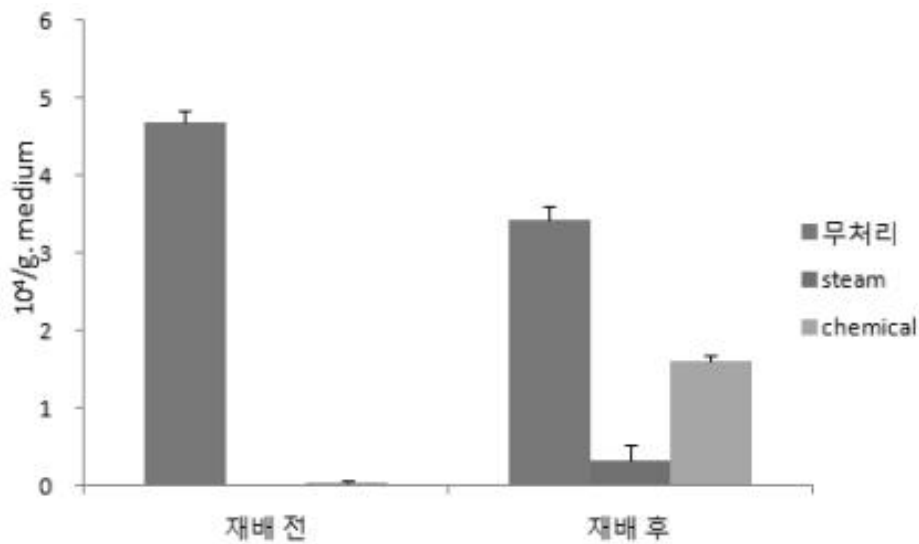


그림 33. 재배전 후 진균류 변화

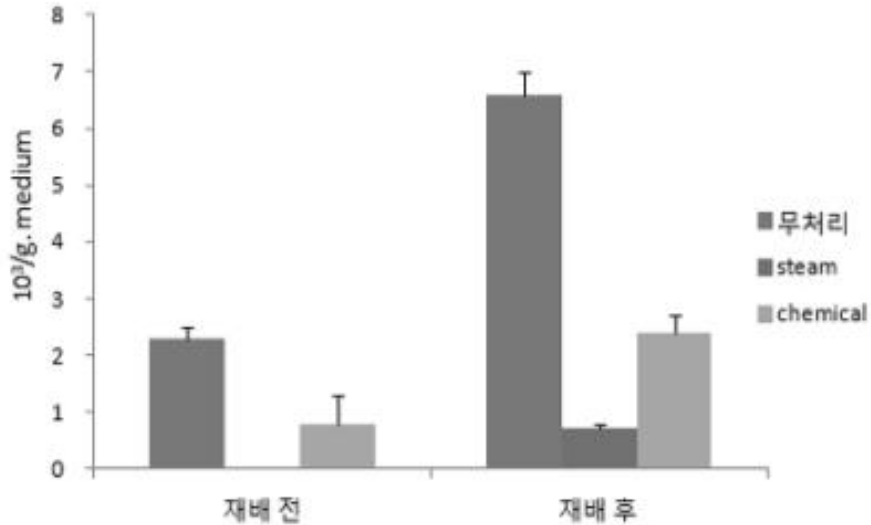


그림 34. 재배전 후 Pythium sp.변화

과채류의 경우 묘생산을 위한 육묘상토 가격이 묘생산 원가의 20~30%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있어(Byun et al., 2012) 묘삼 재배 시에도 원가 절감 및 소득 증대를 위해서는 상토 재활용 기술 개발이 필수적인 것으로 판단된다. 상토 재활용을 위한 소독 방법별 시험 결과, 기 사용한 상토를 재활용하기 위해서는 상토 내에 존재하는 병원성 미생물을 제거한 후 사용하는 것이 우량묘삼 생산을 위해 중요한 과정임을 확인할 수 있었으며, 약제 및 증기소독 방법을 통한 상토소독이 토양병원균에 의한 인삼 연작피해를 줄이는 하나의 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

4. 적 요

- 가. 강원도 인삼 주요 재배지역의 연차별 주요 병 발생을 비교한 결과 평년과 비슷한 기후 조건을 보인 2012년도의 경우, 점무늬병과 탄저병 등 주요 병 발생시기가 6월 초순경으로 전국 대비 1~2주 이상 느리게 발생하고, 남부지역 대비 발생수준도 상대적으로 적었던 반면, 북부지역을 중심으로 3~4월 이상저온과 5월의 이상고온 현상이 나타난 2014년도의 경우 북부권(철원 등)과, 중부권 중산간지(횡성 둔내 등) 지역 등을 중심으로 출아 초기 이상고온과 저온현상이 교차적으로 발생하여 출아가 불균일하고 냉해 피해가 커서, 잿빛곰팡이병, 점무늬병 등 생리장해 및 2차 병 발생이 많아지는 경향을 나타내었다.
- 나. 방제체계 시험결과 체계1, 2 처리구 모두 관행 대비 우수한 방제효과를 보였으며, 특히 인삼 수량에 가장 영향을 주는 점무늬병에 방제가 높고, 약제 방제횟수를 연 평균 5~7회 이상 절감할 수 있어 가장 유리한 것으로 판단되었다.
- 다. 종자소독용 화학농약 대체 농자재 선발 시험결과, 무처리 대비 수용성 유기황 처리구 등 대부분의 처리구에서 발아율(무처리 66.7%)이 15.5~24.4% 수준 향상되었으며, 화학농약 대비 95~105% 수준으로 대등한 효과를 나타내었다. 묘삼 소독을 위한 친환경 농

자재 선발 시험 결과, 플라즈마 살균수와 차아염소산나트륨이 수용성 유기항 처리구보다 약해가 적고, 모잘록병 등 이병율이 낮았으며, 출아율이 가장 높은 것으로 나타나, 화학농약 대체 자재로 활용 가능한 것으로 판단되었다.

- 라. 상자재배를 이용한 인공상토별 묘삼 생육시험 결과, 피트모스와 펄라이트를 혼합한 상토에서 근장 13.2, 근경 4.1mm, 근중 0.49g으로 다른 시험구에 비해 가장 양호하였으며, 종자 파종립수에 따른 묘삼 지하부 생육은 100립 파종 시 타 처리구에 비해 근장이 10.3 ± 2.91 cm로 다소 길었으나 근중은 0.17 ± 0.02 g 으로 300립 대비 낮은 것으로 조사되었다.
- 마. 묘삼 상자재배를 위한 관수방법 시험결과, 전 기간에 걸쳐 관수처리한 시험구가 생육기간별로 관수를 중단한 시험구에 비해 생육이 양호하였으며, 관수간격 3일 처리 시 근장, 근경 및 근중이 각각 10.4cm, 0.41cm 및 0.24g으로 근장을 제외하고 다른 처리구에 비해 묘소질이 가장 양호한 것으로 조사되었다.
- 바. 양직토 재사용을 위한 소독방법별 시험결과, 증기소독 처리 시 근장 14.8cm, 근중 0.56g으로 밧사미드 처리구 대비 우수하였으며, 소독방법별 상토내 묘삼 생육특성조사 결과, 엽장, 엽폭, 근장 및 근경은 고압증기소독 및 약제 소독한 처리구가 소독처리 없이 사용한 무처리구에 비해 다소 높았으나 유의적인 차이는 없었으며, 근중은 증기소독 및 약제소독 후 파종한 처리구가 무처리구에 비해 2배 정도 높은 것으로 나타나 묘소질이 우수한 것으로 조사되었다.

5. 인용문헌

- Bae, S.K., Heu, I.L., Ishii, R., Kumura, A.(1985) Thermal inhibition to photosynthesis of ginseng and tobacco plants. Korean Journal of Crop Science. 30(3):223-228.
- Byun, H. J., Kim, Y. S., Kang, H. M., Kim, I. S.(2012) Physico-chemical characteristics of used plug media and its effect on growth response of tomato and cucumber seedlings. J. Bio-Environ. Cont. 21:207-212.
- Chen, S.K., Lee, T.S., Yoon, J.H., Lee, S.S., Mok, S.K.(2004) Effect of light transmittance control on the root yield and quality during the growing season of Panax ginseng. Korean J. Ginseng Res. 28(4):196-200.
- Choi, J. E., Lee, N. R., Han, J. S., Kim, J. S., Jo, S. R., Shim, C. Y., Choi, J. M.(2011) Influence of various substrates on the growth and yield of organically grown ginseng seedlings in the shaded plastic house. Korean J. Medicinal Crop Sci. 19: 441-445.
- Choi, J. M., Ahn, J.W., Ku, J. H., Lee, Y. B.(1997) Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red-pepper in plug system. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:618-624.
- Choi, J. M., Shim, C. Y., Choi, J. S.(2002) Effect of phosphorus fertilization on chages

- of nutrient concentrations in rice hull based root media, crop growth, and nutrient contents of chrysanthemum. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:235-238.
- Choi, K. J., Lee, J. H., Jeong, H. N., Kang, A. S.(2007) Characteristics of Major Diseases causing *Eleutherococcus senticosus* Max. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15(3): 199-202.
- Gilbert, J., Tekauz, A. (1995) Effects of fusarium head blight and seed treatment on germination, emergence, and seedling vigour of spring wheat. Canadian Journal of Plant Pathology 17(3):252-259.
- Heo, I.H., Lee, S.H.(2006) Changes of unusual temperature events and their controlling factors in Korea. The Korean Geographical Society. 41(1):94-105.
- Heo, S. J., Jeong, H. N., Kim, S. I., Cho, Y. S., Ahn, M. S.(2012) Study of ginseng seedling production using an artificial medium. Korean J. Medicinal Crop Sci. 20(S1):111-112.
- Hyun, D. Y., Kang, S. W., Kim, Y. B., Kim, J. W., Park, H. W. (2013) Development of plug plant technology for clean ginseng seedling. RDA.
- Kim, H. J., Kim, H. K., Kwon, S. M., Woo, S. H., Chang, K. Y.(2010) Effect of the clay mineral on the growth of cherry tomato in the bed soil. Kor. J.. Soil. Fert. 43:322-328.
- Kim, J.Y., Kim, H.N., Saravanan, M., Heo, S.J., Jeong, H.N., Kim, J.E., Kim, K.R., Hur, J.H.(2014) Translocation of Tolclofos-methyl from Ginseng cultivated soil to Ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) and Residue Analysis of Various Pesticides in Ginseng and Soil. The Korean Society of Pesticide Science. 18(3): 130-140.
- Kim, Y. J., Wee, S. H., Yoon, H. C., Heo, E. J., Park, H. J., Kim, J. H., Moon, J. S.(2012) Comparison of an automated most-probable-number technique TEMPO®TVC with traditional plating methods Petrifilm™ for estimating populations of total aerobic bacteria with livestock products. J. Fd Hyg. Safety 27: 103-107.
- Lee, S.S., Cheon, S.K., Mok, S.K.(1987) Relationship between environment conditions and growth of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) plant in field III. field photosynthesis under different light intensity. Korean J. Crop Sci. 32(3):256-267.
- Lee S. S., Cheon, S. R., Kim, Y. T., Lee, C. H.(1984) Effect of seedling characters on the growth of ginseng plant on field. J. Gin. Res. 8:57-64.
- Lee, K. J., Kim, S. I., Jeong, H. N., Ahn, M. S., Kwon, T. R. (2013) Growth characteristics of ginseng seedling in artificial medium. Korean J. Medicinal Crop Sci. 21(S2): 85-86.
- Ohh, S. H., Chung, Y. R., Yu, Y. H., Lee, I. H. (1982) Soil Environmental Factors

- Affecting Fusarium Population and Root Rot of Panax ginseng in Ginseng Fields. Korean J. Appl. Entomol. 21(2):68-72.
- Park, H., Lee, M. G., Lee, J. C., Byen, J. S. (1984) Soil Factors Affecting Ginseng Seedling Yield and Their Relation. Korean J. Soil Sci. Fert 17(1):24-29.
- Proctor, J. T. A., Palmer, J. W., Follett, J. M. (2010) Growth, dry matter partitioning and photosynthesis in American ginseng seedlings. J. Gin. Res. 34:175-182.
- Robert, R. M., William, C. F., Roy, A. L.(1989) Mathematical models for moisture characteristics of horticultural container media. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:48-52.
- Schmitthenner, A. F.(1980) Pythium species. Isolation, biology and identification. p33-36.
- Yang, H. S., Son, H. B., Jung, Y. R.(2002) Biological control of Pythium damping-off of cucumber by Bacillus stearothermophilus YC4194. Res. Plant Dis. 8:234-238.
- 강원도농업기술원. 2009. 2009년 시험연구보고서.
- 농촌진흥청. 2009. 인삼 병해충의 저농약 안전방제체계 확립 연구보고서.
- 농촌진흥청. 2009. 인삼 표준영농교본. p104~266.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2012(1년)	영농활용	동계 이상고온에 따른 조기발뇌 피해 경감기술
2012(1년)	학술발표 (국내)	이상기온에 따른 5년생 인삼 조기발뇌 특성 및 해가림 재료별 동해피해 발생 양상
2012(1년)	학술발표 (국내)	인공상토를 이용한 묘삼생산 연구
2013(2년)	영농활용 기관제출	강원 지역 인삼 재배지 신규 증가 해충의 피해진단 방법
2013(2년)	학술발표 (국내)	강원지역 기상조건에 따른 인삼 주요 병해충 발생 양상
2013(2년)	학술발표 (국내)	인공상토 종류에 따른 묘삼 생육특성
2014(3년)	논문게재 (비SCI)	상토 소독방법에 따른 재사용 상토에서의 묘삼생육특성 및 미생물상 변화
2014(3년)	영농활용	강원지역 고년생 인삼 주요 병해 안전 방제법
2014(3년)	영농활용	미생물제제를 활용한 묘삼 지상부병 친환경 방제기술
2014(3년)	학술발표 (국내)	양직토 소독방법별 묘삼 생육특성
2014(3년)	학술발표 (국내)	인삼 무농약 재배시 친환경 농자재 처리가 수량 및 품질에 미치는 영향
2014(3년)	학술발표 (국제)	Selection of artificial medium for cultivation of ginseng seedling
2014(3년)	홍보성과	강원도농기원, 친환경인삼재배 현장설명회

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'12	'13	'14
세부책임자	인삼약초연구소	농업연구사	이광재	세부과제 총괄	-	○	○
공동연구자	인삼약초연구소	농업연구사	정햇님	병해충조사, 방제체계시험	○	○	○
	"	농업연구관	김성일	병해충조사, 묘삼재배기술개발	○	○	○
	"	"	안문섭	연구방향제시	○	○	○
	"	기계운영	이상규	시험포장관리, 방제체계시험	○	○	○
	"	운전	윤석원	병해충조사, 묘삼시험포 관리	○	○	○
	"	농업연구사	허수정	세부과제총괄	○	-	-