

어젠다코드	3 - 13 - 43		구분	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C05	작목구분코드	IC-03-1901
과제종류	공동연구		세부사업(약어)	-	
과제명	강원 인삼 품질향상 재배기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	윤예지		농업연구사	인삼약초연구소	
연구기간	2014 ~ 2022		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 비가림 하우스를 이용한 북부지역 친환경 인삼 안정생산 기술 개발			인삼약초연구소	윤예지	'14~'19
2) 인삼 스마트팜 적용기술 개발			인삼약초연구소	윤예지	'18~'24
색인용어	강원, 인삼, 비가림 하우스, 친환경, 직파재배				

ABSTRACT

Ginseng is a perennial plant, which is difficult to grow in environmental conditions and has a great deal of natural disasters. When ginseng is grown in the greenhouse, compared to the existing facilities, it is possible to reduce the labor force by preventing the inflow of rainwater to suppress the occurrence of diseases and reducing the damage of natural disasters. In addition, direct seedling cultivation can reduce the labor cost of the seedling process can be cultivated efficiently. In order to improve productivity, reduce labor, and secure safety of raw ginseng, it is urgent to modernize facilities in the form of greenhouses and to introduce direct growing technology. Therefore, this study was carried out with the aim of improving the efficiency of cultivation of the direct wave and growing the quality improvement technology when growing ginseng greenhouse. As a suitable shading material for cultivation of ginseng greenhouse, 85% shading of blue and white double-sided film is advantageous for 6 years old ginseng cultivation in Gangwon-do. In addition, the proper planting density of 6 years old ginseng using direct seedling is 108root/3.3m².

1. 연구목표

인삼은 다년생으로 재배환경 조건이 까다롭고 이상기후 등 자연재해 피해가 크다. 특히 연작장해가 심해 유량식 경작에 따른 정밀한 관리 및 생력화에 큰 어려움이 있다. 기존 해가림시설에 비해 비가림하우스 내에서 인삼을 재배 할 경우, 빗물의 유입을 막아 병해 발생을 억제하고 자연재해의 피해를 줄일 수 있어 노동력 절감이 가능하다. 또한, 직파재배는 육묘과정의 노동력비용을 절감할수

있어 효율성있는 재배가 가능하다. 생산성 향상, 노동력 절감 및 원료삼 안전성 확보를 위해서는 비가림하우스 형태의 해가림 시설 현대화 및 직파재배기술 도입이 시급한 실정이다.

직파재배의 경우 수량 및 경제적인 재배에는 유리하나, 홍삼 원료삼의 활용시 체형 및 홍삼가공 적성 등이 다소 낮은 것으로 알려져 품질개선을 위한 재배기술 개발이 필요하다. 따라서, 본 연구는 인삼 비가림하우스 재배 시 직파재배의 효율성 증대 및 품질개선 기술 개발을 목표로 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

〈제1세부과제: 비가림 하우스를 이용한 북부지역 친환경 인삼 안정생산 기술 개발〉

(시험 1) 북부지역 친환경 비가림하우스 차광방법 구명('14~'18)

본 연구는 강원도 철원군 강원도농업기술원 인삼약초연구소 비가림하우스에서 자경종을 식재하여 수행하였다. 하우스는 4동 모두 내재해형 단동하우스(07-단동-3, 농진청 고시) 폭 7.0×높이 3.3m의 크기였다. 차광방법은 인삼전용코팅필름(청백양면필름) 85%, 90%, PE필름+차광망 75%로 총 3처리로 시험을 진행하였다. 정식은 3월 묘삼을 식재하였고, 재식밀도는 1칸(1.86m²)당 7행×9열이었다. 연도 별 차광방법 별 미기상환경, 생육특성 등을 조사하였다.

(시험 2) 인삼 비가림하우스 직파재배 적정 재식밀도 ('14~'19)

본 연구는 강원도 철원군 강원도농업기술원 인삼약초연구소 비가림하우스에서 자경종을 식재하여 수행하였다. 직파재배용 재식밀도를 구명하기 위하여 63, 72, 108, 180주/1칸(1.86m²)로 4처리를 하였다. 1년근~6년근의 연간 반복시험을 통하여 재식밀도별 생육특성 등을 조사 하였다. 차광방법은 인삼전용코팅필름(청백양면필름)을 사용하였으며, 하우스는 (시험1)과 동일한 크기이다.

(시험 3) 시설 내 직파재배 인삼 체형개선 기술('14~'16)

본 연구는 강원도 철원군 강원도농업기술원 인삼약초연구소 비가림하우스에서 자경종을 식재하여 수행하였다. 직파재배의 단점인 체형을 개선하고자 두둑높이 20, 30, 40cm 3처리 및 수용성 규산 액비 시용, 무시용 2처리를 통하여 시험을 진행하였다. 출아율 및 지하부 발달특성(근장 등), 병 발생 양상을 조사하였다. 차광방법은 장수필름+차광망 85%를 사용하였으며, 하우스는 (시험1)과 동일한 크기이다.

(시험 4) 시설 내 직파재배 관수개시점 선발('16~'17)

본 연구는 강원도 철원군 강원도농업기술원 인삼약초연구소 비가림하우스에서 자경종을 식재하여 수행하였다. 직파재배용 관수개시점 선발을 하고자 20, 30, 40kPa(사양토 기준) 3처리를 하여 시험을

진행하였다. 출아율 및 지상부, 지하부 생육특성, 병 발생양상 및 홍삼가공적성을 조사하였다. 차광 방법은 장수필름+차광망 75%를 사용하였으며, 하우스는 (시험1)과 동일한 크기이다.

3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제: 비가림 하우스를 이용한 북부지역 친환경 인삼 안정생산 기술 개발〉

(시험 1) 북부지역 친환경 비가림하우스 차광방법 구명('14~'18)

처리 별 일평균 광량 및 평균기온은 다음과 같다.(표 1, 2, 3). 일평균 광량은 연차별 큰 차이가 나지 않았으며, 청백양면필름 대비 PE필름에서 투광량이 훨씬 많았다. 투광량 대비 평균기온은 세 처리 모두 유의적 차이 없이 일정하였다. 광합성속도를 비교하였을 때 관행(경사식) 대비 하우스 내에서 빠른 것으로 나타났다(그림 1). 차광방법 별 광과장 비교 시, 관행(경사식) 대비 청백양면 필름에서 식물이 흡수하는 광과장영역이 효율적으로 관찰되는 것을 확인 할 수 있었다(그림 2).

표 1. 2016년도 일평균 광량 및 평균기온

Tr.	일평균광량($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)		평균기온($^{\circ}\text{C}$)	
	5월상순	7월상순	5월상순	7월상순
관행(경사식)	130.8	26.6	15.0	22.4
청백양면필름 85%	35.9	37.4	15.1	22.8
청백양면필름 90%	31.9	33.3	14.7	22.4
장수필름+차광망 75%	63.0	74.0	15.1	22.6

표 2. 2017년도 일평균 광량 및 평균기온

Tr.	일평균광량($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)				평균기온($^{\circ}\text{C}$)			
	6월	7월	8월	9월	6월	7월	8월	9월
관행(경사식)	31.0	21.9	24.2	24.2	21.2	25.4	23.5	19.8
청백양면필름 85%	43.4	26.2	26.9	32.7	21.5	25.7	23.9	19.7
청백양면필름 90%	40.2	24.9	25.5	27.5	21.3	25.0	23.8	19.7
장수필름+차광망 75%	85.8	61.4	59.4	65.3	21.4	25.6	23.7	19.7

표 3. 2018년도 일평균 광량 및 평균기온

Tr.	일평균광량($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)				평균기온($^{\circ}\text{C}$)			
	6월	7월	8월	9월	6월	7월	8월	9월
관행(경사식)	58.4	34.6	43.7	32.2	21.4	25.2	23.6	19.9
청백양면필름 85%	43.3	43.2	53.5	42.7	21.5	25.6	24.0	19.9
청백양면필름 90%	36.4	37.5	46.0	36.5	21.4	25.4	24.2	19.7
PE필름+차광망 75%	81.9	85.8	98.2	75.3	21.5	25.3	23.9	19.7

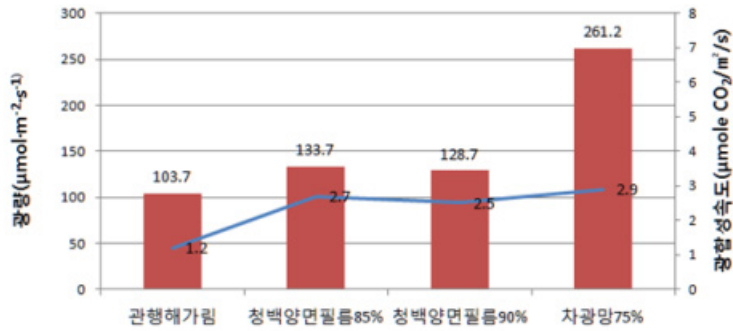


그림 1. 차광방법별 광량 및 광합성속도(2018)

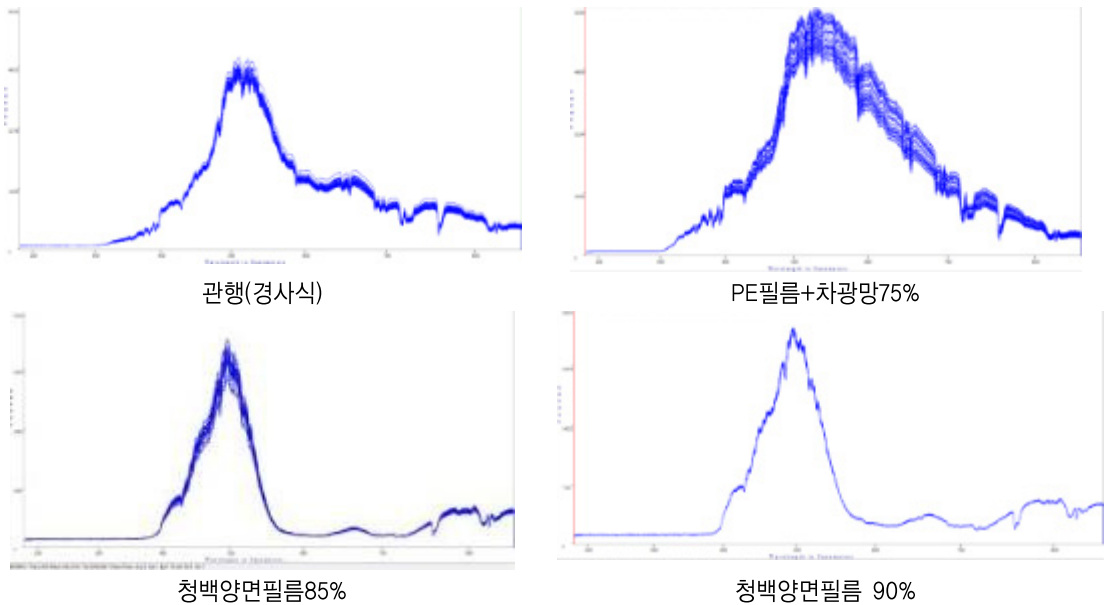


그림 2. 차광방법별 광파장 측정

처리 별 지상부 생육특성은 다음과 같다.(표 4, 5, 6, 7, 8). 고년근으로 진행될수록 관행과의 초장 크기가 최대 10%이상 차이내기 시작하였으며, 경직경 및 경장 또한 관행 대비 큰 차이를 보였다. 처리 별 유의성은 나타나지 않았다.

표 4. 2년근 지상부 생육특성 (2014)

Tr.	초장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
관행(경사식)	10.1±0.60	1.2±0.19	3.7±0.27	2.3±0.15	3.3±0.71	32.0
청백양면필름 85%	11.8±0.86	1.4±0.38	4.5±0.33	2.7±0.18	3.4±0.73	26.5
청백양면필름 90%	11.9±1.07	1.2±0.15	4.5±0.38	2.7±0.18	3.0±0.10	25.1
차광망 75%	10.6±0.76	1.2±0.10	4.3±0.15	2.5±0.13	3.0±0.14	28.2

표 5. 3년근 지상부 생육특성 (2015)

Tr.	초장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
관행(경사식)	23.0±1.87	2.2±0.35	7.9±0.80	3.7±0.46	15.3±3.18	28.8±3.07
청백양면필름85%	25.9±2.95	2.6±0.17	8.3±0.39	3.8±0.15	17.7±3.76	24.6±0.47
청백양면필름90%	23.8±0.13	2.3±0.24	7.8±0.96	3.5±0.44	18.7±1.76	26.2±1.41
차광망75%	24.1±0.41	2.6±0.28	8.5±0.30	3.5±0.22	16.2±3.29	22.4±0.85

표 6. 4년근 지상부 생육특성 (2016)

Tr.	초장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
관행(경사식)	72.2±3.58	8.4±0.42	17.3±2.44	7.6±0.19	25.6±0.96	33.7±1.30
청백양면필름 85%	78.9±3.88	8.2±1.11	18.9±2.11	7.3±0.46	24.7±1.33	39.1±0.97
청백양면필름 90%	78.9±6.65	8.9±0.80	19.1±2.64	8.2±0.84	25.0±0.56	36.6±2.75
차광망 75%	79.2±7.14	9.3±0.58	17.9±2.11	7.6±0.83	26.1±0.96	39.0±1.71

표 7. 5년근 지상부 생육특성 (2017)

Tr.	초장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
관행(경사식)	71.0±3.4	7.9±0.38	16.2±0.42	6.8±0.33	34.1±1.07	32.5±1.77
청백양면필름 85%	74.8±0.46	8.3±0.50	18.6±0.67	7.5±0.21	34.1±5.23	33.4±1.28
청백양면필름 90%	77.1±5.63	7.5±2.94	17.4±1.06	6.7±0.34	35.7±4.67	36.7±0.55
차광망 75%	74.0±5.22	8.2±1.08	18.1±0.73	7.8±0.63	30.2±6.17	34.0±3.97

표 8. 6년근 지상부 생육특성 (2018)

Tr.	초장 (cm)	경직경 (mm)	경장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽록소함량 (SPAD값)
관행(경사식)	66.9±5.3	8.3±1.1	36.9±3.6	16.2±2.3	7.2±1.3	33.8±3.1
청백양면필름 85%	83.6±0.4	10.8±1.8	44.0±0.8	24.8±3.8	9.0±0.3	37.8±1.8
청백양면필름 90%	89.8±1.5	11.1±0.7	49.6±2.0	21.6±1.6	8.6±0.4	37.3±0.1
PE필름+ 차광망 75%	86.7±2.8	10.5±0.6	50.9±3.0	19.2±1.1	8.1±0.5	36.5±3.9

처리 별 지하부 생육특성은 다음과 같다.(표 9, 10, 11, 12, 13). 4년근의 경우, PE필름+차광망 75% 처리구에서 관행 대비 결주율은 1.6% 높았으나, 평균 근중이 1.36배(61.5g/주)로 가장 우수하였으며, 전체 수량도 3.1kg/1.62m² 수준으로 관행 대비 19.2% 향상되어 강원지역 4년생 인삼 이식재배용 차광방법으로 가장 적합한 것으로 판단되었음. 고년근으로 갈수록 청백양면필름 85%에서 평균 근중이 87.6g으로 가장 우수하였다(그림). 고년근 재배 시, 저년근에 비해 광량의 영향을 크게 받아 위와 같은 성장차이가 나타나는 것으로 보인다(그림 3).

표 9. 2년근 지하부 생육특성 (2014)

Tr.	근장(cm)	동직경(mm)	근중(g)
관행(경사식)	13.5±4.82	4.3±0.85	0.6±0.10
청백양면필름 85%	15.9±2.35	5.5±0.83	1.0±0.15
청백양면필름 90%	19.1±5.03	4.0±0.66	0.7±0.23
PE필름+차광망 75%	11.8±1.69	5.5±1.32	1.0±0.18

표 10. 3년근 지하부 생육특성 (2015)

Tr.	근장(cm)	동직경(mm)	근중(g)
관행(경사식)	23.0±0.88	14.5±0.65	15.8±0.36
청백양면필름 85%	25.6±1.62	18.7±0.80	28.2±3.30
청백양면필름 90%	24.2±0.95	17.2±1.23	22.1±4.54
PE필름+차광망 75%	28.0±1.94	17.0±0.67	22.6±2.13

표 11. 4년근 지하부 생육특성 (2016)

Tr.	근장(cm)	동직경(mm)	근중(g/주)	결주율(%)
관행(경사식)	31.9±5.66	22.7±4.34	45.3±16.42	7.9±2.78
청백양면필름 85%	30.5±4.02	23.7±2.27	46.2± 7.95	4.8±2.13
청백양면필름 90%	32.3±5.98	23.5±2.14	47.2± 9.95	2.4±2.10
PE필름+차광망 75%	31.2±3.97	25.2±2.59	61.5±20.07	9.5±3.18

표 12. 5년근 지하부 생육특성 (2017)

Tr.	근장(cm)	동직경(mm)	근중(g/주)
관행(경사식)	25.3±3.7	21.1±0.9	42.7±3.6
청백양면필름 85%	29.6±2.1	25.5±1.7	64.6±4.9
청백양면필름 90%	25.4±0.3	25.2±1.2	62.0±2.2
PE필름+차광망 75%	27.0±1.1	24.4±1.1	59.6±5.2

표 13. 6년근 지하부 생육특성 (2018)

Tr.	근장(cm)	동직경(mm)	근중(g/주)	적변율(%)	뿌리썩음병(%)
관행(경사식)	25.6±1.9	23.2±2.2	56.7±8.3	54.2	1.4
청백양면필름 85%	29.0±3.1	24.2±1.2	87.6±3.9	9.2	0.85
청백양면필름 90%	28.8±1.9	25.2±0.9	70.4±1.3	5.5	2.1
PE필름+차광망 75%	32.7±1.6	26.6±0.7	83.6±3.3	2.9	0.4

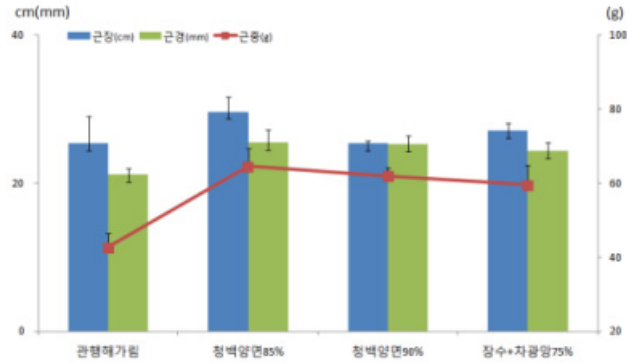
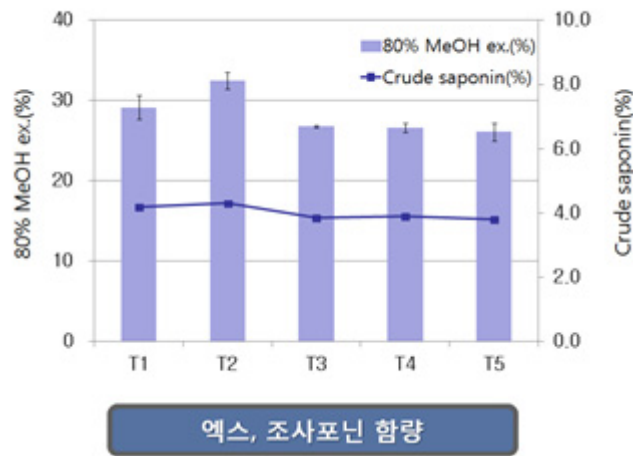


그림 3. 차광방법별 4년근 인삼 지하부 생육특성

6년근에서의 처리 별 진세노사이드 함량은 다음과 같다. 저년근 차광소재별 비교한 결과 인삼전용 코팅필름 85% 처리구에서 다른 처리구 대비 조사포닌 함량이 10.3~13.1% 향상되었다(그림 4). 고년근의 total ginsenoside 함량 또한 청백양면필름 85%에서 다소 우수하였으나, 통계적 유의성은 없었다(표 14).



(T1: 대조구, T2: 청백양면필름85%, T3: 청백양면필름90%, T4: PE필름+차광망75%, T5: 변외)

그림 4. 차광방법별 인삼 조사포닌 함량(3년근)

표14. 처리 별 진세노사이드 함량(6년근)

(Unit: mg/kg)

Tr.	Major Ginsenoside						Minor Ginsenoside			Total
	Rg1	Re	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Rb3	Rh2	Comp,K	
청백양면필름 85%	43.04	60.75	47.37	28.99	26.34	5.82	4.31	3.86	0.32	244.70
청백양면필름 90%	41.71	47.72	45.90	31.90	21.75	6.71	3.60	2.21	0.16	221.29
PE필름+ 차광망 75%	63.73	54.80	54.18	40.32	26.19	9.01	3.79	2.47	0.27	244.30

(시험 2) 인삼 비가림하우스 직파재배 적정 재식밀도 ('14~'19)

재식밀도별 처리별 출현시기는 유의성이 없었으며, 재식밀도가 증가할수록 결주율이 증가하는 경향을 보였다(표 15). 재식밀도 별 지상부 생육특성은 다음과 같다.(표 16, 17, 18, 19, 20, 21). 직파재배용 하우스 내 초장, 엽병수 등 지상부 생육특성은 저년근에서는 개체 간 경합현상이 거의 나타나지 않았다. 고년근에서의 지상부 생육특성은 밀식 할수록 도장하는 경향을 보였다. 재식밀도가 높아질수록 초장, 경직경은 유의적인 차이가 보였으나, 잎 특성은 밀도와 관계가 없었다.

표15. 재식밀도별 출아특성

Tr.	출아시(월.일.)	출아전(월.일.)	결주율(%)
63	4.24.	5.8.	10.1
72	4.24.	5.3.	15.4
108	4.26.	5.3.	20.1
180	4.22.	5.7.	42.1

표16. 재식밀도별 지상부 생육특성 (1년근)

Tr.	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
63	11.8±0.86	6.4±0.67	1.4±0.38	4.5±0.33	2.7±0.18	3.4±0.73	26.5
72	11.8±0.98	6.2±0.51	1.2±0.11	4.4±0.65	2.6±0.26	3.0±0.10	24.5
108	11.9±0.98	6.8±1.25	1.2±0.08	4.5±0.35	2.5±0.21	3.0±0.18	26.6
180	12.4±1.11	7.1±0.96	1.2±0.11	4.7±0.17	2.7±0.19	3.1±0.33	25.5

표17. 재식밀도별 지상부 생육특성 (2년근)

Tr.	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
63	25.9±2.95	10.1±2.36	2.6±0.07	8.3±0.39	3.8±0.15	17.7±3.76	24.6±1.47
72	25.9±4.32	9.9±2.40	2.4±0.28	8.5±1.02	3.6±0.50	17.8±2.31	25.5±2.73
108	25.8±0.57	8.9±0.79	2.6±0.20	8.8±0.76	3.8±0.27	15.9±1.17	24.8±2.55
180	29.1±0.17	11.3±0.74	2.5±0.15	9.0±0.22	3.8±0.22	19.7±1.33	23.5±1.66

표 18. 재식밀도별 지상부 생육특성 (3년근)

Tr.	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
63	59.9±3.95	32.3±1.77	5.6±0.39	15.2±1.47	6.8±0.08	21.7±1.67	35.2±1.56
72	60.3±3.33	33.7±1.57	5.9±0.44	14.7±0.03	6.1±0.10	21.1±0.96	34.9±2.14
108	64.9±3.76	37.5±2.50	6.1±0.62	15.6±1.44	6.3±0.39	21.6±1.68	35.7±3.82
180	63.9±3.38	36.1±4.14	6.0±0.13	15.1±1.02	6.2±0.61	21.1±1.92	38.1±3.69

표 19. 재식밀도별 지상부 생육특성 (4년근)

Tr.	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
63	74.8±0.46	40.8±0.71	8.3±0.50	18.6±0.67	7.5±0.21	6.9±1.17	33.4±1.28
72	78.9±0.82	44.2±1.02	8.4±0.18	18.9±1.19	7.8±0.34	6.7±1.00	32.8±0.64
108	76.2±4.92	41.8±4.58	7.7±0.61	16.9±1.35	7.0±0.67	6.6±0.19	33.5±2.02
180	79.8±2.48	45.3±0.17	7.9±0.48	17.3±0.56	7.5±0.25	7.6±0.92	32.2±1.10

표 20. 재식밀도별 지상부 생육특성 (5년근)

Tr.	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
63	83.6±0.4	44.0±0.8	10.8±1.8	21.5±0.8	9.0±0.3	8.7±1.3	37.2±2.2
72	80.8±3.4	46.3±3.0	9.2±1.3	18.8±1.1	8.2±0.3	9.2±1.0	38.9±1.7
108	82.0±6.8	47.2±5.2	9.5±1.0	20.4±2.1	8.0±0.5	8.4±1.3	39.1±2.7
180	85.9±1.7	50.4±0.9	9.7±0.3	20.5±1.4	8.5±0.2	12.9±3.5	38.1±2.3

표 21. 재식밀도별 지상부 생육특성 (6년근)

Tr.	초장(cm)	경장(cm)	경직경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	SPAD	점무늬병 [†]	탄저병
63	76.03b	42.90a	7.29b	18.3a	7.3a	35.15a	0	1
72	79.21b	44.46a	8.07ab	18.9a	7.6a	34.56a	1	0
108	80.98a	45.52a	8.20a	19.7a	7.9a	35.88a	1	1
180	82.13a	45.82a	8.81a	18.5a	7.8a	36.99a	1	1

zMean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

† 점무늬병, 탄저병(0: 무발생, 1: 3% 미만, 3: 3~10%, 5: 10~30%, 7: 30~50%)

※ 인삼 품종특성 조사요령('17)

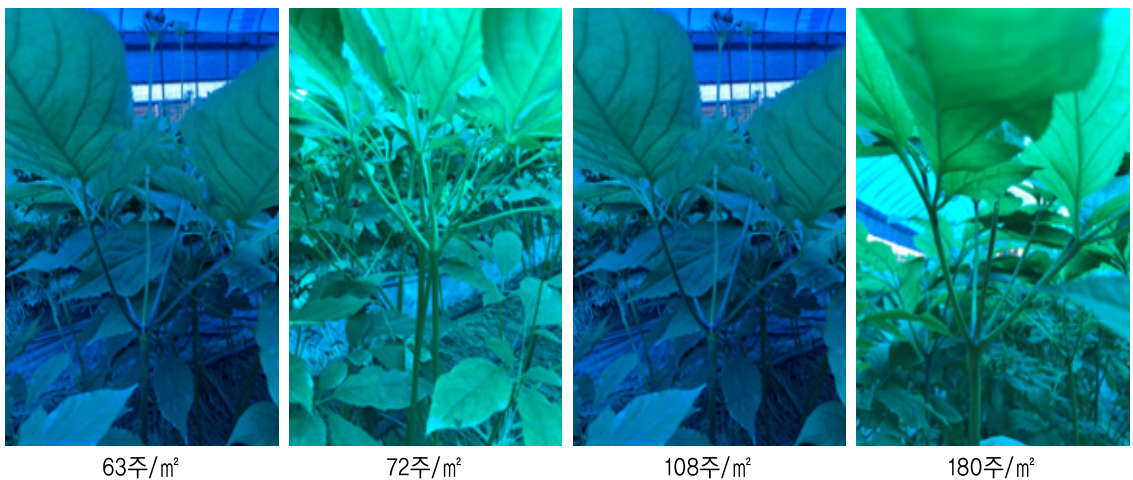


그림 5. 재식밀도별 지상부 엽병각도 비교

재식밀도 별 지하부 생육특성은 다음과 같다.(표 22, 23, 24, 25, 26). 저년근에서는 소식하는 63주에서 근중이 높게 나타났다. 고년근으로 갈수록, 근중은 72주에서 우수하나 수량면에서는 결주율의 영향으로 108주가 우세한 것으로 나타났다. 6년근용 직파재배 시 소식보다는 밀식이 유리하며, 180주와 같이 초밀식은 피하는 것이 좋다.

표 22. 재식밀도별 지하부 생육특성(1년근)

Tr.	근장(cm)	동직경(mm)	근중(g)
63	15.9±2.35	5.5±0.83	1.0±0.15
72	13.1±3.77	4.5±1.08	0.8±0.31
108	14.5±1.20	4.4±0.79	0.8±0.10
180	15.8±3.86	5.2±0.52	1.0±0.11

표 23. 재식밀도별 지하부 생육특성(2년근)

Tr.	근장(cm)	동직경(mm)	근중(g)
63	20.3±1.40	12.3±0.63	10.3±0.34
72	20.3±1.40	12.9±0.63	10.6±1.57
108	22.9±2.36	13.2±1.28	10.1±1.84
180	21.5±1.48	12.5±1.55	9.6±1.60

표 24. 재식밀도 별 지하부 생육특성(4년근)

Tr.	근장(cm)	근경(mm)	근중(g/주)
63	30.5±7.3	25.1±1.8	61.5±4.8
72	26.7±1.6	26.1±0.5	58.7±6.7
108	27.6±0.2	25.8±0.2	69.4±5.5
180	26.6±0.9	24.2±2.5	59.1±6.9

표 25. 재식밀도 별 지하부 생육특성(5년근)

Tr.	근장(cm)	동직경(mm)	근중(g/주)	적변율(%)	뿌리썩음병(%)	수량(kg/1.6m ²)	조수익(천원/10a)
63	28.6±3.6	23.8±0.1	82.1±9.0	10.1	0.4	3.8	38,025
72	28.9±2.4	22.5±1.3	98.5±6.1	5.6	0.2	4.2	42,027
108	28.2±1.0	23.9±0.8	65.6±2.2	8.7	1.3	3.2	32,021
180	28.0±2.6	21.9±1.8	83.6±1.5	2.3	0.1	3.1	31,020

표 26. 재식밀도 별 지하부 생육특성(6년근)

Tr.	근중(g/주)	동직경(mm)	근장(cm)	적변율(%)	뿌리썩음병(%)
63	107.1bz	32.1a	11.1b	10.1	0.4
72	117.7a	32.3a	12.6b	5.6	0.2
108	104.8b	33.1a	13.8a	8.7	1.3
180	96.4b	32.0a	13.1a	2.3	0.1

zMean separation within each columns by Duncan's multiple range test, 5% level.



그림 6. 6년근 재식밀도별 지하부 생육특성 (왼쪽부터 63, 72, 108, 180주/3.3m²)

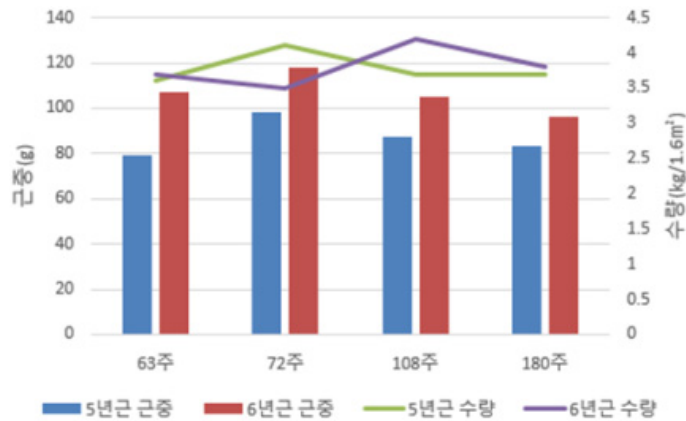


그림 7. 재식밀도 별 5, 6년근 근중 및 수량 비교

직파재배의 단점 중 하나인 체형으로 인해 홍삼 제조 시 직파삼 보다는 이식삼을 선호하고 있다. 홍삼 품질면의 비교를 위해 재배법에 따른 홍삼의 가공적성을 비교하였다. 내공, 내백은 홍삼 가공적성의 기준으로 재배법에 따라 유의적인 차이는 없었다(표 27). 따라서, 홍삼 제조 시 품질 부분에서는 차이가 없는 것으로 나타났다.

표27. 재배법에 따른 홍삼 가공적성 비교(6년근)

재식밀도(주/3.3m ²)	내공(mm)		내백(mm)		지삼*비율(%)	
	직파	이식	직파	이식	직파	이식
63	1.9	1.9	4.5	6.5	16.7	11.1
72	3.3	4.3	5.2	6.9	-	-
108	5.1	5.0	4.6	6.2	5.6	5.6
180	1.0	3.7	4.0	3.9	5.6	16.7

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

(시험 3) 시설 내 직파재배 인삼 체형개선 기술('14~'16)

두둑높이 별 지상부 생육특성은 다음과 같다.(표 28, 29, 30). 직파삼 체형 및 품질을 개선하기 위하여 2년차부터 수용성 규산액비를 처리하였다. 두둑높이 및 수용성 규산액비 처리구에서 지상부 생육특성은 큰 차이가 없었다.

표28. 두둑높이 별 지상부 생육특성(1년근)

Tr.	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
20cm	9.9±0.87	5.7±0.97	1.2±0.15	4.2±0.37	2.4±0.15	3.4±0.73	30.6
30cm	10.5±0.88	6.6±0.45	1.2±0.15	4.5±0.25	2.5±0.24	3.4±0.73	29.3
40cm	9.6±0.58	6.2±0.50	1.2±0.04	4.1±0.22	2.4±0.19	3.1±0.33	27.7

표29. 두둑높이 및 수용성 규산액비 시용별 지상부 생육특성(2년근)

두둑높이	Tr.		초장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
	수용성 규산액비							
20cm	무처리		24.7±0.87	2.2±0.18	8.1±0.47	3.6±0.20	16.3±2.60	24.3±1.73
	처리		23.7±2.20	2.1±0.12	7.8±0.98	3.5±0.48	10.2±1.02	24.1±1.02
30cm	무처리		23.1±1.00	2.1±0.11	7.9±0.37	3.7±0.19	14.4±6.31	25.7±0.83
	처리		23.5±1.42	2.3±0.11	8.2±0.31	3.7±0.13	14.6±1.84	23.4±2.12
40cm	무처리		23.1±0.89	2.2±0.08	8.3±0.33	3.6±0.33	14.2±3.42	22.6±1.07
	처리		24.2±1.16	2.1±0.15	8.2±0.48	3.7±0.12	16.4±3.34	23.6±1.51

표 30. 두둑높이 및 수용성 규산액비 시용별 지상부 생육특성(3년근)

두둑높이	Tr.		초장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
	수용성 규산액비							
20cm	무처리		48.7±1.27	4.9±0.47	12.6±0.61	5.2±0.10	20.0±1.67	29.2±3.23
	처리		48.9±2.67	4.9±0.22	13.1±0.78	5.6±0.38	20.0±0.96	28.0±1.44
30cm	무처리		49.0±2.24	5.1±0.29	13.0±0.98	5.7±0.27	20.0±2.12	32.9±0.91
	처리		48.4±4.86	4.7±0.43	13.1±1.88	5.6±0.68	20.0±0.96	28.3±1.93
40cm	무처리		48.3±2.73	3.6±0.17	11.7±0.72	5.2±0.29	19.4±0.96	28.9±0.92
	처리		49.8±3.44	4.7±0.33	12.7±0.91	5.6±0.41	20.6±1.67	27.9±1.30

두둑높이 별 지하부 생육특성은 다음과 같다.(표 31, 32). 평균 근중이 처리 시 다소 높아지는 경향을 보였으나, 처리 간 유의성은 없었다. 두둑높이 별 직파삼의 체형 또한 큰 차이를 나타내지 않았다.

표 31. 두둑높이 별 지하부 생육특성(1년근)

Tr.	근장(cm)	동직경(mm)	근중(g)
20cm	10.9±5.15	3.9±0.92	0.4±0.15
30cm	14.8±2.69	4.5±0.86	0.7±0.16
40cm	16.2±5.08	4.1±0.48	0.7±0.14

표 32. 두둑높이 및 수용성 규산액비 시용별 지하부 생육특성(2년근)

두둑높이	Tr.		근장 (cm)	동직경 (mm)	근중 (g)
	수용성 규산액비				
20cm	무처리		18.7±2.50	10.1±0.35	4.3±0.91
	처리		22.1±2.33	9.0±1.08	6.3±0.06
30cm	무처리		20.0±1.65	10.9±0.37	6.6±0.68
	처리		20.7±1.38	10.8±0.90	7.4±0.70
40cm	무처리		20.8±3.93	9.7±1.43	4.2±1.38
	처리		19.0±3.35	9.6±1.32	5.7±0.74



그림 8. 두둑높이 및 수용성 규산액비 비교

(시험 4) 시설 내 직파재배 관수개시점 선발('16~'17)

관수개시점 처리별 4년생 인삼 생육특성 결과, 지상부는 관수개시점에 따라 큰 차이가 없었으나 (표 33), 지하부의 경우 20kPa 처리구에서 평균 생근중 66.8g/주, 수량 3.61kg/칸으로 가장 우수한 것으로 나타났다(표 34, 그림 0).

표 33. 관수개시점 처리별 지상부 생육특성(4년근)

관수개시점 (kPa)	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	소엽수 (개)	엽록소함량 (SPAD값)
20	79.3±2.67	46.4±3.33	10.1±0.36	18.6±0.96	7.6±0.07	27.9±2.58	38.5±1.62
30	79.2±1.79	46.3±2.54	9.3±0.46	17.9±1.18	7.6±0.53	26.1±2.04	39.0±3.00
40	81.9±6.24	47.7±4.42	10.6±0.82	18.7±2.09	7.7±0.80	25.7±1.17	34.7±3.90

표 34. 관수개시점 처리별 지하부 생육특성(4년근)

관수개시점 (kPa)	근장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	결주율(%)	수량 (kg/1.67m ²)	조수익 (원/칸)
20	33.6±4.29	27.3±2.58	66.8±16.4	7.1±3.57	3.61±0.14	104,724
30	31.2±3.97	25.2±1.59	61.5±20.1	9.5±2.06	3.13±0.12	90,569
40	33.3±5.65	25.7±3.58	60.9±19.7	14.3±4.12	2.92±0.30	84,544

※ 조수익: '15, 농산물소득정보자료(농진청), 4년생 인삼(전국 평균) 단가적용

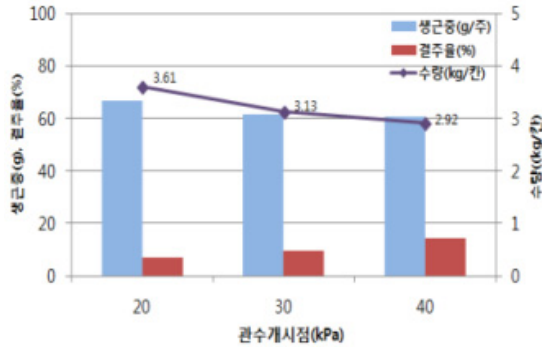


그림 9. 관수개시점 처리 별 5, 6년근 근중 및 수량 비교

4. 적 요

〈제1세부과제: 비가림 하우스를 이용한 북부지역 친환경 인삼 안정생산 기술 개발〉

(시험 1) 북부지역 친환경 비가림하우스 차광방법 구명('14~'18)

가. 이 연구는 강원지역 비가림하우스 재배 시 적절한 차광소재를 선발하기 위해 진행되었다. 4년근 재배용은 PE필름 + 차광망75%의 소재를 쓰는 것이 적절하며, 6년근 재배용으로는 청백양면필름 85% 차광이 유리하다.

나. 청백양면필름 차광 시, 광과장 및 광합성 속도가 우수한 것으로 나타남.

(시험 2) 인삼 비가림하우스 직파재배 적정 재식밀도 ('14~'19)

가. 인삼 비가림하우스 내 직파재배 시 근중은 72주/3.3m² 에서 유리하나, 결주율의 영향으로 수량면에서는 108주/3.3m²가 우세하다. 6년근용 직파재배 시 소식보다는 밀식이 유리하다.

나. 직파, 이식재배와 관계없이 재배법에 따른 홍삼 품질차이는 없었음.

(시험 3) 시설 내 직파재배 인삼 체형개선 기술('14~'16)

가. 직파재배의 단점인 체형을 개선하기 위해 두둑높이와 수용성 규산액비 처리를 진행하였으나, 처리에 따른 인삼 체형의 차이는 없었음.

나. 수용성 규산액비 처리 시 무처리 대비 근중 비대효과가 있었다.

(시험 4) 시설 내 직파재배 관수개시점 선발('16~'17)

가. 비가림하우스 내 관수개시점을 선발하기 위하여 20, 30, 40kPa 의 처리를 하였고, 20kPa 처리 시 근중이 가장 우수하였다.

5. 인용문헌

- Kim DW, Kim JY, You DH, Kim CS, Kim HJ, Park JS, Kim JM, Choi DC and Oh NK. 2014. Effect of cultivation using plastic-film house on yield and quality of ginseng in paddy field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 22:210-216.
- Kim SH, Kim MY, Lee SB, Jang IB and Lee KS. 2013. Improvement of Shade Structures for Ginseng Cultivation. *Journal of biosystems engineering*. 38(4): 270-278
- Kim JH, Koo NS, Kim EH and Sohn HJ. 2002. Changes in Sensory Characteristics and Chemical Constituents of Raw Ginseng Roots Individually Packaged in a Soft Film During Storage. *Korean J. Ginseng Sci*. 26(3): 145~150.
- Ko SR, Choi KJ, Kim HK and Han KW. 1996. Comparison of Proximate Composition, Mineral Nutrient, Amino Acid and Free Sugar Contents of Several Panax Species. *Korean J. Ginseng Sci*. 20(1): 36~41.
- Lee JC, Ahn DJ, Byen JS, Chen SK and Kim CS. 1998. Effect of seeding rate on growth and yield of ginseng plant in direct-sowing culture. *Korean J. Ginseng Sci*. 22(4): 299~303.
- Lee JC, Ahn DJ, Byen JS and Jo JS. 1998. Relationships Between Growth Characteristics as well as Mineral Conents of Ginseng Seedlings and Yield of Ginseng Roots. *Korean J. Ginseng Sci*. 22(4): 294~298.
- Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Kim JW, Kang SW and Cha SW. 2011. Comparison of growth characteristics and ginsenoside content of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) cultivated with greenhouse and traditional shade facility. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 19:157-161.
- Litterick AM, Harrier L, Wallace P, Watson CA, Wood M. 2004. The role of uncomposted materials, composts, manures and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production—a review. *Crit Rev Plant Sci* 23(6): 453~479.
- Masafumi Tateda, Kanae Y, Kim YC and Yukio S. 2008. Investigation of Antifungal Activity for Plant Disease Control by Compost Teas Fermented under Different Temperatures. *Journal of Korean Society on Water Quality*. 24: 280-284

Mork SK, Son SY and Park H. 1981. Root and Top Growth of *Panax ginseng* at Various Soil Moisture Regime. Korean J. Crop Sci. 26(1): 115~120.

On A., Wong F., Ko Q., Tweddell R.J., Antoun H. and Avis, T J. 2015 Antifungal effects of compost tea microorganisms on tomato pathogens. Biological Control. 80:63-69

Park Hoon, and Lee B.D. 2008. Past, Present and Prospect of Good Agricultural Practices and Production Traceability of Korean Ginseng. Acta horticultrae. 770:127-134.

Park H, Lee MG, Byen, J.S, and Lee, J.R. 1987. Relation between Crop Stand and Yield in White Ginseng Cultivation Area, Korea J. Crop Sci, 32(3): 369-374

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2014(1년)	기초자료	북부지역 비가림하우스 내 직파재배 1년근 생육특성 비교
2015(2년)	기초자료	북부지역 비가림하우스 차광방법별 직파재배 초기 생육특성 비교
2016(3년)	학술발표	직파와 이식재배에 따른 북부지역 비가림하우스 재배 3년근 인삼 수량 및 품질 비교 Comparison of quality and ginsenoside contents in roots of <i>Panax ginseng</i> at various ages in Gangwon, Korea.
	영농기술	4년생 인삼 직파재배를 위한 품종별 적정 재식밀도 중북부지역 4년생 인삼 비가림 시설재배시 적정 차광율 및 관수기준
2017(4년)	영농기술	인삼 비가림 재배 시 적정 차광소재
2018(5년)	학술발표	Proper shading material in rain shelter house for direct seedling of 4 years old Ginseng(<i>Panax ginseng</i> C.A.Meyer)
	영농기술	강원지역 비가림하우스 인삼 직파 5년근 재배시 적정 재식밀도
2019(6년)	학술발표	Survivability Analysis of <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> KL87 Strain in Organic Synthetic Pesticides Mixture

성과지표명		연도		1년차 (2014)		4년차 (2015)		3년차 (2016)		4년차 (2017)		5년차 (2018)		6년차 (2019)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
학술 발표	국제																
	국내					2	2			1	1	1	1	4	4		
영농 활용	기술					2	2	1	1	1	1			4	4		
	정보																
기초자료		1	1	1	1											2	2
계		1	1	1	1	4	4	1	1	2	2	1	1	10	10		

7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도					
					'14	'15	'16	'17	'18	'19
과제책임자	인삼약초연구소	농업연구사	윤예지	과제 총괄	-	-	-	-	○	○
1세부책임자	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	-	-	-	-	-	○
	인삼약초연구소	공업서기	이상규	현장조사 지원	○	○	○	○	○	○
	"	운전서기보	심재남	현장조사 지원	-	-	-	○	○	-
원예연구과	농업연구관	원재희	시험방향 제시	-	-	-	○	○	○	