

어젠다코드	2 - 8 - 23		구분	세부완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	S02	작목구분코드	FC-01-0101
과제종류	기관고유		과제번호	LP002390032020	
과제명	강원 인삼 품질향상 재배기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	윤예지		농업연구사	강원도원 인삼약초연구소	
연구기간	2014 ~ 2021		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 인삼 스마트팜 적용기술 개발			인삼약초연구소	윤예지	'18~'20
2) 인삼 퇴비차 시용기술 농가실증			인삼약초연구소	윤예지	'20
색인용어	인삼, 퇴비차, 스마트팜, 양분관리, 농가실증				

## ABSTRACT

Currently, the national ginseng raingarim house cultivation area is steadily increasing. When cultivating ginseng in a rain-sheltered house, it prevents the inflow of rainwater to suppress the occurrence of diseases and reduce damage from natural disasters such as drying, strong winds, and heavy snow. In addition, an existing study shows that when cultivating a rain-covered house, the number of spraying of pesticides is reduced and increases productivity. The Gangwon region has relatively less high-temperature damage in summer compared to the southern region, so it is advantageous for house-friendly cultivation. In addition, smart farm technology incorporating ICT is being introduced as a new way to reduce labor and improve quality. Smart farm technology is a technology that enables automatic control of the environment within the facility by continuously monitoring the fine weather environment and soil environment. Therefore, the smart farm technology used in the cultivation of fruits and vegetables will be expanded and grafted to ginseng. Ginseng is a crop that requires long-term perennial cultivation, and the development of varieties must be carried out over several decades. It takes at least 4 years until seeding, and more than 5 years until selection of good individuals is required. With the aim of shortening the time required for breeding through the development of technology for reducing generations, we intend to develop a technology for shortening the breeding age using smart farm technology. There is a trend of increasing interest and demand for cultivation of seedlings and sprouts in smart farm facilities. Research on cultivation methods such as development of superior seedling production technology is actively underway, but studies related to the application of compost tea for nutrient management are insufficient. Therefore, research was conducted with the final goal of developing excellent seedling production technology through the use of an automatic irrigation system of compost tea for nutrient management in the facility.

## 1 연구목표

현재 전국 인삼 비가림하우스 재배면적은 28.7ha로 꾸준히 증가하고 있다.(2018). 인삼을 비가림 하우스 재배 시 빗물의 유입을 막아 병해 발생을 억제하고 건조, 강풍, 폭설 등 자연재해 피해를 줄일 수 있다. 또한, 비가림 하우스 재배시 농약 살포횟수가(관행) 12~15회 → 2~4회 이하 감소 및 생산성 2~4배(4~8kg/칸·6년근, 전북 진안) 증가 효과가 있다는 기존 연구결과가 있다. 강원 지역은 남부 지역 대비 여름철 고온피해가 상대적으로 적어 하우스 친환경 재배 유리하다.

또한 최근 노동력 절감 및 품질 향상의 새로운 방안으로 ICT를 접목한 스마트팜 기술이 도입되고 있다. 스마트팜 기술은 미세 기상환경, 토양환경 등을 연속 모니터링 함으로써 시설 내 환경을 자동 조절 가능하게 하는 기술이다. 따라서 과채류 등의 재배에서 활용되고 있는 스마트팜 기술을 인삼에 확대 접목하고자 한다.

인삼은 다년생 장기재배를 요구하는 작물로서, 품종개발까지 수십 년에 걸쳐서 진행되어야 한다. 채종까지 최소한 4년의 재배 기간 소요, 우량개체 선발 까지 5년 이상의 기간 필요하다.(2015, 경북도원). 세대 단축 기술개발을 통한 육종 소요기간 단축을 목표로 스마트팜 기술을 활용한 채종연한 단축기술을 개발하고자 한다. 스마트팜 시설 내 묘삼 및 새싹삼 재배에 대한 관심과 수요가 증가하고 있는 추세이다..(2017, 경기도원). 우량 묘삼 생산기술 개발 등 재배법에 대한 연구가 활발히 진행중이지만, 양분관리를 위한 퇴비차 시용과 관련된 연구는 미비하다. 따라서, 시설 내 양분관리용 퇴비차의 자동관수시스템 활용을 통한 우량묘삼 생산기술 개발을 최종 목표로 연구를 진행하였다.

## 2 재료 및 방법

### 〈제1세부과제: 인삼 스마트팜 적용기술 개발〉

#### (시험 1) 인삼 재배유형별 경제성 분석('18~'19)

본 연구는 시험품종 4, 5, 6년근 자경종을 대상으로 비가림하우스 재배와 경사식 해가림 재배유형의 생육특성 조사 및 시설별 경제성을 비교하는 시험이다.

#### (시험 2) 인삼 스마트팜 기술도입을 위한 시설환경 모니터링('18~'19)

본 연구는 시험 1과 같은 조건 내에 실시간 모니터링 사용기기 파밍온(FarmingOn)을 설치하여 경사식 해가림 및 비가림하우스 미기상환경, 생육특성을 조사하였다.

#### (시험 3) 인삼 채종연한 단축기술 개발('20)

본 연구는 스마트팜 시설 내 인삼의 채종연한 단축기술을 위해 수행하였다. 인삼 채종연한 단축기술 개발 시험에서는 자경종 2년근, 1년근(직파)를 사용하여 스마트팜 시설 내 다단식 베드(상토)를 활용하였다. 스마트팜 기술을 활용하여 원시표준액(다량원소+미량원소)를 EC기준 0.5dS/m(T2), 1.0(T3), 1.5(T4)로 처리하였으며, 대조구는 지하수(T1)를 사용하였다. 처리 시기는 4월 중순~9월 하순까지 주 1회 처리하였다.

표 1. 양액 성분별 함량

탱크	비료종류	규정농도(mg/L)	20L	200L	
A	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	질산칼슘(4수염)	236.0	472 g	4.72 kg
	KNO <sub>3</sub>	질산칼륨	204.0	408 g	4.08 kg
	Fe-EDTA	킬레이트철	2.86	5.7 g	57 g
B	KNO <sub>3</sub>	질산칼륨	200.0	400 g	4.0 kg
	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	인산암모늄	57.5	115 g	1.15 kg
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	황산마그네슘	123.0	246 g	2.46 kg
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	붕산	2.86	5.7 g	57.2 g
	MnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	황산망간	1.54	3.08 g	30.8 g
	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	황산아연	0.22	0.44 g	4.40 g
	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	황산구리	0.08	0.16 g	1.57 g
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	몰리브덴산나트륨	0.13	0.25 g	2.52 g

(시험 4) 묘삼 상토재배시 양분관리 기술 개발('20)

본 연구는 스마트팜 시설 내 묘삼의 양분관리 생산기술 개발을 위해 수행하였다. 스마트팜 시설 내 이동식베드(상토를) 활용하여 묘삼 상토내 처리를 통해 진행하였다. 대조구(T1)는 상토(피트모스: 펠라이트=7:3)였으며, 처리구T2는 상토 + 우분퇴비 1%, T3는 상토 + 상토 + 퇴비차 25배액(지하수 10L + 퇴비100g + 당밀·탈지분유 5g, 마지막으로 T4는 상토 + 우분퇴비 1% + 퇴비차 25배액을 처리하였다. 퇴비차 처리시기는 4월 중순~9월 하순까지 주 1회 처리하였다.

〈제2세부과제: 인삼 퇴비차 시용기술 농가실증〉

본 연구는 2018년도에 특허 출원을 하여 2020년도에 특허등록이 된 연구소에서 개발한 퇴비차 제조법을 활용하여 농가실증을 수행하였다. 퇴비차 제조법은 다음과 같다. 지하수 10L기준으로 우분퇴비 100g과 당밀 및 탈지분유를 5g을 넣고 72시간을 25℃에서 폭기한다. 그 이후 25배액으로 희석하여 관주처리를 진행한다. 2주에 1회, 칸 당 4L기준으로 시용하였다. 농가선정은 철원 내 인삼 비가림하우스를 재배하는 농가 중 2년근과 4년근을 기준으로 진행하였다. 대 2년근, 4년근의 생육특성(지상부, 지하부), 토양 화학성 분석, 유효성분 등을 조사하였다.

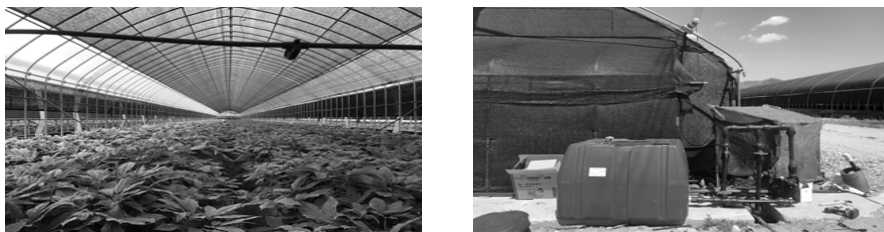


그림 1. 농가실증포 전경

### 3 결과 및 고찰

#### 〈제1세부과제: 인삼 스마트팜 적용기술 개발〉

##### (시험 1) 인삼 재배유형별 경제성 분석('18~'19)

세 위치 모두 해가림 대비 하우스 지상부 생육이 초장에서 약 22~44%이상 차이가 발생하였으며 이는 1년차, 2년차 모두 비슷한 양상을 나타냈다.

표 2. 재배유형별 지상부 생육특성('18)

위치	연근	재배유형	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽록소함량 (SPAD값)
연구소	5	하우스	76.4±5.2	43.0±6.2	10.0±2.3	16.7±0.9	7.0±0.1	32.9±6.4
		해가림	73.5±4.8	42.2±4.0	7.9±1.2	17.0±2.5	6.8±0.8	31.4±2.0
농가1	5	하우스	79.2±1.2	49.9±3.5	11.6±0.9	21.4±2.4	9.7±0.5	27.1±1.4
		해가림	68.1±7.3	44.6±5.1	9.4±1.3	21.4±4.2	8.4±1.6	28.8±5.4
농가2	4	하우스	69.5±5.3	48.9±4.5	9.5±1.1	19.9±2.8	8.0±1.4	27.0±2.2
		해가림	54.6±8.7	40.3±7.6	9.4±1.7	18.4±2.0	7.4±0.9	26.6±6.5

표 3. 재배유형별 지상부 생육특성('19)

위치	연근	재배유형	초장(cm)	경장(cm)	경직경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)
연구소	6	하우스	84.3	47.8	8.7	20.2	8.1
		해가림	64.7	37.6	7.0	15.6	6.2
농가1	6	하우스	76.4	44.1	11.6	17.6	7.5
		해가림	62.4	36.6	9.9	14.8	5.9
농가2	5	하우스	76.1	45.2	10.7	17.1	7.1
		해가림	52.7	30.0	9.0	12.9	5.7

지하부 생육에서는 5, 6년근 모두 위치와 관계없이 관행 해가림 대비 하우스에서 근중, 근장, 근직경이 크게 유의적인 차이가 있었다. 생리장해인 적변, 지하부병인 뿌리썩음병 모두 비가림하우스에서 발병이 적었다.

표 4. 재배유형별 지하부 생육특성('18)

위치	연근	재배유형	결주율 (%)	근중 (g)	근장 (cm)	동직경 (mm)	적변율 (%)	뿌리썩음병 (%)	수량 (kg/10a)
연구소	5	하우스	7	77.9±5.5	32.7±1.6	26.6±0.7	1.0	0.4	1,369
		해가림	12	51.6±5.6	25.6±1.9	23.2±2.2	15.0	1.4	858

위치	연근	재배유형	결주율 (%)	근중 (g)	근장 (cm)	동직경 (mm)	적변율 (%)	뿌리썩음병 (%)	수량 (kg/10a)
농가1	5	하우스	8	55.5±5.3	26.1±3.3	22.2±4.6	7.1	3.3	1,302
		해가림	10	35.4±4.6	21.5±1.6	17.6±1.1	12.0	0.6	735
농가2	4	하우스	4	32.8±3.1	25.3±1.3	23.5±6.6	7.7	0.2	738
		해가림	33	39.5±4.9	23.6±1.5	21.1±0.7	3.8	0.6	621

표 5. 재배유형별 지하부 생육특성('19)

위치	연근	재배유형	결주율(%)	근중(g)	근장(cm)	적변율(%)	뿌리썩음병(%)
연구소	6	하우스	12.5	90.9*	32.5*	13.6	0.1
		해가림	37.0	71.4	29.8	11.3	0.8
농가1	6	하우스	5.5	84.6*	31.7	6.1	1.8
		해가림	16.6	71.5	33.6*	7.2	2.4
농가2	5	하우스	4.1	57.8*	25.8**	4.0	0.8
		해가림	36.1	43.1	23.1	13.8	10.8

수량은 농가2에서 해가림 대비 약 1.3배, 농가1에서 해가림 대비 약 1.5배로 비가림하우스 재배 시 수량이 증가하는 것으로 나타났다.

표 6. 재배유형별 수량비교('19)

조사내용	재배유형	5년근(농가2)		6년근(농가1)	
		해가림	하우스	해가림	하우스
결주율(%)		36.1	4.1	16.6	5.5
칸(kg/3.3m²)		2.3	3.1	3.3	5.1
수량(kg/10a)		696	939	1,000	1,545
증가율		-	25.6%(1.3배 ↑)	-	35.8%(1.5배 ↑)

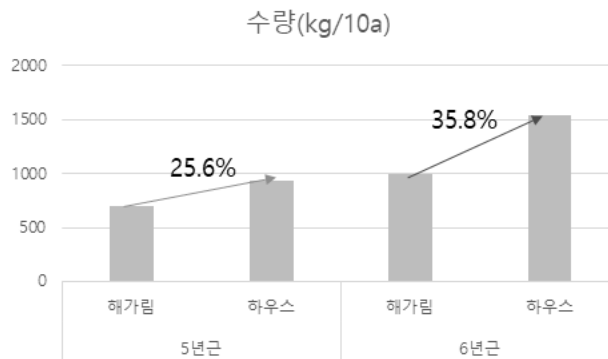


그림 2. 재배유형에 따른 수량 변화(5, 6년근 비교)

연차 간 근중, 수량 비교 시 '18년도 농가2의 4년근 근중은 해가림에서 39.5g, 비가림에서 32.7g에서 5년근 43.1g, 57.8 로 각각 1.1배, 1.76배 증가하였다. '19년도 농가1의 5년근 근중은 해가림에서 35.45g, 비가림에서 55.5g에서 5년근 71.5g, 84.6 로 각각 2.0배, 1.76배 증가하였다. 처리구 모두 연차가 진행될수록 근중이 증가하였으며, 특히 비가림하우스 재배 시 근중이 크게 증가하였다. 수량은 각각 연차가 진행될수록 증가하는 경향을 보였으며, 특히 두 농가 모두에게서 비가림하우스 재배시 전년 대비 수량이 증가하는 것을 확인하였다. 이는 결주율의 감소가 큰 요인인 것으로 사료된다.

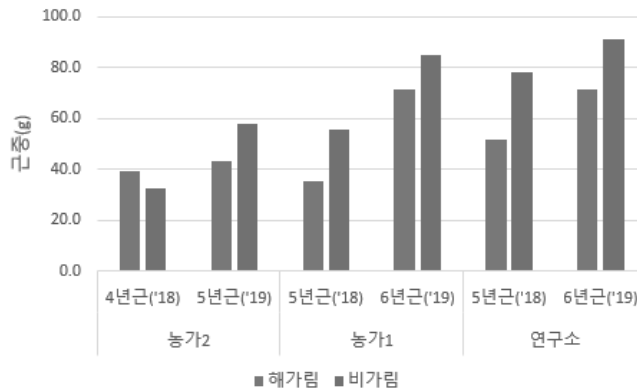


그림 3. 연차 간 변화(근중)

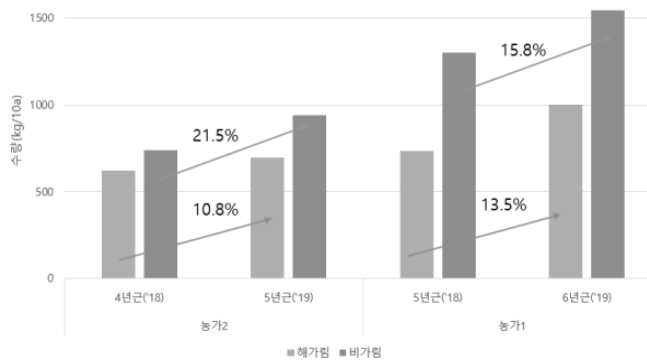


그림 4. 연차 간 변화(수량)

홍삼의 가공적성률을 비교하였을 때 내공의 경우 비가림이 더 크고, 내백의 경우 해가림이 크게 나왔으나, 둘 사이에 유의적인 차이는 없었다. 지삼 비율 또한 비가림에서 더 큰 비율이 나왔다. 따라서, 재배유형별에 따른 홍삼 가공적성에는 큰 차이가 없다.

재배유형	내공(mm)	내백(mm)	*지삼 비율(%)
해가림	1.3	3.1	44.0%
비가림	2.7	2.2	50.0%

\* 지삼: 홍삼 등급 중 내공, 내백 직경 모두 2mm이하인 등급(2등급)

경제성 분석은 5년근의 경우, 해가림 대비 비가림하우스의 소득은 약 1.6배 증가하였으며, 6년근의 경우, 1.7배 증가하였음. 고년근 일수록 해가림보다 비가림 재배시 소득이 상승하는 것은 6년근 위주의 강원도 지역에 적합한 것으로 사료된다.

- 5년근

(기준: 5년1기작/10a)

	경사식 해가림	비가림 하우스
수량(kg/10a)	696	939
단가(원)	36,776	36,776
총수입(원)	25,057,500	34,532,664
생산비(경영비+노동비)	16,954,945	21,144,581
소 득	8,102,555	13,388,083 (1.6배 ↑)

\* 2018 지역별 농산물 소득 자료 기준

- 6년근

(기준: 6년1기작/10a)

	경사식 해가림	비가림 하우스
수량(kg/10a)	1,000	1,545
단가(원)	36,776	36,776
총수입(원)	36,776,000	56,818,920
생산비(경영비+노동비)	20,066,097	28,333,661
소 득	16,709,903	28,485,259 (1.7배 ↑)

\* 2018 지역별 농산물 소득 자료 기준

(시험 2) 스마트팜 기술도입을 위한 시설환경 모니터링('18~'19)

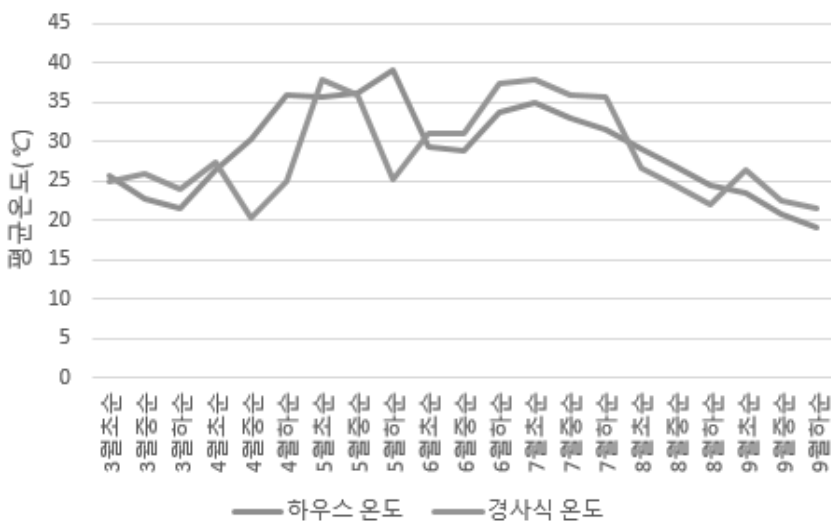


그림 5. 재배유형별 평균 온도

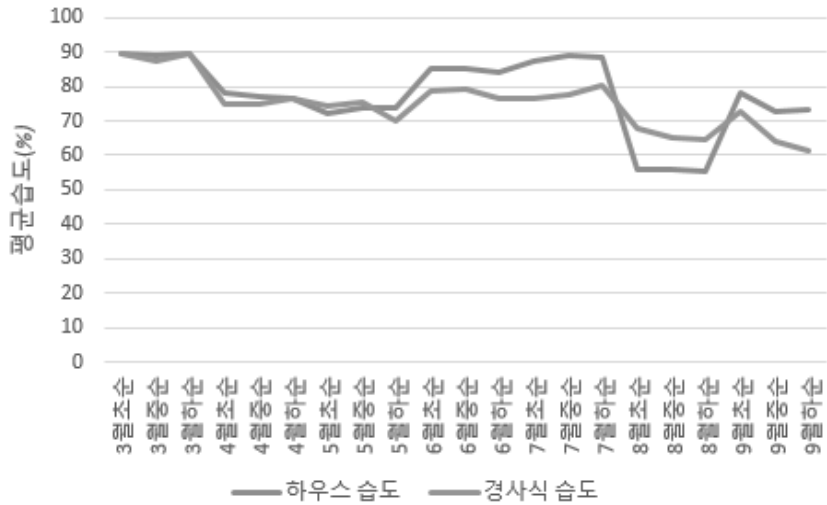


그림 6 재배유형별 평균 습도

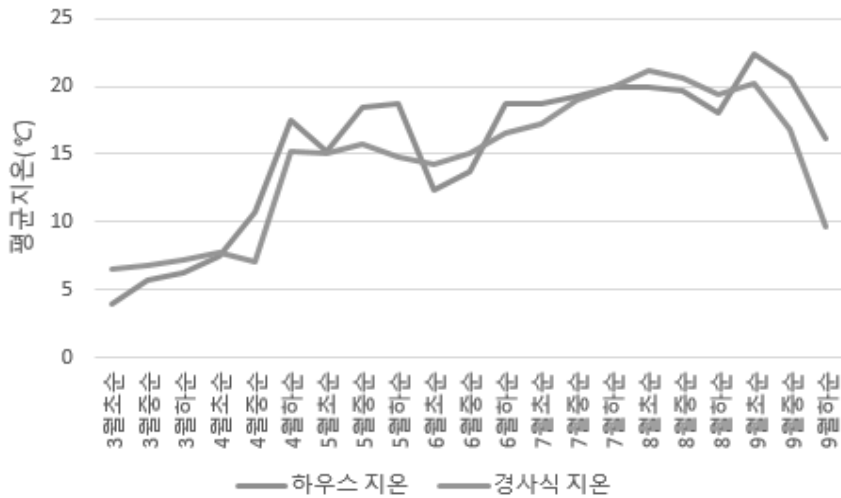


그림 7. 재배유형별 평균 습도

온도, 습도, 지온 모두 시설과 관계없이 비슷한 양상을 보였다. 온도의 경우, 4~5월까지의 하우스가 해가림 대비 평균 4.5°C 높았지만, 고온기가 시작되는 6월부터는 측창 개방을 통한 온도조절을 하여 평균 약 2.7°C 낮은 경향을 보였다. 이와 같이, 하우스 재배 시 적당한 측창 개방을 통해 고온피해를 예방할 수 있다.

습도의 경우, 3~5월 하순까지는 큰 차이 없이 유지하다가 장마기가 시작되는 6월부터 하우스의 습도가 해가림 대비 약 10% 증가하였다. 8월의 습도가 감소하는 경향을 보이는 것은, 강수량이 7월대비 급감하였기 때문인 것으로 사료된다.

지온의 경우, 저온피해가 심한 4월~5월 초의 경우 하우스가 해가림 대비 약 2.9°C 높았다. 꽃샘추위가 심한 강원도의 경우 하우스 재배시 이러한 저온피해를 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다.

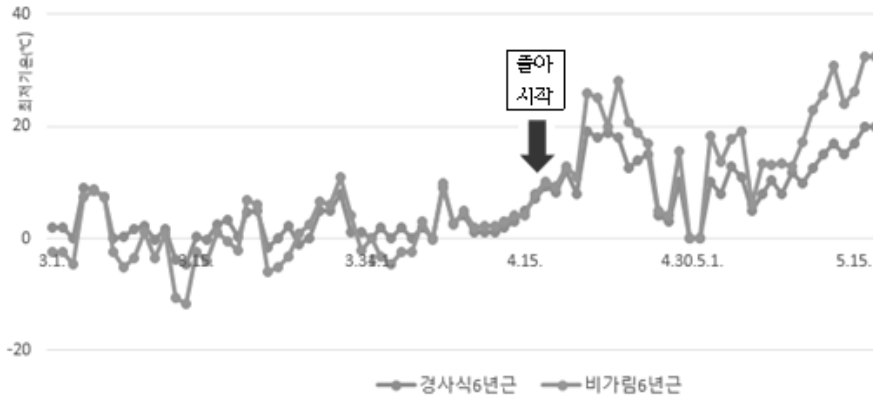


그림 8. 3월~5월 최저기온 비교

북부지역 파종 적정시기(3하~4초) 및 출아 후 저온피해가 가장 큰 4월, 5월 상순까지의 최저기온을 비교한 결과, 3월~4월 중순까지 비가림하우스 내 온도가 경사식해가림 대비 최소 1.4°C, 최대 4.4°C까지 낮게 유지가 되는 것으로 나타났다. 하지만, 본격적인 출아가 시작되는 4월 중순 이후부터는 뚜렷한 차이가 나타나지 않았으며, 비가림하우스 내 온도가 더 높게 유지되는 경향을 보인다. 따라서, 인삼 저온피해가 발생하는 시기에 비가림 하우스가 경사식 해가림 보다 더 피해가 적을 것으로 사료된다.

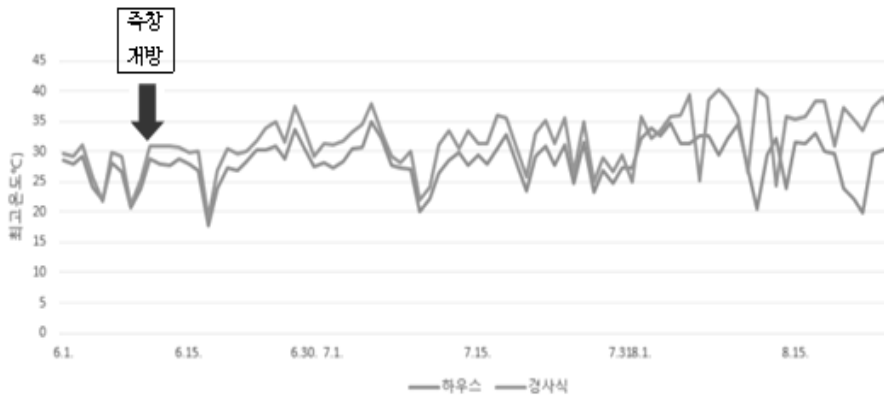


그림 9. 3월~5월 최고기온 비교

지상부 생장시기 이면서 고온피해가 심한 6~8월 여름 시기 최고 기온을 비교 한 결과, 선도 농가의 경우 6월 상순 경부터 하우스 측창을 전부 열어두어 공기 순환을 원활하게 하였고, 천창의 차광망을 전부 내렸다. 따라서, 하우스의 최대 단점인 고온피해를 사전에 예방할 수 있었다. 최소 1.1°C, 최대 8.0°C 까지 차이가 났으며, 하우스의 온도조절을 통해 고온피해를 예방 할 수 있었다.

### (시험 3) 인삼 채종연한 단축기술 개발('20)

처리 별 개화기 및 결실기 특성은 양액처리 농도가 높을수록 빠른 경향을 나타냈다.

표 7. 개화기 및 결실기

일차 처리	5월													6월						
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	26	28	1	2	3	4	5	6	7
T1							◇				◆									
T2						◇						◆								
T3			◇						◆											
T4			◇						◆											

T1: 대조구, T2: EC 0.5dS/m, T3: EC 1.0dS/m, T4: EC 1.5dS/m    ◇: 개화기, ◆: 결실기

출아대비 개화한 비율은 T3에서 높게 나타난 경향을 보였지만, 결실률에서 유의성이 없었다.

표 8. 개화기 및 결실기

구분	출아주수	개화주수	결실주수	개화율(%)	결실률(%)
T1	102.3	31.3	30.3	31.3b	29.2a
T2	107.0	33.7	31.3	33.7b	29.6a
T3	102.3	47.0	41.0	47.0a	29.7a
T4	99.3	36.7	29.7	36.6ab	39.9a

개체 당 열매수에서 처리별 유의적인 차이가 나타나어 총 열매량에서 T2에서 효과적인 경향을 보였다.

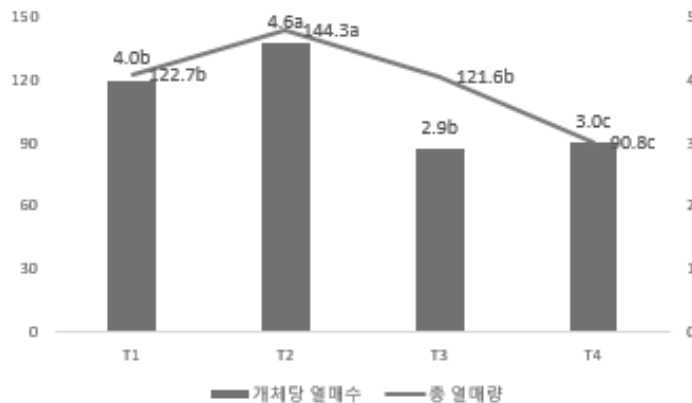


그림 10. 총 열매 특성

(T1: 대조구, T2: EC 0.5dS/m, T3: EC 1.0dS/m, T4: EC 1.5dS/m)

종자 또한 종자무게 및 양에서 T2에서 유의적인 차이가 나타났고, 품질에서는 양액농도가 증가할 수록 큰 종자가 많이 생성되었다.

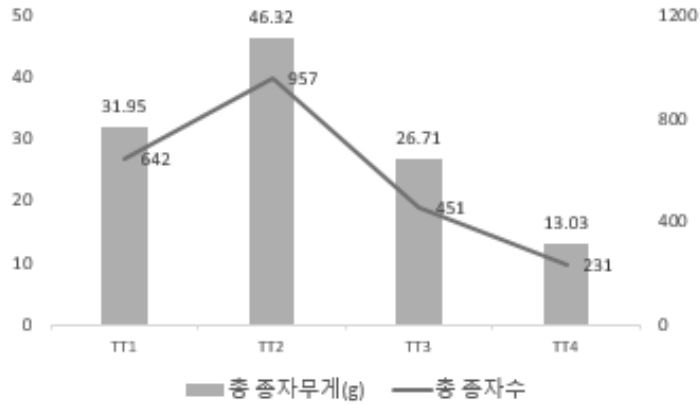


그림 11. 총 종자무게 특성

(T1: 대조구, T2: EC 0.5dS/m, T3: EC 1.0dS/m, T4: EC 1.5dS/m)

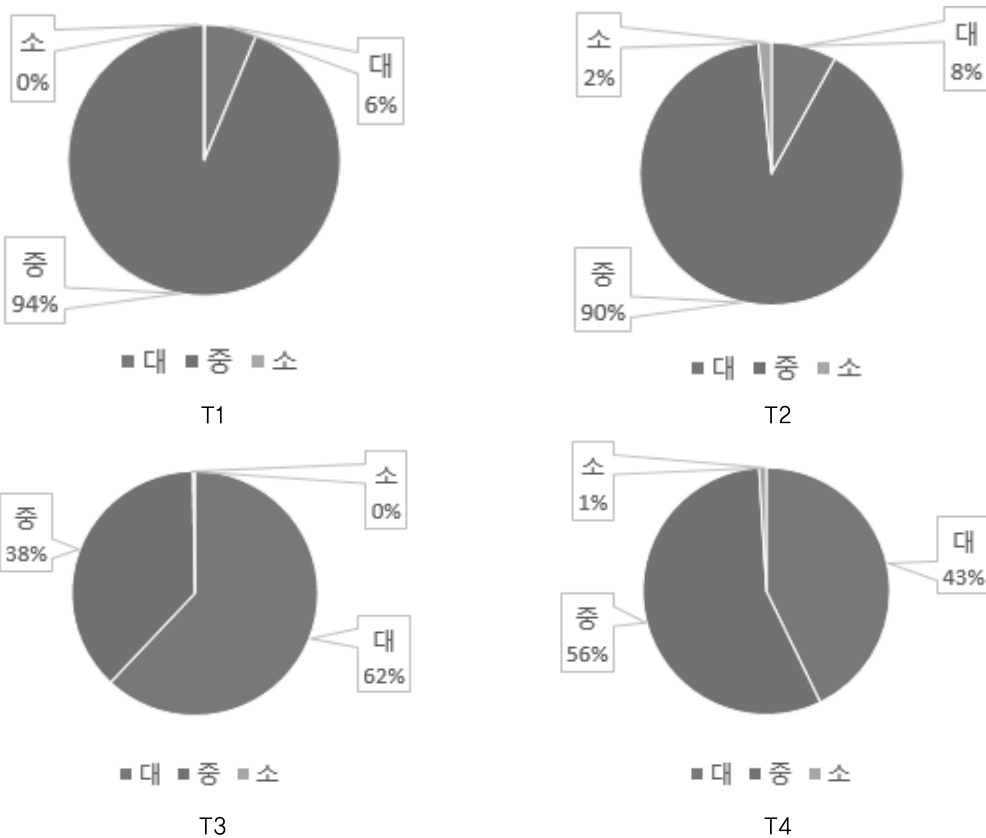


그림 12. 양액 농도처리에 따른 종자 품질 비교

(T1: 대조구, T2: EC 0.5dS/m, T3: EC 1.0dS/m, T4: EC 1.5dS/m)

양액농도별 지상부 및 지하수 생육특성은 다음과 같다. 근중은 T3에서 가장 높게 나타났으며, 대조구 대비 유의적인 차이를 보였다. 대조구와 처리구에서 유의적인 차이가 없었는데 이는 열매를 많이 생

성할수록 근중이 줄어든다는 기존 연구결과를 확인 할 수 있었다. 적변율의 경우 EC농도가 높을수록 높아졌으며, 거기에 따른 뿌리썩음병의 발병과도 연관을 보였다.

표 9. 양액농도별 지상부 생육특성

구 분	초장	엽장	SPAD	결주율(%)
T1	29.8ab	9.9ab	37.4b	10.0
T2	30.8a	10.1a	37.6b	12.5
T3	26.1c	9.4c	43.0a	20.9
T4	28.7b	9.5bc	41.9a	32.5

T1: 대조구, T2: EC 0.5dS/m, T3: EC 1.0dS/m, T4: EC 1.5dS/m

표 10. 양액농도별 지하부 생육특성

구 분	근중(g)	근장(cm)	적변율(%)	뿌리썩음병(%)
T1	7.3b	23.4a	2.0b	0.0
T2	7.8ab	22.0a	0.7b	0.0
T3	8.0a	22.0a	4.4b	0.2
T4	7.8ab	21.8a	9.4a	1.7

T1: 대조구, T2: EC 0.5dS/m, T3: EC 1.0dS/m, T4: EC 1.5dS/m

#### (시험 4) 묘삼 상토재배시 양분관리 기술 개발('20)

처리별 지상부, 지하부 생육특성은 다음과 같다. 근중에서 처리구 T2, T3,에서 유의적인 차이가 있었으며, 대조구 대비 처리구에서 적변율이 높았다.

표 11. 처리별 지상부 생육조사

구분	초장(cm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	결주율(%)
T1	29.8ab	9.9ab	37.4b	10.0
T2	30.8a	10.1a	37.6b	12.5
T3	26.1c	9.4c	43.0a	20.9
T4	28.7b	9.5bc	41.9a	32.5

T1: 상토, T2: 상토+우분퇴비 1% T3: 상토+퇴비차, T4: 상토 + 우분퇴비 + 퇴비차)

표 12. 처리별 지하부 생육조사

	근중(g)	근장	동직경(mm)	적변율(%)
T1	9.4b	25.6b	12.6	6.4a
T2	11.3a	25.1b	13.2	11.0b

	근중(g)	근장	동직경(mm)	적변율(%)
T3	11.5a	22.5a	13.5	11.0b
T4	10.9ab	24.9b	12.5	11.1b

T1: 상토, T2: 상토+우분퇴비 1% T3: 상토+퇴비차, T4: 상토 + 우분퇴비 + 퇴비차)

### 〈제2세부과제: 인삼 퇴비차 시용기술 농가실증〉

퇴비차 농도별 화학성은 원액과 지하수, 희석액 모두 pH가 6~7사이 었으며, EC는 원액은 0.84dS/m 로 인삼의 생육에 영향을 끼치는 농도다. 따라서, 지하수와의 희석을 통해 0.12dS/m로 낮췄으며 이외의 T-N, K, Ca, Mg는 다음과 같다.

표 13. 퇴비차 농도별 화학성 분석

구분	pH(1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	T-N(%)	mg/kg		
					K	Ca	Mg
원액	7.54	0.84	0.11	0.02	339.95	45.56	24.60
지하수	6.73	0.10	0.17	0.02	-	33.47	8.84
희석액	6.85	0.12	0.03	0.01	-	30.06	11.07

처리별 지상부 생육은 6년근, 3년근 모두 대조구 대비 처리구에서 유의적인 차이를 보였다. 특히 경장, 엽폭의 경우 6년근 처리구가 대조구 대비 p-value값이 0.05 미만이었어서 매우 큰 유의적인 차이를 나타냈다. 지상부 병의 경우, 역병 및 생리장해가 나타났지만 퇴비차의 처리에 의한 효과보다는 고년근 특성으로 사료된다.

표 14. 처리별 지상부 생육 (‘20 .7. 1. 현재)

처 리		초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
6년근	대조구	78.9	47.5	9.2	19.1	8.5
	처리구	85.3*	51.5**	11.1	19.9*	8.7**
3년근	대조구	37.8	20.5	3.8	10.9	4.9
	처리구	50.3*	27.4*	5.2	13.5	5.7

(※p\* < 0.05, p\*\* < 0.01)

표 15. 처리별 지상부 병 발생특성 (‘20 .7. 1. 현재)

처리		황증(생리장해)	고온피해	점무늬병	탄저병	역병
6년근	대조구	1	0	1	0	0
	처리구	1	0	0	0	1

	처리	황증(생리장해)	고온피해	점무늬병	탄저병	역병
3년근	대조구	0	0	0	0	0
	처리구	0	0	0	0	0

(0: 무발병, 1: 황변면적율, 병반면적율 1% 미만)

처리별 지하부 생육은 고년근에서 유의적인 차이를 보였으며, 약 21.7%의 근중 비대효과를 보였다. 퇴비차에 따른 적변율은 대조구 대비 유의적인 차이가 없었다. 따라서, 처리 횟수 및 농도가 적정하였음으로 사료된다.

표 16. 처리별 지하부 생육 및 병발생 특성

(’20 .10. 30. 현재)

	처 리	근중(g)	근장(cm)	적변율(%)	뿌리썩음병(%)
6년근	대조구	93.1	31.1	9.5	0.6
	처리구	119.5**	29.5	6.8	2.3
3년근	대조구	21.9	26.9	24.1	4.13
	처리구	21.2	25.1	26.4	3.23

(※p\* < 0.05, p\*\* < 0.01)



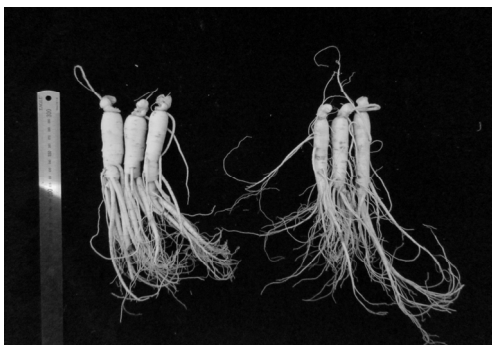
(A) 3년근 대조구

(B) 3년근 처리구



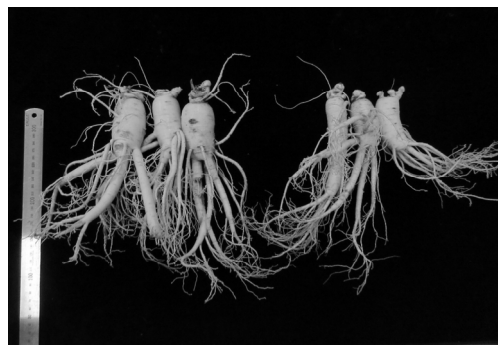
(C) 6년근 처리구

(D) 6년근 대조구



(A) 3년근 처리구

(B) 3년근 대조구



(C) 6년근 처리구

(D) 6년근 대조구

그림 13. 처리 별 지상부, 지하부 생육 비교

## 4 적 요

### 〈제1세부과제: 인삼 스마트팜 적용기술 개발〉

#### (시험 1) 인삼 재배유형별 경제성 분석('18~'19)

- 가. 지상부, 지하부 생육 모두 해가림 대비 하우스에서 크게 유의적인 차이가 있었다.
- 나. 수량은 연차가 진행될수록 증가하는 경향을 보였으며, 두 농가 모두에서 확인하였다. 이는 결주율 감소가 큰 요인인 것으로 판단된다.

#### (시험 2) 스마트팜 기술도입을 위한 시설환경 모니터링('18~'19)

- 가. 온도, 습도, 지온 모두 시설과 상관없이 양상을 보였다. 온도의 경우, 하우스가 4~5월까지 평균 4.5℃ 높았으나 고온기에 측창개방을 통해 온도조절이 가능하여 약 2.7℃ 낮아졌다.
- 나. 습도의 경우 장마가 시작되는 6월부터 하우스의 습도가 해가림 대비 약 10% 증가하였다.
- 다. 지온의 경우, 저온피해가 심한 4월~5월 초의 경우 하우스가 해가림 대비 약 2.9℃ 높았다. 따라서, 비가림 하우스는 저온피해가 심한 강원도 기온에 잘 맞는 것으로 판단된다.
- 라. 농가 반응으로는 하우스 개폐를 단순히 느껴지는 온도에 의해 여닫았었지만, 구체적인 수치와 함께 실시간으로 확인할 수 있어 기존대비 관리가 수월했다고 한다. 농가 측 보완사항으로는 광량 및 토양수분 또한 실시간 모니터링이 필요하였다.

#### (시험 3) 인삼 채종연한 단축기술 개발('20)

- 가. 자경종 2년근, 1년근(직파)를 활용하여 다단식베드에 재배를 하여 원시표준액을 각각 EC농도에 따라 처리하였다.
- 나. 개화기 및 결실기에서는 양액처리 농도가 높을수록 빠른 경향이 나타났다. 출아대비 개화한 비율은 T3에서 높게 나타났지만, 결실률에서는 유의성이 없었다.
- 다. 개체당 열매수에서 유의적인 차이가 나타나 총 열매량은 T2에서 효과적인 경향을 보였다. 따라서, 인삼 채종연한을 단축시키기에 원시표준액 기준 T2농도가 효과적인 것으로 나타났다.

#### (시험 4) 묘삼 상토재배시 양분관리 기술 개발('20)

- 가. 스마트팜 시설 내 이동식베드에 묘삼을 각 처리구별로 재배하였다.
- 나. 지상부에서는 유의적인 차이가 없었으나, 지하부인 근중에서 처리구 T2, T3에서 유의적인 차이가 있었으며, 대조구 대비 처리구에서 적변율이 높게 나타났다.

### 〈제2세부과제: 인삼 퇴비차 시용기술 농가실증〉

- 가. 인삼 자경종 3년근, 6년근을 활용하여 철원 2개소 농가포장에서 퇴비차 관주처리를 진행하였음
- 나. 퇴비차 원액은 지하수 10L기준 우분퇴비 100g, 당밀, 탈지분유 5g로 제조 하였으며 월 2회(고온기 4회), 칸당 4L기준으로 처리하였다.
- 다. 퇴비차 지상부는 3년근, 6년근 모두 유의적인 차이를 보였으며 지하부는 고년근에서 유의적인 차이를 보였다.

- 라. 농가반응은 양분관리용으로서 제조 후 물탱크 및 점적라인만으로 쉽게 공급이 가능해서 좋았으며 고년근에서 근중 비대효과가 있는게 보였음.
- 마. 다만, 퇴비차를 제조하는데 까지 번거로워서 시중에 판매하는 티백처럼 한 팩으로 나오게 되면 조금 더 수월하게 제조가 가능할 것으로 보임.

## 5 인용문헌

- Cha KH, Oh HJ, Park RD, Park HG, An KN and Jung WJ. 2010. Comparison of Growth, Yield and Quality between Organic Cultivation and Conventional Cultivation in Rice (*Oryza sativa* L.) Field. *Korean J. Organic Agriculture*. 18(2): 199~208.
- Chung IM, Lee TJ, Oh YT, Ghimire BK, Jang IB and Kim SH. (2017). Ginseng authenticity testing by measuring carbon, nitrogen, and sulfur stable isotope compositions that differ based on cultivation land and organic fertilizer type. 41: 195-200.
- Ha YW, Lim SS, Ha IJ, Na YC, Seo JJ, Shin H, Son SH and Kim YS (2007). Preparative isolation of four ginsenosides from Korean red ginseng (steam-treated *Panax ginseng* C. A. Meyer), by high-speed counter-current chromatography coupled with evaporative light scattering detection. *Journal of Chromatography A*. 1151:37-44.
- Haggag, W.M. and M.S.M. Saber. (2007). Suppression of early blight on tomato and purple blight on onion by foliar sprays of aerated and non-aerated compost teas. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 5: 302-309.
- Heo SJ, Jeong TS, Jeong HN, Ham JK, Ryu SH, Ha KS and Kim KH (2011). Changes of Composition and Yield According to Management of Preplant of *Panax ginseng* C.A. Meyer. *The Korean Society of Medicinal Crop Science*. 138-139.
- Hwang JH. 2009. A study on the Marketing Strategy of Environmentfriendly Agricultural Products. *Korean J. Organic Agriculture*. 17(3): 327~345.
- Ingham ER. 2002. *The compost tea brewing manual*, 3rd edn. Soil Foodweb Incorporated, Corvallis, Oregon, USA.
- Jeon BS, Yang JW, Park CK, Ko SR, Toshiro Horino, Son JR and Park WJ. 1993. Composition of Mineral Components of Ginseng on Age and Cultivated Area. *Korean J. Soc Food Nutr*. 22(5): 592~595.
- Jung J, Kim KH, Yang K, Bang KH, Yang TJ. 2014. Practical application of DNA markers for high-throughput authentication of *Panax ginseng* and *Panax quinquefolius* from commercial ginseng products. *J Ginseng Res*. 38:123-9

## 6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2018(1년)	영농활용	강원지역 비가림하우스 5년근 직파재배시 적정 재식밀도
2019(2년)	학술발표	재배방법별 인삼 비가림하우스 내 생육비교

연도(연차)	활용방안	제 목
2020(3년)	특허등록	기능성 퇴비를 활용한 퇴비차 조제법
	영농정보	묘삼 상토재배시 양분관리 기술
	홍보	인삼 수량증대용 퇴비차 제조법 특허 등록

성과지표명	연 도	1년차(2018)		2년차(2019)		3년차(2020)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
특허	출원								
	등록						1		1
학술 발표	국제								
	국내			1	1	1	1	2	2
영농 활용	기술	1	1					1	1
	정보						1		1
홍 보							1		1
계		1	1	1	1	1	4	3	6

## 7 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
					'18	'19	'20
과제책임자	인삼약초연구소	농업연구사	윤예지	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	인삼약초연구소	농업연구사	윤예지	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	인삼약초연구소	농업연구사	이재형	시험수행 및 평가	○	○	○
	인삼약초연구소	"	이광재	품질조사 지원	○	-	-
	인삼약초연구소	"	임수정	품질조사 지원	-	-	○
	인삼약초연구소	"	허수정	품질조사 지원	○	○	○
	인삼약초연구소	공업서기	이상규	현장조사 지원	○	○	○
	인삼약초연구소	운전서기보	조태희	현장조사 지원	-	-	○
	인삼약초연구소	공무직	권진숙	생육 조사	○	○	○
	인삼약초연구소	농업연구관	원재희	시험연구 자문	○	○	○
	인삼약초연구소	농업연구관	엄남용	시험연구 자문	○	○	○
2세부책임자	인삼약초연구소	농업연구사	윤예지	세부주관 수행	-	-	○
공동연구자	인삼약초연구소	농업연구사	이재형	시험수행 및 평가	-	-	○
	인삼약초연구소	"	임수정	품질조사 지원	-	-	○
	인삼약초연구소	공업서기	이상규	현장조사 지원	-	-	○
	인삼약초연구소	공무직	권진숙	생육 조사	-	-	○
	인삼약초연구소	"	김민경	생육 조사	-	-	○
	인삼약초연구소	농업연구관	엄남용	시험연구 자문	-	-	○