

어젠다코드	3 - 13 - 43		구분	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C05	작목구분코드	IC-03-1901
과제종류	공동연구		세부사업(약어)	-	
과제명	인삼 비가림 재배 확대를 위한 기반기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	장인배		농업연구사	국립원예특작과학원 인삼특작부	
연구기간	2015 ~ 2019		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
2) 인삼 비가림하우스 시설재배시 지상부 생육관리기술 개발			인삼약초연구소	윤예지	'15~'19
색인용어	인삼, 비가림 하우스, 퇴비차, 지상부, 생육				

## ABSTRACT

Compost tea is an organic fertilizer that supplies useful microorganisms by adding a certain amount of groundwater to the compost and then aeration. Various materials are used to culture useful microorganisms, such as molasses and skim milk powder. Applications of plant microorganisms are effective in controlling plant diseases and reducing diseases. In addition to effect of microorganisms, there are various nutrients in compost tea, which is effective in improving quality, promoting root growth, and increasing yield. Compost tea can be used safely as a fertilizer without worrying about plant damage to fermentation compared to compost.

Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Mayer) is a representative medicinal crop in Korea. Currently, the general cultivation method is the use of sloped sundown facilities. Using sundown facilities is relatively inexpensive and economical. However, it is not only easy to fall down by strong winds or heavy snow, but it is also difficult to avoid the rain completely, causing ginseng ground diseases. Greenhouse cultivation is more expensive than sundown facilities, but avoiding rain reduces the incidence of aerial part disease, thus reducing the number of pesticide strikes to one quarter. With the above advantages, research on the standard cultivation method of ginseng greenhouse is currently underway. Therefore, nutrient management technology is required when growing ginseng greenhouse. Ginseng, unlike other crops, has a ginseng industry law that prohibits the application of chemical fertilizers when growing ginseng. Therefore, it is important to manage the planned site before the start of cultivation in order to improve the yield and quality, and supply sufficient organic matter. Therefore, this study is to estimate the effect of compost tea for nutrient management in greenhouse cultivation of ginseng.

## 1. 연구목표

비가림 하우스 내 인삼 재배는 병해 발생 억제 및 건조, 폭설 등 자연재해를 줄일 수 있으며, 노동력 절감 및 집약적 관리를 통한 생산성 증대 및 품질향상에 유리하다. 또한, 농약살포 횟수가 현저하게 감소하여 잔류로부터 안전한 인삼재배가 가능하다. 현재 해가림시설 관행 대비 토양 등의 생육환경이 다르고 생장기간이 길어, 양분 요구량이 다르게 나타나 별도의 생육관리 기술이 필요하다. 하지만, 현재까지 비가림하우스 시설 내 표준재배법이 없어 관련된 기술개발이 필요한 실정이다.

인삼은 다른 작물과 달리 인삼 재배시 화학 비료의 사용을 금지하는 인삼 산업법이 있다(Park et al., 2008). 인삼은 염분에 약하고 속효성 비료에 의해 지하부 손상을 일으킬 수 있다(Lee et al., 2002). 따라서, 완효성의 유기질비료로 퇴비차(Compost tea)를 이용하여 양분관리를 진행 하였다. 퇴비차는 퇴비에 비해 미부속으로 인한 식물 타격 없이 안전한 비료로 사용될 수 있다(Ingham ER., 2002). 퇴비차에는 미생물 효과 외에도 품질을 높이고 뿌리 성장을 촉진하며 수확량을 높이는 데 효과적인 다양한 영양소가 있다(Haggag and Saber, 2007). 인삼 비가림하우스 재배 시 양분 관리 효율성 증대 및 내병성 증진을 위해 퇴비차를 활용한 지상부 생육관리기술 개발을 목표로 본 연구를 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

〈제2협동과제: 인삼 비가림하우스 재배 시 지상부 양분관리 기술 개발〉

### (시험 1) 인삼 퇴비차 처리시 양분흡수율 모니터링

본 연구는 강원도 철원군 강원도농업기술원 인삼약초연구소 비가림하우스에서 자경종을 식재하여 수행하였다. 비가림하우스 내 배드재배를 통해 대조구(지하수), (시험 2)에서 선발된 퇴비차 농도별 3처리를 진행하였다. 퇴비차 처리별 지상부, 지하부 생육특성, 양분흡수량 및 토양화학적 변화를 분석하였다.

표 1. 퇴비차 처리구

구 분	처리 내용
T1	대조구 (지하수)
T2	퇴비차 100배액
T3	퇴비차 10배액
T4	퇴비차 5배액

### (시험 2) 인삼 비가림하우스 재배용 퇴비차(Compost tea) 제조 및 표준화 기술 개발

본 연구는 인삼 퇴비차 제조 시 적정 이화학적 기준을 제시하기 위해 진행되었으며, 폭기시간, 온도, 퇴비종류, 첨가물의 비율을 조정하여 적절한 퇴비차 조제법을 선택하였다. 퇴비차 화학성

(pH, EC, T-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO등), 미생물(세균, 방선균 등) 밀도분석을 진행하였다. 선발 퇴비차의 농도별 안전성 분석을 위하여 무증자 발아시험(bioassay)을 진행하였다. 상대발아율(GR), 상대뿌리신장률(RE) 및 발아 지수(GI)를 측정하였다. 공식은 다음과 같다.

- 1) 상대발아율(GR) = (처리구의 발아율/control 발아율) × 100
- 2) 상대뿌리신장률(RE) = (처리구의 뿌리길이/control 뿌리길이) × 100
- 3) 발아지수(GI) = GR × RE/100

또한, 퇴비차와 인삼의 주요 병원균의 대치배양을 통해 퇴비차의 활성을 비교하였다. 병원균은 점무늬병원균인 *Alternaria panax* 와 뿌리썩음병 원인균인 *Cylindrocarpon destructans* 을 사용하였다.

### (시험 3) 비가림하우스 퇴비차 시용기술 개발

본 연구는 강원도 철원군 강원도농업기술원 인삼약초연구소 비가림하우스에서 ‘금풍’을 식재하여 수행하였다. 퇴비차 시비법(엽면시비, 관주시비), 농도별(EC기준, 희석배수), 처리횟수(1, 2회/월)로 연구를 진행하였으며, 지상부 및 지하부 생육특성, 병 발생양상, 홍삼 가공적성 비교 분석하였다. 시비법 및 농도별(EC기준) 시험 시(‘16), 1회 시용량은 엽면살포 시 칸당 1L, 관주처리 시 칸당 4L였으며, 살포시기는 5~9월 월 1회였다. 희석배수 농도별 및 처리 횟수 별 시험 진행 시(‘17~‘19) 관주시비를 기준으로 하였고, 1회 살포량은 칸당 4L로 시용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 〈제2협동과제: 인삼 비가림하우스 재배 시 지상부 양분관리 기술 개발〉

#### (시험 1) 인삼 퇴비차 처리시 양분흡수율 모니터링

인삼의 퇴비차 처리 농도에 따른 총 양분 공급량은 다음과 같다(표 2). 양분공급에 따른 식물의 양분 흡수량은 다음과 같다.(표 3, 4) T-N의 경우 지상부 생육과 관련이 있다. 2년근 인삼과 비교하였을 때, 4년근 인삼의 양분흡수가 생육초기 단계인 지상부 생육단계에서 현저히 증가하였다. 인삼 및 갈슘은 뿌리 끝에서 흡수하는 양이온으로서, 흡수는 성장 초기부터 증가하는 경향이 있었다. 칼륨은 많은 줄기와 뿌리에 분포되어 있으며 세포 분열 중에 효소의 활성 역할을 하기 때문에 성장 초기 단계에 필요하였고, 초기 단계에서 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이는 2, 4년근 인삼에서 유사한 패턴을 보였다. 마그네슘의 경우 5월에서 7월 사이에 2, 4년근 모두 급격히 흡수 하는 것을 볼 수 있다. 마그네슘은 엽록체의 구성원으로 엽록소의 50 % 이상을 차지한다. 따라서 광합성에 직접 관여하기 때문에 이 시기에 증가하는 것으로 사료된다. 총 양분량을 비교하면 인삼 2년근의 경우, 생장 후기에서 흡수량이 증가하고 4년근 인삼의 경우 생장 초기에 흡수량이 증가한 것을 볼 수 있다(그림1, 2).

표2. 퇴비차 농도별 양분량

(Unit: g)

Tr.	T-N	P	K	Ca	Mg	총 양분량
T2	202.4	0.02	0.9	2.2	0.7	206.2
T3	237.5	0.19	3.6	2.2	1.0	244.4
T4	264.5	0.38	7.1	2.2	1.0	275.2

표3. 퇴비차 농도별 2년근 양분흡수량

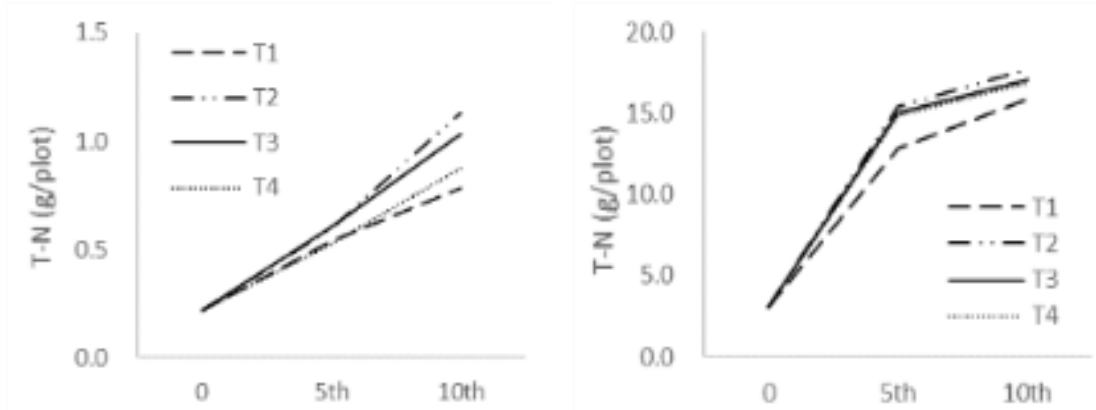
(Unit: g)

시기	Tr.	T-N	P	K	Ca	Mg	Total Mineral
0	-	0.22	0.02	0.05	0.04	0.02	0.35
5th	T1	0.54	0.05	0.17	0.08	0.07	0.91
	T2	0.60	0.05	0.19	0.08	0.08	1.01
	T3	0.61	0.05	0.19	0.08	0.08	1.02
	T4	0.53	0.06	0.17	0.07	0.07	0.90
10th	T1	0.78	0.25	0.12	0.36	0.07	1.50
	T2	1.13	0.20	0.18	0.50	0.09	2.16
	T3	1.03	0.22	0.16	0.46	0.08	1.96
	T4	0.87	0.19	0.14	0.41	0.07	1.68

표4. 퇴비차 농도별 4년근 양분흡수량

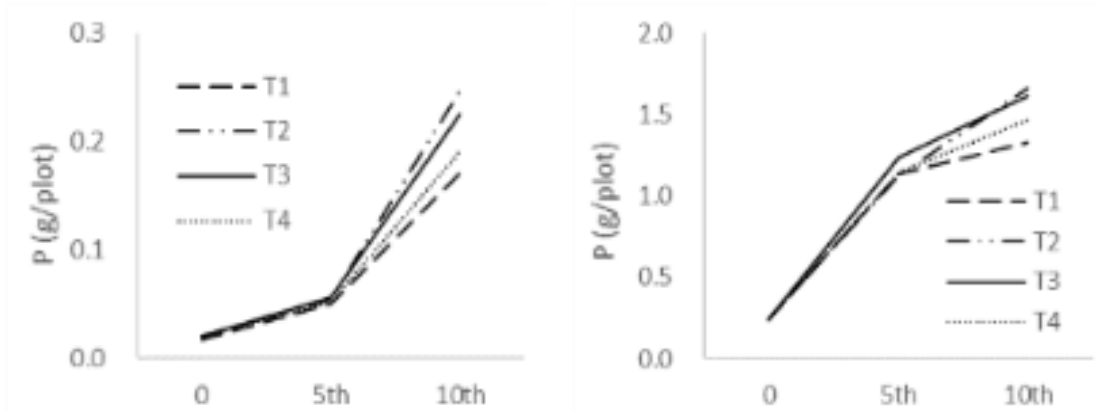
(Unit: g)

시기	Tr.	T-N	P	K	Ca	Mg	Total Mineral
0	-	3.03	0.24	0.78	0.35	0.42	4.83
5th	T1	12.79	1.13	3.42	1.50	1.65	20.49
	T2	15.41	1.13	4.16	1.52	2.07	24.28
	T3	15.04	1.23	4.15	1.57	2.03	24.02
	T4	14.85	1.14	4.05	1.51	1.99	23.55
10th	T1	15.85	1.33	4.02	1.58	1.81	24.59
	T2	17.67	1.66	4.59	1.77	2.27	27.95
	T3	17.08	1.62	4.43	1.69	2.08	26.89
	T4	16.84	1.46	4.49	1.64	1.99	26.43



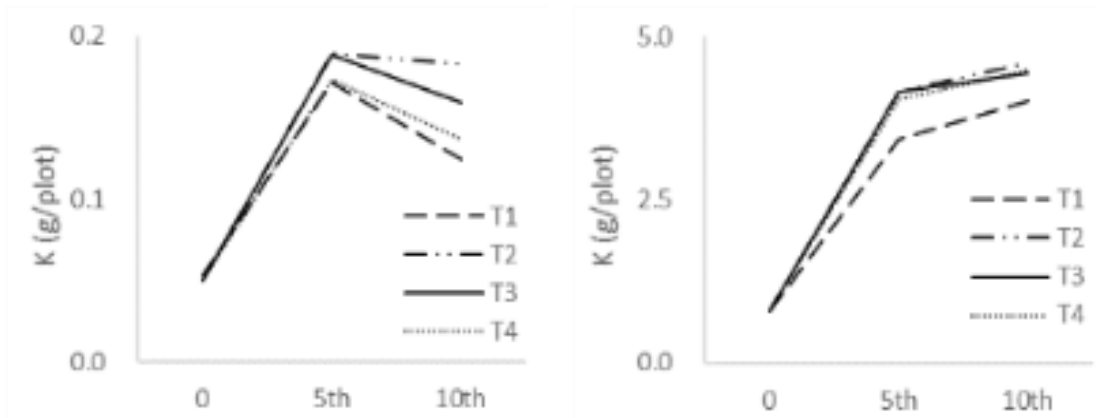
2년근

4년근



2년근

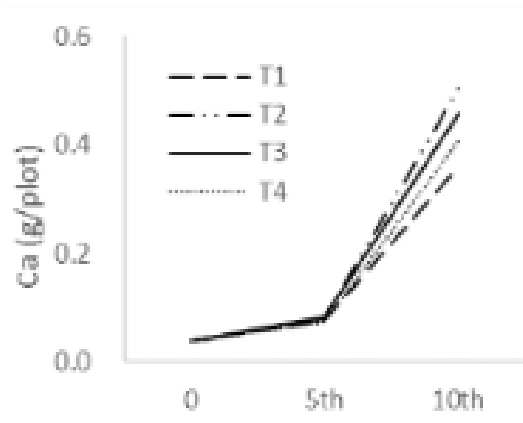
4년근



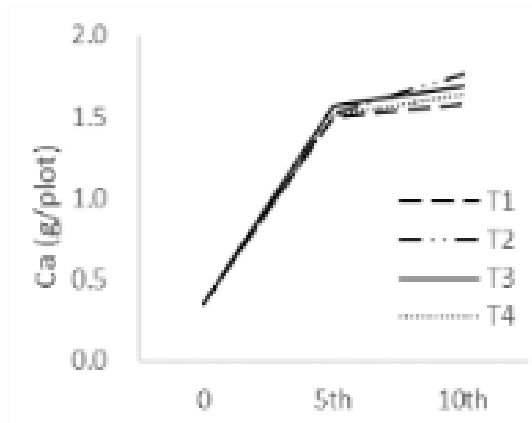
2년근

4년근

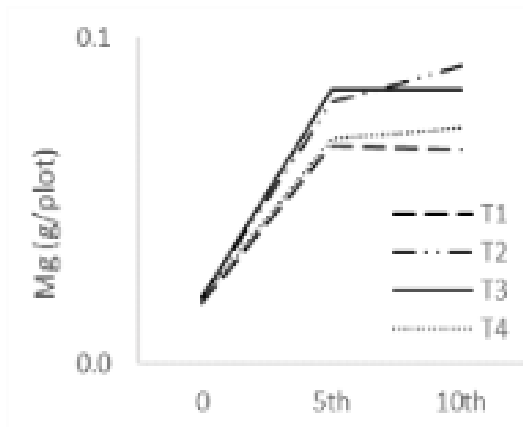
그림 1. 연근별 T-N, P, K 총 양분흡수량



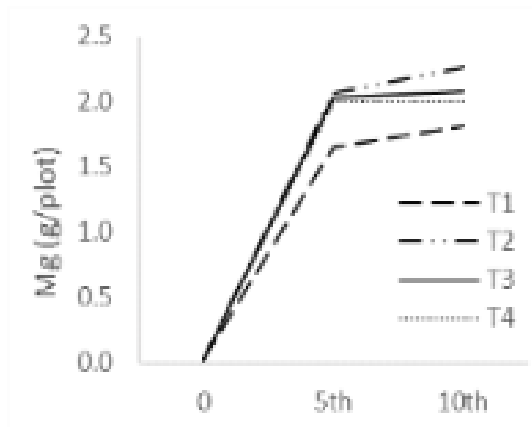
2년근



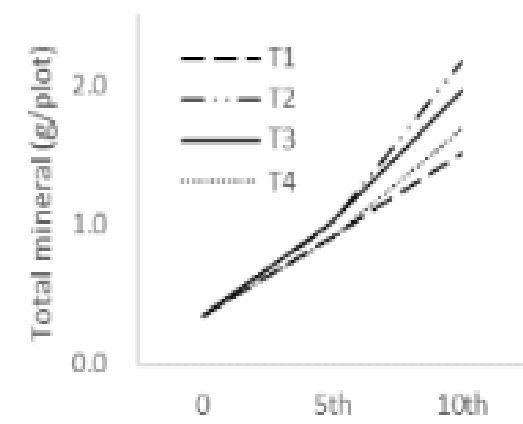
4년근



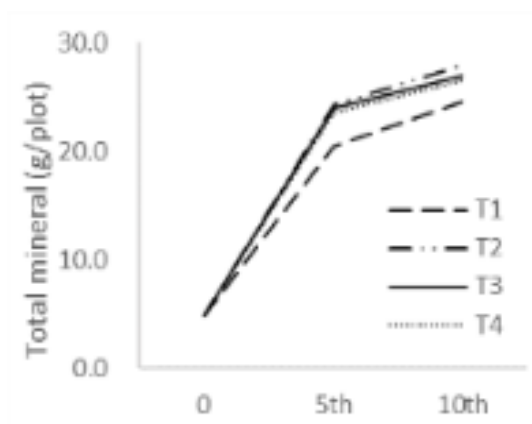
2년근



4년근



2년근



4년근

그림 2. 연근별 Ca, Mg, Total mineral 흡수량

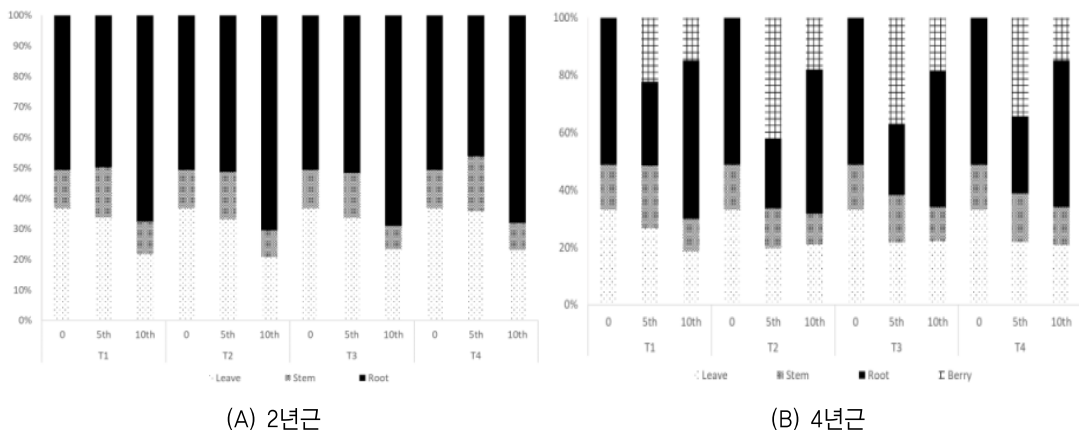
퇴비차 처리에서 양분흡수율은 다음과 같다(표 4,5). 2, 4년근 인삼 모두 저농도 퇴비차에서 양분 흡수율이 높았다. 잎, 줄기, 뿌리 및 열매의 흡수량을 초기, 중기, 후기시기에 조사하였다(그림 3). 2년근 인삼의 경우 줄기의 양분 흡수가 중간 성장 동안 더 높았고 뿌리는 최종 성장에 가장 높았다. 이는 중간 생육에서 영양분이 지상부에 공급되지만 최종 생육 시 지하에 저장된다는 이전 연구와 일치한다. 4년근의 경우, 열매가 소비하는 영양소는 상당히 높은 것으로 간주된다. 특히, 퇴비차의 처리는 대조군보다 열매에서 더 많은 영양소를 섭취하는 것으로 보인다. 따라서 수량을 늘리려면 퇴비차 처리 시 반드시 꽃을 제거해야 한다.

표5. 퇴비차 농도별 2년근 양분흡수율 (Unit: %)

시기	Tr.	T-N	P	K	Ca	Mg	Total Mineral
5th	T2	0.03	23.7	1.8	0.1	1.7	0.5
	T3	0.03	3.3	0.5	0.3	1.7	0.4
	T4	0.00	0.5	0.0	-0.1	0.2	0.0
10th	T2	0.17	491.8	5.7	5.9	3.3	3.0
	T3	0.05	28.6	1.0	4.4	1.8	1.6
	T4	0.04	5.4	0.2	2.1	0.7	0.7

표6. 퇴비차 농도별 4년근 양분흡수율 (Unit: %)

시기	Tr.	T-N	P	K	Ca	Mg	Total Mineral
5th	T2	1.30	-22.9	72.3	0.7	54.1	17.5
	T3	0.95	54.0	20.1	3.1	38.5	1.4
	T4	0.78	3.0	8.8	0.6	33.6	11.5
10th	T2	0.90	214.9	55.4	7.7	59.1	15.5
	T3	0.52	150.9	11.4	5.0	26.6	8.0
	T4	0.38	35.3	6.6	2.7	17.7	7.0



(A) 2년근 (B) 4년근  
그림 3. 식물 부위별(잎, 줄기, 뿌리, 열매) 양분 흡수량

2년근 인삼의 중간 생육 근중은 퇴비차 10 배에서 1.4g으로 다른 세처리 대비 유의적인 차이가 있었다(그림 4). 최종 성장에서 근중은 10배액에서 2.1g로 가장 근중이 컸다. 따라서 2년근 퇴비차의 양분관리효과는 10배액에서 효과가 나타났다. 4년근 인삼에서는 중간 성장에서 다른 3 가지 처리와 비교하여 18.3g의 무게로 유의한 차이가 있었다. 근직경은 대조군과 비교하여 모든 처리에서 유의미하게 달랐다. 뿌리 길이는 모든 처리에서 유의적인 차이가 없었다. 4년근 또한, 최종 성장에서 근중이 23.4g로 가장 크게 증가하였다. 따라서 퇴비차의 양분관리효과는 4년근에서도 10배액이 우세하였다.

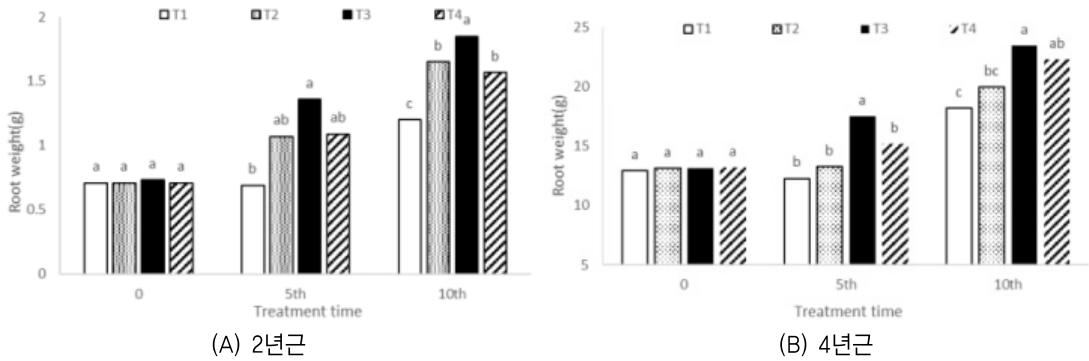


그림 4. 퇴비차 농도별 지하부 근중 비교

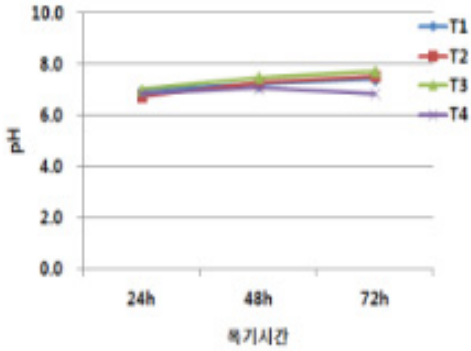
### (시험 2) 인삼 비가림하우스 재배용 퇴비차(Compost tea) 제조 및 표준화 기술 개발

인삼 비가림하우스 재배용 퇴비차 제조를 위해 적합한 퇴비 원재료를 선별하기 위해 5종류의 퇴비를 이용하여 화학성 및 미생물 밀도조사를 진행하였다. 퇴비 종류별 추출액 미생물 양상 분석결과 퇴비2(볏짚+우분), 퇴비5(부엽+미강)처리구의 미생물 밀도가 가장 높았으며, pH, EC 등 기타 화학성에서 퇴비2에서 안정적 이었다(표 7).

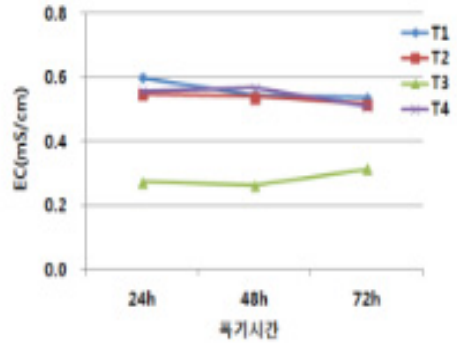
표 7. 퇴비 종류별 화학성 특징

Tr.	주원료	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	NO <sub>3</sub> (mg/kg)	NH <sub>4</sub> (mg/kg)
퇴비1	시판퇴비	6.67	24.5	46.5	2.1	1.3	784.7	104.4
퇴비2	볏짚+우분	6.34	26.5	22.6	1.6	1.3	909.4	79.6
퇴비3	콩짚+우분	6.10	17.1	44.9	1.4	1.4	25.8	354.9
퇴비4	부엽+우분	7.99	4.5	30.2	1.6	0.8	193.7	27.0
퇴비5	부엽+미강	6.08	15.1	16.4	1.5	1.1	211.7	585.8

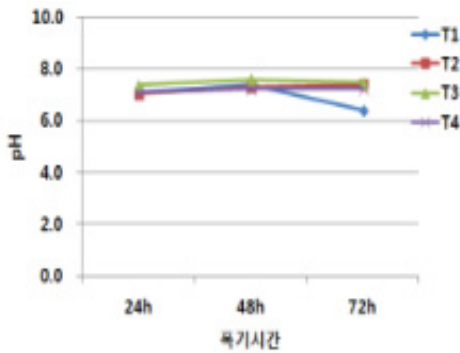
퇴비차 최적 추출조건 탐색결과 추출온도(25℃)에서 미생물 밀도가 가장 높았으며, 폭기 시간이 증가할수록 EC가 급격히 낮아지는 경향을 보였다. 추출온도, 폭기시간, 기타 첨가제 조성 및 함량이 퇴비차 화학성 및 우점 미생물 양상에 큰 영향을 주는 요인이었다. 특히 당밀 첨가제 함량이 퇴비차의 EC, 미생물 밀도 조절에 유용한 것으로 판단되었다(그림 5).



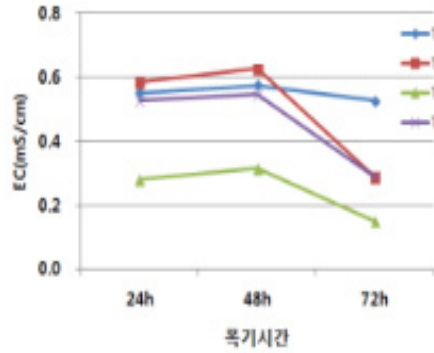
폭기시간 별 pH(추출온도 20°C)



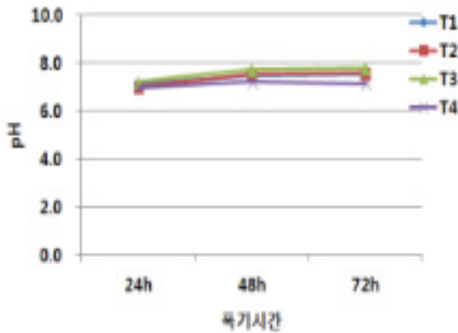
폭기시간 별 EC(추출온도 20°C)



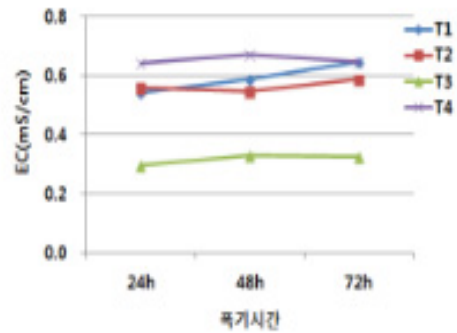
폭기시간 별 pH(추출온도 25°C)



폭기시간 별 EC(추출온도 25°C)



폭기시간 별 pH(추출온도 30°C)



폭기시간 별 EC추출온도 30°C)

그림 5. 추출온도(20, 25, 30°C) 별 pH, EC 변화양상

혼합비율별 퇴비차 이화학 특성 결과 EC 0.27~1.77, pH 6.08~7.99, NO<sub>3</sub> 0.2~0.9, P 1.42~2.09, K 0.84~1.42 등 다양한 범위의 양분조성이 가능한 것으로 나타났다(표 8, 9). 미생물 밀도분석 결과, T3에서 유용미생물의 농도가 가장 높았다(표 10).

표 8. 혼합비율별 퇴비차 화학성

Tr.	pH	EC (dS/m)	mg/kg			
			Ca	K	Mg	T-N
C1	6.48	0.52	29.5	85.9	11.2	0.043
C2	6.60	0.62	30.4	101.2	12.0	0.025
C3	6.64	0.69	29.7	111.8	13.7	0.019
C4	6.38	0.53	32.1	91.3	11.1	0.015
C5	6.45	0.61	32.0	105.9	11.3	0.017
C6	6.56	0.71	32.4	120.7	12.2	0.011
C7	6.54	0.64	35.1	98.8	11.0	0.011
C8	6.60	0.72	33.9	108.0	11.1	0.024
C9	6.67	0.80	33.3	124.5	13.4	0.016

\* C1: 물 5L당 퇴비2 25g, 당밀 5g, 탈지분유 1g  
 C2: 물 5L당 퇴비2 37.5g, 당밀 5g, 탈지분유 1g  
 C3: 물 5L당 퇴비2 50g, 당밀 5g, 탈지분유 1g  
 C4: 물 5L당 퇴비2 25g, 당밀 5g, 탈지분유 2g  
 C5: 물 5L당 퇴비2 37.5g, 당밀 5g, 탈지분유 2g  
 C6: 물 5L당 퇴비2 50g, 당밀 5g, 탈지분유 2g  
 C7: 물 5L당 퇴비2 25g, 당밀 5g, 탈지분유 3g  
 C8: 물 5L당 퇴비2 37.5g, 당밀 5g, 탈지분유 3g  
 C9: 물 5L당 퇴비2 50g, 당밀 5g, 탈지분유 3g

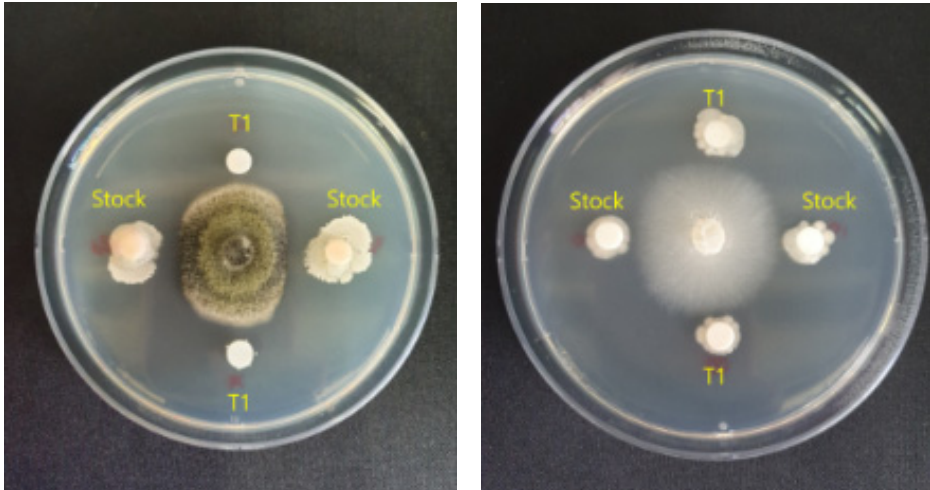
표 9. 선발퇴비차(C3)의 퇴비차 농도별 화학성 분석

Tr.	pH(1:5)	EC (dS/m)	OM(%)	T-N(%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	K	Ca	Mg
T1	6.7c	0.10e	0.17a	0.23a	—	7.9d	25.4b	8.8d
T2	6.6c	0.11d	0.08a	0.22ab	—	9.9d	25.5b	9.5cd
T3	7.2b	0.18c	0.04a	0.22b	5.6c	44.1c	26.0b	12.3bc
T4	7.2b	0.25b	0.13a	0.22ab	10.8b	81.4b	26.3b	13.4b
Stock(C3)	7.5a	0.84a	0.11a	0.23a	59.8a	396.1a	35.1a	24.6a

표 10. 처리구 C3의 미생물 밀도분석(CFU/ml)

Tr.	Actinomyces	Fungus
	C1	4.0×10 <sup>8</sup>
C2	7.0×10 <sup>8</sup>	3.0×10 <sup>1</sup>
Stock(C3)	5.8×10 <sup>9</sup>	1.1×10 <sup>2</sup>

퇴비차와 병원균(*A. panax*, *C. destructans*)을 사용한 대치 배양의 결과, 퇴비차는 *A. panax*에서 T1(대조군) 보다 더 활성을 보였다(그림 0). 그러나 *C. destructans*에서의 활성은 나타나지 않았다(그림 6).



A. *Panax*

C. *destrictans*

그림 6. 선발 퇴비차와 인삼 주요 병원균의 대치배양 결과

C3 기준으로 무종자를 이용하여 퇴비차 농도별(100, 10, 5배액) 발아율을 확인한 결과, 발아율 차이는 있었으나, 90% 이상 발아하여 안정화율이 높았다(표 10).

표 10. 선발퇴비차 농도별 무종자 발아특성

Tr.	발아율(%)	상대 발아율(%)	뿌리길이(cm)	상대뿌리신장율(%)	GI
T1	96.0a	—	7.1b	—	—
T2	96.0a	100.0a	6.6b	92.6b	92.6b
T3	98.0a	102.1a	8.0a	111.9a	114.2a
T4	96.7a	100.7a	6.9ab	97.0b	97.7b

\* T1: 대조구, T2: 퇴비차 100배액, T3: 퇴비차 10배액, T4: 퇴비차 5배액

### (시험 3) 비가림하우스 퇴비차 시용기술 개발

퇴비차 처리방법 별 및 EC농도에 따른 생육특성 비교 결과(3년생, '16), 관주처리 및 0.3dS/m 시 지하부 생육이 우수하였으며 결주율이 낮았다(표 11). 처리 별 백삼 및 홍삼가공적성 비교는 처리별 큰 차이는 없었다.(표 12, 그림 7). 수량특성 또한 관주처리 0.3dS/m기준 시 가장 우수한 것으로 나타났다(표 13).

표 11. 퇴비차 시용방법 및 농도에 따른 생육특성

처리내용(dS/m)	경장(cm)	경경(mm)	근장(cm)	동직경(mm)	적변율(%)	
엽면	0.3	45.6±3.1	7.5±0.7	32.2±4.8	21.2±3.4	1.5±0.5
살포	0.6	44.0±3.3	7.4±0.2	31.9±4.6	21.4±4.4	5.8±0.1
관주	0.3	47.2±4.9	9.0±0.1	32.5±5.2	22.2±2.7	2.5±0.8
처리	0.6	46.6±1.8	7.8±0.2	30.0±4.3	19.7±2.9	2.3±1.0

표 12. 퇴비차 시용방법 및 농도에 따른 품질특성

처리내용 (dS/m)	건조비율		홍삼가공적성	
	백삼	홍삼	내공	내백
엽면 0.3	0.28	0.28	0.5±0.50	2.3±2.11
살포 0.6	0.28	0.27	0.9±0.44	2.4±1.12
관주 0.3	0.26	0.27	0.1±0.23	3.1±1.10
처리 0.6	0.26	0.26	0.4±0.71	4.1±2.45

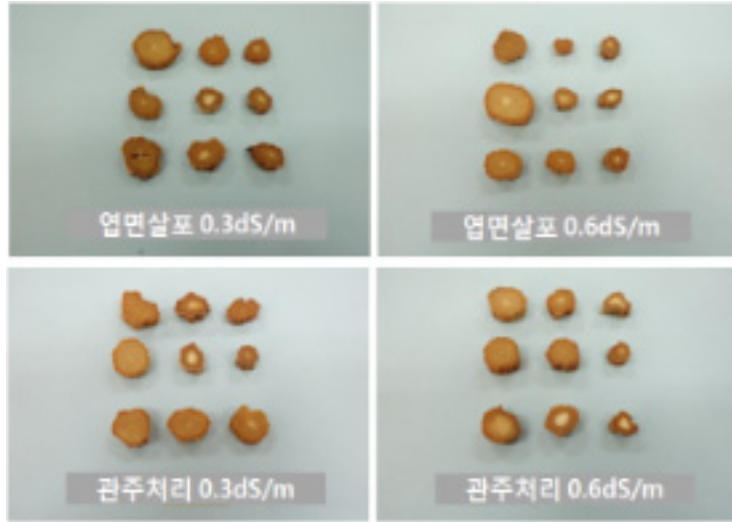


그림 7. 처리내용 별 홍삼가공적성 비교

표 13. 퇴비차 시용방법 및 농도에 따른 지하부 생육 및 수량특성

처리내용 (dS/m)	결주율 (%)	생근중 (g/주)	수량 (kg/1.62m <sup>2</sup> )	조수익* (원/1.62m <sup>2</sup> )
엽면 0.3	4.8±2.0	46.5±22.4	2.7±0.7	69,521
살포 0.6	16.7±3.5	45.2±22.9	2.3±0.6	88,572
관주 0.3	4.8±2.1	47.4±13.9	2.8±0.4	95,002
처리 0.6	14.3±3.1	36.9±16.6	2.0±0.2	63,152

\* 조수익 산출단가: 4년생 수삼가격 28,978원/kg('15, 농산물소득정보 전국평균)

퇴비차 농가보급 및 실용적 측면을 고려하여 농도기준을 희석배수로 변경하였고, 처리횟수별 시험을 진행하였다.('17~'19) 생육특성 비교 결과 50배액에서 가장 큰 근중을 나타냈으며(표 14, 15, 16), 고년근으로 갈수록 퇴비차 시용횟수와 상관없이 근중은 대조구 대비 유의적인 차이를 보였다. 대조구의 연차 간 증가율은 각각 23%, 11% 월 1회 처리 시 각각 26%, 35%, 2회 처리는 5%, 34%로 퇴비차 처리 시 고년근으로 갈수록 근중이 증가하였다(그림 8). 적변율을 감안하여 월 1회 처리 시 우수한 경향을 나타냈다(표 0). 퇴비차 처리별 지상부 병 발생 양상은 퇴비차 처리 시 병발생이 감소하는 경향을 보였다(표 17)

표 14. 퇴비차 처리횟수 및 희석배수에 따른 지하부 생육특성('17, 4년근)

처리횟수 (회/월)	희석 배수	근장 (cm)	근경 (mm)	근중 (g)
2	0	32,0±4,5	26,4±0,8	70,3±9,1
1	100	34,8±5,9	28,7±2,5	80,4±6,6
	50	30,9±2,4	28,8±1,7	96,8±1,7
2	100	31,3±3,9	26,7±0,5	77,1±13,7
	50	31,7±5,6	27,4±2,0	94,9±8,9

표 15. 퇴비차 처리횟수에 따른 지하부 생육특성('18, 5년근)

Tr.	근중(g)	근장(cm)	동장(cm)	동직경(mm)	적변율(%)	뿌리썩음병(%)
대조구	125,8±8,8	33,7±1,6	7,1±1,4	21,1±3,8	2,2	0
월1회	139,8±3,5	40,4±3,6	6,8±1,8	30,6±2,0	0,9	0,9
월2회	150,8±2,5	30,4±1,3	5,3±0,6	25,9±2,6	1,3	0,5

표 16. 퇴비차 처리횟수에 따른 지하부 생육특성('19, 6년근)

Tr.	근중(g)	근장(cm)	근직경(mm)	적변율(%)	뿌리썩음병(%)
대조구	96,8b	32,8a	28,2a	4,4	1,4
월 1회	131,9a	32,4a	30,1a	5,2	1,3
월 2회	135,0a	31,3a	27,6a	10,8	6,0

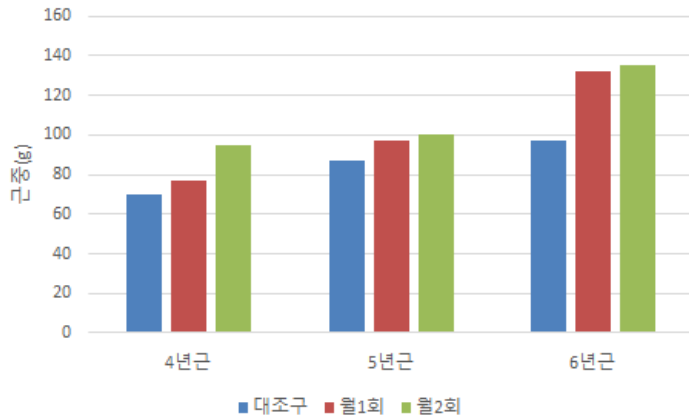


그림 8. 퇴비차 처리횟수별 근중 비교

표 17. 퇴비차 처리에 따른 지하부 병 발생양상('19, 6년근)

Tr.	잘록병(%)	점무늬병(%)	탄저병(%)	잿빛곰팡이병(%)
대조구	1,2	2,2	-	1,9
월 1회	-	0,8	-	1,0
월 2회	-	0,6	-	-

## 4. 적 요

〈제2협동과제: 인삼 비가림하우스 재배 시 지상부 양분관리 기술 개발〉

### (시험 1) 인삼 퇴비차 처리시 양분흡수율 모니터링

- 가. 이 연구는 인삼 비가림하우스 재배시 퇴비차 처리(100, 10, 5배액)를 통해 수량 증가 효과를 확인할 수 있었으며, 이에 따라 양분흡수율을 볼 수 있었다.
- 나. 양분흡수율은 저농도에서 높았지만 인삼 수량을 높이기 위해 10배액을 적용하는 것이 효과적인 것으로 사료된다.
- 다. 저년근의 경우, 중간~최종 성장 기간 동안 영양분 관리 하는 것이 효과적이고, 4년근 이상의 고년근은 초기~중간 성장 기간 동안 영양분을 관리하는 것이 효과적이다.

### (시험 2) 인삼 비가림하우스 재배용 퇴비차(Compost tea) 제조 및 표준화 기술 개발

- 가. 퇴비차의 적정 제조를 위해 온도, 퇴비별, 배합비율별 시험을 진행하였음.
- 나. 물 5L기준으로 우분퇴비 50g, 당밀 5g, 탈지분유 1g을 72시간 25℃로 폭기 시, 미생물 함량 및 화학성이 우수하여 인삼 재배 시 퇴비차의 양분관리효과를 볼 수 있었다. 또한 다음과 같은 비율 제조 시, 점무늬병 원인균인 *A. panax*의 밀도 감소 효과를 볼 수 있었다.
- 다. 무종자발아시험을 통해 최대희석농도인 5배액까지 안전성을 확인 할 수 있었다.

### (시험 3) 비가림하우스 퇴비차(Compost tea) 시용기술 개발

- 가. 인삼 비가림하우스 재배 시 퇴비차 시용법은 엽면시비보다 관주처리 시 지하부 수량증대에 효과적임.
- 나. 퇴비차 처리 시 대조구 대비 고년근으로 갈수록 근중이 증가하는 경향을 보였다. 하지만, 과다 시용 시 적변현상이 나타나기 때문에 월 1회 처리하는 것이 수삼 품질면에서 효과적임.

## 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 puple 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
2015(1년)	학술발표	강원지역 인삼 하우스 차광수준별 지상부 생육특성
		강원지역 인삼 해충 발생 양상
2016(2년)	학술발표	Photosynthesis and growth characteristics of 3 year old ginseng ( <i>Panax ginseng</i> ) by different shading materials of the greenhouse in the northern area of Gangwon, Korea.
		Photosynthesis and growth characteristics of 4 year old ginseng( <i>Panax ginseng</i> ) by different shading materials of the greenhouse in the northern area of Gangwon, Korea.
		Comparison of quality and ginsenoside contents in roots of <i>Panax ginseng</i> at various ages in Ganwon, Korea.
2017(3년)	학술발표	4년생 인삼 직파재배를 위한 품종별 적정 재식밀도
		비가림하우스 차광방법에 따른 북부지역 4년생 인삼 생육특성
	영농활용	Growth characteristics and yield of ginseng ( <i>Panax ginseng</i> C.A. Meyer) by irrigation set point in rain shelter house
2018(4년)	학술발표	인삼 비가림 재배 시 퇴비차 제조 및 활용 기술
		Proper shading material in rain shelter house for Direct seedling of 4 years old Ginseng
	논문게재	인삼 5년근 직파재배용 비가림하우스 차광방법에 따른 지상부 생육특성
		Suppressive Effect of <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> KL87 on Alternaria Blight of Ginseng

연도(연차)	활용방안	제 목
2018(4년)	특허출원	기능성 퇴비를 이용한 퇴비차 제조법 및 활용방법
	홍 보	인삼 재배에 비가림시설 이용 생산량 2배 등 2건
2019(5년)	학술발표	양분관리를 위한 인삼 퇴비차 농도별 생육특성
		인삼 비가림하우스 재배 시 퇴비차 처리효과
		Proper planting density for direct seedling of 5 years old Ginseng in rain shelter house
	영농활용	인삼 비가림재배 시 양분관리용 퇴비차 활용법
정책건의	인삼 비가림하우스 재배시 양분관리용 퇴비차 제조시설 지원	

성과지표명		연도		1년차(2015)		2년차(2016)		3년차(2017)		4년차(2018)		5년차(2019)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문 게재	SCI														
	비SCI					1	1	1	1	1	-	3	2		
특허	출원									1	1			1	1
	등록														
학술 발표	국제			1	1			1		1	1	1	2	4	
	국내	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	7	8	
영농 활용	기술			1	1	1	1					1	1	3	3
	정보														
정책제안												1	1	1	1
홍보				1	1					1	2			2	3
계		2	2	4	4	4	5	4	6	5	5	5	19	22	

## 7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도				
					'15	'16	'17	'18	'19
과제책임자	원예특작과학원	농업연구사	장인배	과제 총괄	-	-	-	○	○
2협동책임자	인삼약초연구소	농업연구사	윤예지	세부주관 수행	-	-	○	○	○
공동연구자	원예연구과	농업연구사	정햇님	시험수행 및 평가	○	○	-	-	-
	작물연구과	"	이광재	품질조사 지원	○	○	○	○	○
	인삼약초연구소	"	이재형	품질조사 지원	-	-	-	○	○
	"	"	모영문	품질조사 지원	○	○	○	○	○
	"	"	이기욱	품질조사 지원	-	-	-	-	○
	작물연구과	농업연구관	정정수	품질조사 지원	-	○	○	-	-
	인삼약초연구소	농업연구관	임수정	분석 지원	-	-	-	-	○
	환경농업연구과	농업연구사	허수정	분석 지원	○	○	○	○	○
	인삼약초연구소	공업서기	이상규	현장조사 지원	○	○	○	○	○
	"	운전서기보	심재남	현장조사 지원	-	-	○	○	-
원예연구과	농업연구관	원재희	시험방향 제시	-	-	○	○	○	