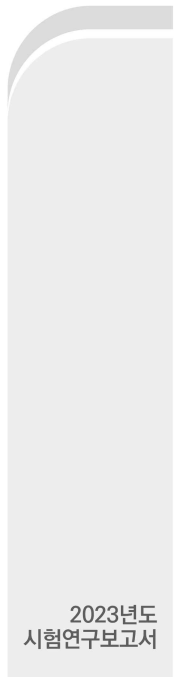




시험연구결과 ● ● ●

02

작물연구과



2023년도
시험연구보고서

가 식량작물 분야

벼

기후변화에 따른 불안정한 기상과 더불어 쌀 수급불안, 과잉생산 등 매년 다양한 문제점이 반복되고 있는 국내 쌀 시장환경은 1인당 소비량의 지속적인 감소로 이에 대응하는 쌀의 가치향상을 위한 해결 방안이 시급히 요구되고 있다. 쌀 시장의 저변을 확대하고, 동해안 수확기 강우에 의한 벼 수발아 문제 등 도내 벼 재배환경의 당면과제를 해결하기 위해 유색·향·가공적성 등 다양한 특성을 갖는 기능성 쌀 개발에 주력하고 있으며, 내수발아성 품종 육성과 동해안 적응 품종의 재배 확대에 중점을 두고 시험연구를 수행하였다. 또한, 도내 벼 재배농가의 소득 향상을 위해 누룽지향 대립향찰인 “고향찰”, 밥맛 좋은 조생종 벼 “오륜” 등 국내 쌀 시장 선점을 위한 품종 보급 역시 지속적으로 추진하였다. 이 밖에도 새롭게 육성된 신품종의 도내 다양한 지대별 적응성을 검토하기 위한 지대별 고품질 품종 선발, 동해안 내재해 품종 추천을 위한 재배시험, 저탄소 농업 실현을 위한 생태형별 최대 중간낙수기간 설정, 식량자급률 향상을 위한 작부체계 검토 등 2과제 4세부과제를 수행하였다. 주요 연구 결과로써 누룽지향 흑자색 유색향찰인 “강원 42호”를 “고향흑찰”로 명명하고 품종 출원하였고, 우량계통육성 4건, 영농정보 1건, 컨설팅 5건, 기초자료 4건 등을 도출하였다. 또한, 개발된 신품종의 재배면적 확대를 위해 고향찰 등 7품종 11톤을 생산·보급하였다.

발작물

서구식습관으로 인한 생활습관병 증가로 건강기능식품에 대한 관심과 코로나19 이후 가정 내 소비가 증가하면서 잡곡의 수요도 늘어나고 있다. 또한 콩은 농타작물재배지원사업(2018~2020년), 전략작물직불제(2023년~) 등 정부정책으로 재배면적이 증가하고 있다. 하지만 잡곡의 가격은 당해 작황, 정부정책에 따라 변동폭이 커 가격경쟁력이 낮고 원료 수급이 원활하지 않아 산업화가 지연되고 있다. 이에, 당면 과제를 해결하고 농가소득을 창출하고자 신품종 육성과 재배법 개선, 우량종자 보급 등을 지원하고 있다.

그동안 자체 육성한 신품종의 단지조성 및 지역산업화를 위하여 협력체계 구축에 주력하였다. 자체보급종 및 통상실시로 생산된 우량종자를 조기에 보급하였고, 이에 따라 자체육성 품종의 재배면적은 증가 추세이다(‘19) 콩 8%, 수수 20 → (‘22) 16, 49). 또한 유관기관과 협력하여 약선콩-대학두유(평창), 대왕2호콩-초당두부(영월), 두부마요네즈(홍천), 강안팍-안흥쫄빵(횡성), 팔차(홍천) 등 생산단지 조성하였고 유통연계 지역산업화를 추진하고 있다.

발작물 연구는 안정적인 원료곡 생산을 위하여 내재해성·기계화적응성·다수성 신품종 육성연구에 중점을 두고 있고, 최근 내재해·고기능성 장류용 콩 ‘진강’이 품종등록 되었다. 또한 조기보급 및 기후변화에 대응하고자 최적 재배법 연구 등 3과제 5세부과제를 수행하였다. 주요 연구결과로 품종등록 1건, 기초자료 3건, 컨설팅 3건, 홍보 7건, 생산단지 조성 3개소·120ha, 보급종 1톤을 생산·보급하였다.

나 특용작물 분야

특용작물연구팀에서는 인삼 신품종 육성·친환경 병해 경감기술 개발, 강원 우위 약용작물 신품종 육성·고품질 안정생산 기반 구축 및 버섯 기능성 신품종 육성·적정 배지 생산기술 개발을 전략목표로 15과제 17세부과제를 수행하였다. 이 중 4과제 4세부과제를 완결하였고 농업신기술개발(영농활용 등) 6건, 학술발표 8건, 인쇄버섯 ‘다미’ 품종등록과 버섯 육성품종 통상실시 5건, 황기 유기재배 매뉴얼 및 동영상 2건 제작, 인삼 재배예정지 뿌리썩음병 밀도 분석 지원, 유기농 황기 생산·유통 협의체 구성 및 시제품 2종 제작 등의 성과를 도출하였다. 또한 우리도 약초 재배면적 확대를 위해 12시군에 참당귀 등 9작목의 우량종묘 15.3만주를 유상분양 하였고, 특용작물 우량종자 85kg을 7시군에, 고구마 2톤을 8시군에 보급하였다.

인삼

인삼 고년근 재배에 적합한 신품종을 육성하고자 6년근 대상 육성계통 60계통에 대한 특성을 평가하였으며, 금풍, 연풍 등 도내 적응 인삼품종에 대하여 총 83kg을 종자를 보급하였다. 철원, 원주 등 3시군에 병해충 예찰포를 운영하여 총 6회에 걸쳐 병해충 예찰 정보를 제공하였고, 토양 병원균 발생 양상을 구명하기 위해 춘천 등 3시군의 재배예정지 32개소의 뿌리썩음병 밀도 분석을 지원하였다. 인삼 수확 후 벼재배를 통한 담수처리 등 예정지 관리를 3년간 실시하고 인삼을 다시 재배하여 인삼의 생육 특성 검정 및 토양 내 뿌리썩음병 원인균 밀도 분석 등을 통해 재작기간 단축 가능성을 확인하였다. 인삼 정식 후 4년차에 인삼 근권부 분석에서 T4 처리(담수+미생물+양파재배)에서 토양병원균이 기준치 이상으로 검출되었다. 재작지에서의 출현율은 3년생이 되는 시기부터 모든 처리구에서 대조구인 초작지 대비 낮았으며, 지상부, 지하부 생육 모두 4년생 시기에서 크게 부진하였다. 대조구 대비 세근수에서도 모든 처리구가 크게 낮은 경향을 보였으며, 출현율과 생근중이 부진했던 T3 처리(담수+미생물)에서 세근수가 7.4로 크게 낮아 토양병원균 밀도의 영향 보다는 배수 불량에 의한 과습 등 토양 내 물리 환경이 더 큰 영향을 미친 것으로 판단되었다. 그러나 담수 처리에 의한 토양병원균 밀도 감소와 토양 미생물 상의 유연관계를 확인할 수 있었으며 이와 관련된 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

약용작물

황기 신품종 육성을 위해 선발된 20CW12-1-1 등 30 집단 중 지상부 생육이 부진한 5집단과 지하부 생육이 부진하고 병해 발생율이 높은 6집단을 폐기하여 최종 19집단을 선발하였다. 기후 변화에 대응하여 최근 재배한계지가 북상하고 있는 작약, 천궁을 도내 신소득작물로 개발하고자 홍천, 평창 등에 재배포장을 조성하여 도내 재배 적응성을 검정하였다. 작약과 천궁은 도내 생육 상황이 양호하였고, 고온기에 점무늬병과 탄저병의 발생정도는 3으로 나타나 지역별로 차이가 있으나 도내 신작목 개발의 가능성이 높은 것으로 예측되었다. 참당귀의 채종 효율 향상을 위한 적정 시설 유형에서 망사+차광 35%가 지상부 및 지하부 수량이 가장 높았으며, 재배 2년차 참당귀의 지표성분 총 함량은 4월 중순 수확 시 가장 높았고 추대기인 6월 중순에는 함량이 급격히 낮아졌다. 연차간 지상부 수확시기는 1년차에는 9월 중순, 2년차에는 5월 상순 수확이 유리하며,

지하부는 이듬해 봄 4월 중순부터 5월 상순까지 유리할 것으로 판단되었다. 참당귀 쌈채소용 새싹 생산은 원예용 상토에서 m^2 당 5g 파종 시 생육이 양호하였고 2회 수확이 가능하였으나 모래배지는 1회 수확만 가능하였으며, 펄라이트는 재배기간 중 수확이 불가능하였다. 참당귀 친환경 안전 생산을 위한 길항미생물 선발에서는 점무늬병의 병원균인 *Phoma* sp.에 대한 AGR-52 균주의 방제 효과가 인정되었다. 또한 참당귀 종자 안정생산 보급체계 확립 실증연구를 수행하였으며 현장애로기술 해결을 위해 컨설팅 12회, 산업체 조사 2개소, 실증연구 현장평가 4회 등 총 18건을 달성하였다. 소면적 약용작물인 만삼, 더덕 표준품종 개발을 위해 신규자원으로 도입된 더덕 9계통과 만삼 3세대 계통집단의 특성을 평가하였다. 황기의 유기재배 종합생산기술 체계 확립을 위해 재배지 환경 요인 및 현황 분석은 홍천 등 3시군에 4개소를 선정하여 고도, 경사, 토양 이화학성, 토양 내 미생물체량 등을 분석하였고 각 재배지의 주요 병해충 발생 양상과 피해도, 황기 생육 특성 및 수량 평가 등을 실시하였다. 황기 병해충 방제를 위한 유기농자재 선발에서는 진딧물 방제에 고삼 추출물, 흰가루병에는 마요네즈유가 가장 효과적이었다. 유기농 황기 기비용 농자재는 수피 60+축분 18+ 톱밥 9 등이 포함된 처리가 가장 우수하였고, 잡초방제는 전체 흑색비닐 멀칭 후 5월부터 7월까지 총 3회 손제초시 가장 경제적이었다. 강원 북부 고위도 지역에서 단삼 정식적기는 4월 상순, 수확시기는 11월 수확이 수량이 높아 유리할 것으로 판단되었다. 단삼 적품종 및 계통 선발에서 다산, 고산, 홍단 등 3 품종이 출현율과 건근수량에서 양호하였으나 품종 간 유의성은 없었다. 가시오가피의 안정적 공급을 위해 종자는 개화 후 90일에 채종하는 것이 좋았으며, 휴면타파 방법은 개갑처리가 노천매장보다 생존율이 높았다. 가시오가피 숙지삽은 전년도에 삽수를 채취하여 움저장 6개월 후 삽목 시 캘러스 형성률과 지근 발생수가 많고 생존율도 40.0%로 높게 나타났다. 가시오가피 수량증대를 위한 정지방법은 관행수형 대비 3주지형 수형관리가 수고, 수관이 컸으며, 생육 후기에 주지수, 경경에서 생육이 양호하였다. 주요 병해는 점무늬병이 5월 중순부터 발생하여 9월 중순에 피해가 가장 크게 나타났으며, 주요 충해는 끝검은말매미충, 애매미충은 5월에 발생하였으며, 진딧물은 8월까지 지속적으로 발생하여 개화기 화뢰에 주로 피해를 주었다. 금후 특화작물 산업화 기반 구축 및 재배농가 소득 제고를 위해 가시오가피 대량번식 기술 개발로 재배면적을 확대하고 안정적인 가공원료 공급체계를 확립할 계획이다.

버섯

버섯 분야에서는 느타리와 잎새버섯 우량품종을 육성하고, 육성품종에 대한 재배기술 관련 연구와 발효배지 활용 양송이, 표고버섯 재배기술에 대한 연구과제를 수행하였다. 잎새버섯 ‘다미’는 2022년 출원하여 2023년 품종보호등록(제9713호)되었고, 도내외 3개소 실증재배에서 수량성과 품질이 우수한 것으로 평가되었지만, 농가별 재배환경에 따른 차이가 발생하여 금후 재배기술에 대한 기술지도를 강화해야 할 것이다. 품질과 수량이 우수한 느타리 ‘강원20호’는 농가실증재배에서 봉지재배보다 병재배에 적합한 것으로 보였지만, 생육균일성 개선을 위한 최적 배지개발이 요구되었다. 통돌이발효기 활용 양송이 발효배지를 개발하고자 주재료로 밀짚펠릿 등 3종을 선발하였고, 발효방법에서는 살균(60도, 12시간), 후발효(50도, 3일), 숙성(45도, 2일)방법을 선발하였으며, 금후 봉지배양기술과 영양원 투입량 시험을 수행할 예정이다.

전략체계	안정 - 6 - 1		수행시기	전반기 (완결)	
기술분야코드	V1	기술유형코드	S02	작목구분코드	FC-03-0302
과제종류	기관고유		과제번호	LP000579	
과제명	두류 신품종 육성연구				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	임수정		농업연구관	강원특별자치도원 작물연구과	
연구기간	2005 ~ 2023		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 콩 신품종 육성			작물연구과	이지애	'99~계속
2) 팥 신품종 육성			작물연구과	임수정	'05~'23
색인용어	팥, 품종육성, 강안팥, 농가실증, 실용화				

ABSTRACT

The main project, which has been carried out since 2005, consists of superior red bean lines cultivation test, a regional adaptation test, a demonstration test of superior red bean lines, a test to improve the cultivation method of Gangan red beans, and a demonstration project for farmers. The selected red beans were named Gangan red beans. The breed was started in 2007, and the breed was registered in 2019 after going through the Gangwon 73/Gyeongwon Red Bean Combination, 2015~2016 productivity Test and 2017~2018 regional adaptation test. The main characteristics are finite neophytes and plural, and the seed coat has a reddish color. The maturity period is October 6th, and it is a mid-growing species, and it is a disaster-resistant variety with high adaptability to mechanization, and it is suitable for whole red beans, sediment, mixed with rice, and mixed with rice cakes. In addition, we developed a farmhouse cultivation method of Gangan red bean, which was the highest at 306.0kg/10a in high density cultivation (60×10cm) in late June, and the lodging rate was relatively low at 15.6%, so it was judged that mechanization work is possible. In addition, in high density planting (60×10cm) in early July, the lodging rate is 0% and the quantity is 282.8kg/10a, so the mechanization work is very good, but the maturity period is late until October 10th. In order to expand the early supply of Gangan red beans, two areas of red bean cultivation farmland were established. In both regions, sales were made through contract cultivation, so satisfaction was high, and although there was a slight difference in the unit price of sales, overall satisfaction was high, and they wanted education and consulting related to red bean cultivation in the future.

1

연구목표

팥(*Vigna angularis*)은 일년생 콩과작물로 우리나라, 중국, 일본 등 동북아시아에서 많이 재배된다(Rho et al.2003). 우리나라에서 팥은 두류 중 콩 다음으로 많이 재배되고 있으며, 콩보다 수량은 적으나, 기후와 토양 적응성이 좋아 다양한 작부체계에 이용될수 있다(Rho et al.2003). 2021년 우리나라 팥 생산량은 5,398톤, 재배면적은 4,318ha 정도이다. 팥은 열량이 337kcal 정도로 낮고(Hwang et al. 2005), 주로 팥앙금과 팥죽의 식재료로 사용되고 있으며 떡이나 과자, 빵 등의 식재료로도 사용되며, 최근에는 팥차, 팥음료, 천연색소로도 많이 개발되고 있는 실정이다. 현재 개발된 국내 팥품종은 20여종이며, 강원지역에서는 아라리(Song et al. 2016)를 주로 이용하고 있다. 본 과제는 강원지역에 맞는 도복에 강하고 기계화 수확이 용이한 품종을 개발하여 농가에 품종선택의 폭을 넓히고, 재배 안정성을 도모하고자 수행하였다.

2

재료 및 방법

<제2세부과제 : 팥 신품종 육성 연구>

2005년부터 수행한 본과제는 팥 우량계통 육성시험, 지역적응 시험, 우량계통 실증시험, 강안 팥 재배법 개선시험, 농가실증 사업으로 구성하여 수행하였다. 신규교배는 연간 5~10조합, F1~F7양성은 50조합 520~580계통 정도였고, 파종은 5월 상순~6월 중순, 재식거리는 60*10cm로 파종 하여 수행하였다. 생산력 검정시험은 GWAL 07022 등 7계통을 수행 하였다. 팥 자체 지적시험은 2017년부터 수행하였는데 강원 101호 등 5계통을 춘천, 영월에서 수행하였다. 2018년에는 삼척을 추가하여 수행하였다. 또한 선발된 강원 101호는 황성, 흥천, 인제에서 농가실증시험을 수행하였다. 기 선발된 강원 101호의 농가 적용을 위해 재배법 개선 시험도 수행 하였고, 품종등록 하였다. 품종등록된 강안팥은 2023년 흥천과 정선에서 실용화 사업으로 수행하였다. 생육 및 수량 조사는 농촌진흥청 표준조사법에 준하였다(RDA, 2003).

3

결과 및 고찰

<제2세부과제 : 팥 신품종 육성 연구>

(시험1) 팥 우량계통 육성시험

1년차 생산력 시험결과 07046는 도복에 강하고 백립중이 높으나 수량이 다소 낮으며, 07106호는 도복에 다소 강하고 중립중으로 195kg/10a로 수량성이 좋았다. 07212호는 백립중이 18.4g으로 매우 크나 수량성이 낮고 도복에 약하였다(표 1). 2년차에 07022와 07191호는 도복에 매우 강하며, 07046호와 07111는 도복에 저항성을 보이며 수량성도 양호하였다. 성숙기는 07102호가 빠르나 도복이 다소 심하며, 07046호는 대립의 특성을 보였다(표 2).

표 1. 우수계통 생산력 검정시험(2015, 1년차)

계통	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	절수 (개)	분지수 (개)	협수 (개)	립수 (개/협)	도복 (0~9)	Virus (0~9)	갈반병 (0~9)	백립중 (g)	수 량 (kg/10a)
07022	9.16	53	16	2.0	23	7	1	0	0	12.4	174
07046	9.22	57	16	3.8	29	6	0	0	0	16.8	165
07102	9.20	58	16	2.8	22	7	1	0	0	14.3	180
07106	9.20	61	15	3.2	18	7	3	0	0	14.3	195
07111	9.23	58	17	2.7	26	7	3	0	0	15.3	188
07191	9.15	49	16	1.8	22	7	3	0	0	12.1	143
07212	9.24	63	17	2.6	24	5	5	0	0	18.4	139
충주	9.25	62	16	2.7	22	6	5	0	0	13.5	183

표 2. 우수계통 생산력 검정시험(2016, 2년차)

계통	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	절수 (개)	분지수 (개)	협수 (개)	립수 (개/협)	도복 (0~9)	Virus (0~9)	갈반병 (0~9)	백립중 (g)	수 량 (kg/10a)
07022	10.04	51	20	4.1	49	8	0	0	0	12.4	328
07046	10.12	66	19	4.0	44	7	2	0	0	16.8	241
07102	09.28	49	16	2.2	32	6	5	0	0	14.3	121
07106	09.29	52	18	2.9	32	7	5	0	0	14.3	147
07111	10.10	57	19	3.6	44	8	3	0	0	15.3	306
07191	10.12	56	20	3.8	46	8	0	0	0	12.1	316
07212	10.06	72	19	2.6	40	6	5	0	0	18.4	180
충주	10.10	55	18	4.0	48	6	7	0	0	13.5	251

(시험2) 유망계통 지역적응 시험

춘천에서 강안팍의 개화기는 8월 16일로 가장 빨랐으며, 강원 104호가 8월 19일, 102호 8월 23일, 105호가 8월 27일 순이었다. 성숙기는 아라리팍이 9월 27일로 가장 빨랐으며, 강안팍과 강원 104호가 9월 29일, 강원 102호와 105호는 10월 4일 순이었으며, 경장은 강원 105호가 71.4cm로 가장 컸고, 102호가 66.9cm 순이었다. 협수는 강원 104호가 7.9개, 103호 7.8개로 많았으며, 협당 립수는 강원 105호가 35.7개로 가장 많고, 102호 24.7개, 105호

27.2개로 적었다. 도복정도는 강원 102호, 103호, 104호가 강하였으며, 백립중은 강원 102호 21g 강원 105호 20.5g으로 아라리팔에 비해 5-5.5g 더 무거웠다. 주당 종자무게는 강원 103호가 14.9g 로 가장 무거웠고, 104호가 14.5g였으며, 강원 102호와 105호는 13.6g으로 강안팔 13.8g와 유사하였으며, 수량은 강원 103호가 249kg/10a로 가장 많았고, 104호가 242kg였으며, 강원 102호와 105호는 227과 226kg으로 강안팔 230kg와 유사하여 백립중이 무거운 강원 102호와 105호는 수량도 강안팔과 유사하며 아라리팔에 비해 11-12% 많았다. 또한 1립무게가 무거워 품질이 우수한 계통으로 생각되었다. 그러나 숙기가 10월 4일로 7일 정도 늦어 파종시기로 숙기 조정이 필요할 것으로 판단되며, 수량은 강원 103호가 249kg으로 아라리팔에 비해 23% 많았으며, 백립중도 17.1g으로 아라리팔 16.5g으로 다소 무거워 양호한 계통으로 판단 되었다(표 3).

표 3. 춘천지역 유망계통 생육특성(2017~2019 평균)

품종 및 계통명	시험 년차	개화기 (월.일)	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	분자수 (개)	협수 (개)	립수 (개/협)	도복 (0~9)	백립중 (g)	주당 무게 (g/주)	수량 (kg/10a)	지수
아라리팔 (표준)	-	8.19	9.27	51.4	4.4	31.3	7.4	3	16.5	12.2	203	100
충주팔 (대조)	-	8.23	10.4	61.6	3.6	26.4	7.1	5	16.3	10.7	179	88
강안팔	-	8.16	9.29	58.8	3.7	35.0	7.6	1	15.6	13.8	230	113
강원102호	3	8.23	10.4	66.9	3.6	24.7	7.3	1	21.0	13.6	227	112
강원103호	3	8.26	10.3	62.8	4.3	34.0	7.8	1	17.1	14.9	249	123
강원104호	3	8.19	9.29	57.7	3.6	35.7	7.9	1	15.6	14.5	242	119
강원105호	3	8.27	10.4	71.4	3.2	27.2	6.3	3	20.5	13.6	226	111

* 파종시기 : 2019. 6. 24.

영월에서 백립중은 강원 102호가 16.4g 강원 105호가 16.6g으로 아라리팔에 비해 1.3-1.5g 더 무거웠으며, 주당 종자무게는 강원 103호가 11.7g로 가장 무거웠고, 104호가 11.5g 이었다. 수량은 강원103호가 195kg/10a로 가장 많았고, 104호가 191kg였으며, 강원 102호와 105호는 160과 141kg으로 강안팔 168kg와 유사하여 영월은 춘천과 경향은 유사하였으나, 전체적 수량성이 떨어지며 도복이 많았다(표 4).

표 4. 영월지역 유망계통 생육특성(2017~2019 평균)

품종 및 계통명	시험 년차	개화기 (월.일)	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	분지수 (개)	협수 (개)	립수 (개/협)	도복 (0~9)	백립중 (g)	주당 무게 (g/주)	수량 (kg/10a)	지수
아라리팔 (표준)	-	8.19	10.1	68.7	4.5	33.8	7.4	7	15.1	9.2	153.8	100
충주팔 (대조)	-	8.23	10.1	77.4	3.7	29.7	6.8	7	13.4	6.9	115.6	75
강안팔	-	8.16	10.1	87.2	3.4	26.4	7.6	3	13.2	10.1	168.1	109
강원102호	3	8.23	10.1	91.1	4.1	42.0	7.5	7	16.4	9.6	160.1	104
강원103호	3	8.26	10.1	75.5	4.9	29.8	7.4	7	14.0	11.7	194.8	127
강원104호	3	8.19	10.1	84.4	4.3	33.1	7.6	5	14.1	11.5	191.0	124
강원105호	3	8.27	10.1	82.0	4.7	31.3	6.4	7	16.6	8.5	141.0	92

* 파종시기 : 2019. 6. 21.

삼척에서 백립중은 강원 105호가 22.0g으로 가장 무거워 아라리팔에 비해 3.6g 더 무거웠으며, 주당 종자무게는 강원 103호가 11.8g로 무거웠고, 수량은 강안팔이 201kg로 강원 103호 197kg/10a와 유사하였다(표 5).

표 5. 삼척지역 유망계통 생육특성(2017~2019 평균)

품종 및 계통명	시험 년차	개화기 (월.일)	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	분지수 (개)	협수 (개)	립수 (개/협)	도복 (0~9)	백립중 (g)	주당 무게 (g/주)	수량 (kg/10a)	지수
아라리팔 (표준)	-	8.19	10.20	64.5	5.1	28.2	5.2	7	18.4	9.0	149.6	100
충주팔 (대조)	-	8.23	10.20	89.5	5.6	45.8	5.8	7	17.8	13.8	230.6	154
강안팔	-	8.16	10.20	86.8	5.0	33.2	5.0	3	16.9	12.0	200.6	134
강원102호	3	8.23	10.20	87.4	4.7	23.6	5.0	7	15.5	9.0	149.9	100
강원103호	3	8.26	10.20	84.2	5.6	38.3	5.7	7	17.4	11.8	196.8	132
강원104호	3	8.19	10.20	84.9	4.5	27.5	5.4	5	16.7	9.0	150.1	100
강원105호	3	8.27	10.20	89.5	5.8	23.9	4.7	7	22.0	7.1	118.8	79

* 파종시기 : 2019. 6. 20.



꽃모양



초형



종실



강안팍



충주팍



아라리팍

그림 2. 강안팍의 생육특성



생육중기



성숙기

그림 3. 강안팍 생육모습

(시험3) 우량계통 농가실증 시험

우량계통 지역적응 시험(2018)에서 선발된 강원101호(강안팍)의 적응성 검정을 위해 (2018~2021) 4지역에서 실증시험을 수행 하였고, 결과는 표 7과 같다. 강원 101호의 시범지역 생육은 횡성지역의 성숙기는 2018년 10월 8일, 2019년 9월 30일, 2021년 10월 1일로 약간의 차이가 있었다. 도북은 전지역에서 0~1로 조사되어 내도북성이 인정되었고, 수량은 248kg/10a~330으로 안정된 다수성 특징을 나타냈다.

표 7. 농가실증 결과(2018)

지역	개화기 (월.일)	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	분자수 (개/개체)	협수 (개/개체)	립수 (개/협)	도복 (0~9)	백립중 (g)	수량 (kg/10a)	비고
횡성	8.27	10.8	72.0	2.4	32.0	7.0	0	14.7	248	2018
횡성	8.14	9.30	65.8	4.2	33.4	9.2	0	14.0	329	2019
홍천	8.13	9.29	58.8	3.7	35.0	7.6	1	15.6	275	
횡성	8.10	10.1	53.0	3.5	26.0	5.0	1	15.0	329	2021
인제	8.12	10.5	58.0	4.9	43.0	7.0	1	15.0	330	

(시험4) 강안팍 재배법 개선시험

개화기는 강안팍이 아라리팍에 비해 6월 중순 파종은 7일, 6월 하순 파종은 4일, 7월 상순 파종은 1일 정도 빨랐으나, 성숙기는 품종 간 차이가 거의 없었다. 경장은 두 품종 모두 파종기가 빠를수록 길었으며, 밀식재배(60×10cm)가 가장 길었다. 협수는 아라리팍 6월하순 파종 소식재배(60×30cm)에서 45.6개로 가장 많았으나, 강안팍은 6월중순 파종 소식재배(60×30cm)가 39.8개로 가장 많았다. 도복율은 파종시기가 늦을수록 낮았으며, 밀식재배(60×10cm)일수록 높았다. 한편 6월중순 파종기에서 아라리팍의 도복율 90%이상으로 강안팍 28-83%에 비해 매우 높았으며, 6월 하순 파종기에서도 강안팍은 1.3-15.6%로 낮았다. 7월상순 파종은 두 품종 모두 도복되지 않았다. 백립중은 두품종 모두 파종시기가 늦을수록 다소 무거웠으며, 7월상 밀식재배(60×10cm)에서 무거웠으며, 아라리팍 백립중이 강안팍에 비해 약 1g 정도 무거웠다. 주당 종자무게는 6월하순 소식재배(60×30cm)가 가장 무거웠으며, 아라리팍 무게가 강안팍에 비해 약 1-4g 정도 무거웠다. 수량은 아라리팍이 6월중순 밀식재배(60×10cm)에서 307.5kg/10a로 가장 많았고, 강안팍이 6월하순 밀식재배(60×10cm)에서 306.0kg/10a로 가장 많았다. 결론적으로 아라리팍은 수량면에서 6월중순 밀식재배(60×10cm)에서 307.5kg/10a, 6월하순 밀식재배(60×10cm)에서 297.2kg/10a로 가장 많았으나 도복율이 95.6-97.5%로 매우 높아 기계화작업이 어렵고, 강안팍은 6월하순 밀식재배(60×10cm)에서 306.0kg/10a로 가장 많았고, 도복율이 15.6%로 비교적 낮아 기계화작업이 가능한 것으로 판단되었다. 또한, 7월상순 밀식재배(60×10cm)에서 도복율이 0%이며 수량성 282.8kg/10a로 기계화 작업은 매우 양호하지만 성숙기가 10월 10일로 늦은 편이었다(표 8).

표 8. 재식거리·파종기별 생육 및 수량 특성(아라리팔, 강안팔) 2019

품종	파종기	재식 거리 (cm)	개화기 (월.일)	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	절수 (개)	분지수 (개)	협수 (개)	립수 (개/협)	도복 (%)	백립중 (g)	주당 무게 (g)	수량 (kg/10a)
아라 리팔	6월중	60×10	8.19	9.26	66.8	15.9	4.2	29.9	7.7	95.6	12.0	9.2	307.5
		60×20	8.19	9.26	65.7	18.0	5.5	36.9	8.0	93.8	12.6	14.7	244.3
		60×30	8.19	9.26	63.8	18.6	5.5	40.2	7.6	65.3	13.5	15.3	170.5
	6월하	60×10	8.23	10.2	68.1	17.0	3.7	27.3	8.2	97.5	14.5	8.9	297.2
		60×20	8.23	10.2	59.7	17.7	5.5	44.7	7.6	60.0	14.3	13.2	219.9
		60×30	8.23	10.2	57.7	18.2	5.6	45.6	7.8	36.0	14.8	19.8	219.8
	7월상	60×10	8.26	10.7	46.1	14.4	2.0	18.7	7.1	0.0	16.5	7.5	248.9
		60×20	8.27	10.4	39.3	14.9	2.3	22.2	7.5	0.0	14.6	10.4	173.3
		60×30	8.27	10.4	36.0	14.7	2.9	25.2	8.0	0.0	13.6	12.2	135.8
강안 팔	6월중	60×10	8.12	9.26	77.1	19.1	4.4	29.7	6.9	83.8	12.3	8.1	270.2
		60×20	8.12	9.26	71.9	21.6	4.1	33.0	7.8	56.3	11.4	8.7	144.6
		60×30	8.12	9.26	72.2	22.6	4.3	39.8	6.7	28.0	12.2	15.2	168.7
	6월하	60×10	8.19	10.2	66.0	20.8	3.6	33.9	8.8	15.6	14.1	9.2	306.0
		60×20	8.19	10.2	62.5	21.0	3.8	28.9	8.3	6.3	13.7	12.7	211.5
		60×30	8.19	10.2	52.8	20.9	4.0	36.9	8.1	1.3	13.3	15.5	171.7
	7월상	60×10	8.26	10.11	48.1	18.7	0.7	16.6	9.1	0.0	15.3	8.5	282.8
		60×20	8.26	10.10	40.1	17.9	1.8	21.5	7.7	0.0	13.1	11.3	187.8
		60×30	8.26	10.10	32.3	17.3	2.0	23.1	7.9	0.0	12.8	9.6	107.1

(시험5) 강안팔 실용화 단지조성

강안팔의 조기보급 확대를 위해 조성한 팔 단지로 흥천과 정선을 선정 하였으며 경종개요는 표 9와 같다. 파종일은 6월 중·하순, 시비는 검정시비량, 재식거리는 70×15cm로 하였다.

표 9 강안팔 재배지역 및 경종개요

시험지역	파종일 (월.일)	시비량(kg/10a)			재식 거리
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
흥천 서석면 일원(9농가, 2.7ha)	6.17.~ 6.24.	4.2	5.2	5.8	70×15 cm
정선 남면 문곡리 등 1.5ha	6.17~19.				

정선지역의 평균수량은 259kg/10a로 흥천지역보다 60%가 많은데 이는 농가의 기술력, 토지 생산성에 기인한 것으로 판단된다. 두 지역 모두 판매는 계약재배로 이루어져 만족도가 높았고,

판매단가는 약간의 차이가 있었다. 농가의 차년도 요구사항은 재배교육 가공공장 유치 등이며, 전체적인 만족도는 높은 것으로 조사 됐다.

표 10. 지역별 생산성 및 농가반응

구분	홍천	정선
수량(kg/10a)	165(총 4.6ton)	256(총3.8ton)
판매량 실적	- 전량 계약판매 - 판매처: (주) 케덤	- 전량 계약판매 - 판매처: 아라리 파머스 → 경주빵
판매단가(천원/kg)	8,750(40,250천원)	7,500(28,500천원)
농가반응	재배관리 용이	기계화에 유리함(내도복, 착협고)
아쉬운점	수량변동, 기계수확 시 손실	수정불량이 다소 많음
요구사항	재배교육 및 컨설팅 ※궁극적으로 가공공장 유치 희망	재배교육(파종기, 적심 등)
차년도 계획	농가분양 요청 예정	시범사업 으로 추진계획



그림 4. 홍천지역 포장상황



그림 5. 정선지역 포장상황

(시험1) 팔 우량계통 육성시험

- 가. 1년차 생산력 시험결과 07046는 도복에 강하고 백립중이 높으나 수량이 다소 낮으며, 07106호는 도복에 다소 강하고 중립중으로 195kg/10a로 수량성이 좋았음
- 나. 07212호는 백립중이 18.4g으로 매우 크나 수량성이 낮고 도복에 약하였다음
- 다. 성숙기는 07102호가 빠르나 도복이 다소 심하며, 07046호는 대립의 특성을 보임

(시험2) 유망계통 지역적응 시험

- 가. 3지역 3년 성적을 종합한 결과 강안팔이 도복에 가장 강하였으며, 강원 104호 > 102 > 103 순이었음
- 나. 백립중은 강원 105호가 19.7g, 강원 102호가 17.6g으로 가장 무거웠음
- 다. 수량은 강원 103호가 214kg/10a로 가장 많았고, 104호가 194kg로 강안팔 200kg와 유사하였음
- 라. 강안팔은 2018년 출원 하였으며, 특성은 내도복, 내재해성 품종으로 기계화 적응성이 높고, 용도는 통팔, 앙금, 혼반 및 떡고물용으로 적당함

(시험3) 우량계통 농가실증 시험

- 가. 강원101호(강안팔)의 적응성 검정결과 강원 101호의 시범지역 생육은 횡성지역의 성숙기는 2018년 10월 8일, 2019년 9월 30일, 2021년 10월 1일로 약간의 차이가 있었음
- 나. 도복은 전지역에서 0~1로 조사되어 내도복성이 인정되었고, 수량은 248kg/10a~330으로 안정된 다수성 특징을 나타냈음

(시험4) 강안팔 재배법 개선시험

- 가. 강안팔의 재배법 확립을 위해 시험을 수행한 결과 6월하순 밀식재배(60×10cm)에서 306.0kg/10a로 가장 많았고, 도복율이 15.6%로 비교적 낮아 기계화작업이 가능한 것으로 판단됨

(시험5) 강안팔 실용화 단지조성

- 가. 흥천과 정선에서 수행한 단지조성 사업에서 두지역 모두 판매는 계약재배로 이루어져 만족도가 높았고, 판매단가는 약간의 차이가 있었음
- 나. 농가의 차년도 요구사항은 재배교육 가공공장 유치 등이며, 전체적인 만족도는 높은 것으로 조사 됨

5 인용문헌

농촌진흥청, 2003. 농촌진흥청 표준조사법.

Hwang CS, Jeong DY, Kim YS, Na jm, Shin DH, 2005. Effects of enzyme treatment on physiochemical characteristics of small red bean percolate. Korean J Food Sci Technol 37: 189-193.

Rho CW, Son S Y, Hong ST, Lee KH, Ryu IM, 2003. Agronomic characters of Korean adzuki beans. Korean J Plant Res16: 147-154.

Song SB, Ko JY, Woo KS, Choe ME, Kwa DY, Woo KS, Moon JK, Han SIK, Han WY, Choe ME, Ko Jc, Oh IS. 2016. A new small redbean cultivar ‘Arari’ with lodging resistance and high-quality. Korean J Breed Sci 51: 523-528.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2015(11년)	영농기술	아라리팥, 홍언팥 최적 파종시기 및 파종량
2016(12년)	영농기술	팥 콤바인 수확 시 탈곡 속도 및 급동 회전수
2019(15년)	품종등록	쓰러짐에 강하여 기계화 적응성이 우수한 팥 강안 육성
2019(15년)	영농정보	기계화 수확 가능한 “강안팥” 중북부 지역 적정 파종기 및 재식밀도

성과지표명		연도		17년차 (~2021)		18년차 (2022)		19년차 (2023)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
논문 게재	SCI										
	비SCI										
학술 발표	국제										
	국내	1	1							1	1
품종	출원	3	3							3	3
	등록	2	1		-					2	1
영농 활용	기술										
	정보	3	3							3	3
계통선발		8	8	1	1					9	9
홍보		17	17	1	1	1	1	1	1	19	19
계		34	33	2	2	1	1	1	1	37	36

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'21	'22	'23
과제책임자	작물연구과	농업연구관	임수정	과제 총괄			○
세부책임자	작물연구과	농업연구관	임수정	세부주관 수행			○
공동연구자	작물연구과	농업연구사	이지애	시험수행 지원	○	○	○
	작물연구과	농업연구사	김정호	시험수행 지원			○
	감자연구소	농업연구사	송윤호	시험수행 지원	○		
	작물연구과	농업연구관	박종열	계획 및 평가 지원			○
	연구협력과	농업연구관	김용복	계획 및 평가 지원	○	○	○
	산채연구소	농업연구관	고재영	계획 및 평가 지원	○		

전 략 체 계	안정 - 6 - 1		수행시기	세부완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	S02	작목구분코드	FC-04-0402, 0403, 0405
과 제 종 류	기관고유		과 제 번 호	LP001847	
과 제 명	잡곡 신품종 육성 연구				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	이지애		농업연구사	강원특별자치도원 작물연구과	
연구기간	2000 ~ 계속		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 잡곡 신품종 육성			작물연구과	이지애	'00~계속
2) 잡곡 재배기술 개발 및 특성평가			작물연구과	김정호	'20~'23
키 워 드	잡곡, 수수, 조, 기장, 황금찰2호, 특성평가				

ABSTRACT

This study was conducted to establish sorghum cultivation methods in the Gangwon region, utilizing the locally adapted variety, Hwanggeumchal 2ho. Hwanggeumchal 2ho, registered as a variety in 2020, is well-suited to the climate of Gangwon State and is a single-stem, multi-headed variety suitable for mechanized harvesting. Cultivation experiments were carried out in Chuncheon, Gangwon State, investigating the growth and yield characteristics of Hwanggeumchal 2ho according to planting time, planting density, and number of plants per hill. The trial results showed that planting in late June resulted in long stem lengths and significant variability, which would be highly unfavorable for mechanized harvesting. Therefore, planting in early June with a planting distance of 70×20 cm yielded stem lengths of 106 cm and stem thickness of 17.4 mm, facilitating mechanical harvesting, with a yield of 396 kg/10a, demonstrating excellent both in quantity and quality. Additionally, as the number of plants per hill increased, the yield also increased, but the risk of lodging also increased. Therefore, planting with 2 plants per hill yielded stem lengths of 131 cm and stem thickness of 10.8 mm, advantageous for mechanized harvesting, with a yield of 338 kg/10a, demonstrating excellent both in quantity and quality. Overall, it was concluded that the optimal cultivation method for Hwanggeumchal 2ho in the Gangwon region is planting in early June, with a planting distance of 70×20 cm, and planting 2 plants per hill.

1

연구목표

잡곡은 옥수수, 조, 수수, 메밀, 기장, 울무 등을 의미하며 불량환경에 대해 강한 내성을 가지고 있으며, 최근 건강에 좋은 먹거리에 대한 관심이 높아지면서 건강기능성 성분을 많이 함유하고 있는 잡곡의 소비가 점점 늘어나고 있는 추세이다.(kil et al. 2006)

잡곡 재배면적은 강원도의 경우 2022년 6,317ha 면적에서 30,740톤이 생산되었으며(통계청, 2023), 이중 수수는 477ha(7.5%) 면적에서 재배되고 있으며 생산량은 정확한 통계가 잡히지 않았고 매년 재배면적이 감소하고 있는 추세이다.(농림축산식품부, 2022)

수수의 재배면적이 감소하고 있는 이유로는 대부분 품종들의 키가 170cm 이상으로 기계화 수확이 어려워 인력수확에 따른 농가의 노동력 요구도가 높으며, 강우시 불임발생과 이삭곰팡이 병으로 인한 수량감소 등 품종보급 및 재배기술 확립의 부재로 보여진다.(Yun et al. 2019)

따라서 본 연구는 늘어나는 잡곡의 수요에 맞춰 강원지역의 수수 생산량 증대와 자급률을 높이고자 강원지역에 맞는 수수 재배기술 개발과 특성평가를 위해 수행되었다.

2

재료 및 방법

<제2세부과제 : 잡곡 재배기술 개발 및 특성평가>

(시험 1) 잡곡 유전자원 수집 및 특성평가

본 시험은 3년간('20~'22년) 잡곡(조, 수수, 기장) 유전자원을 수집하고 보유자원에 대한 생육 및 성분특성 등을 평가하여 잡곡자원 확보, 종자갱신 및 교배자원으로 활용하고자 하였다. 신규 자원은 농촌진흥청 씨앗은행에서 분양받았고, 유전자은행에 보유자원과 고세대 유망계통을 대상으로 생육특성, 수량성, 성분특성 등을 조사하였다. 생육특성은 농업기술원(춘천) 포장에서 검정하였고, 토양검정 후 비료사용처방에 따라 시비하였다. 5월하순~6월상순 128공 트레이포트에 파종하여 온실에서 14일 내외 육묘 후 정식하였고, 정식은 70×20cm, 1~2본/주 표준재배법으로 재배하였다. 또 수수 고세대 유망계통을 대상으로 배유, 향산화 특성을 평가하였고, 잡곡특성 자료를 데이터베이스화하였다.

(시험 2) 수수 재배법에 따른 생육특성 검토

본 시험은 수수 재배법 개선하고자 2023년 황금찰2호를 대상으로 농업기술원 시험포장(춘천)에서 수행하였고, 육묘 이식 재배를 위하여 6월 8일 128구에 파종하였으며 육묘 기간은 15일로 하였다. 6월 23일 정식하였으며, 재식거리 70×20cm 간격으로 1주 1본, 2본, 3본으로 정식하였다. 시험방법은 난괴법 3반복으로 수행되었으며, 시비량은 10a당 N-P₂O₅-K₂O로서 10-7-8kg로 사용하였다. 주요 조사 항목은 생육 및 수량 특성이었으며, 그 외의 조사는 농촌진흥청 연구조사 분석 기준에 의하여 실시하였다.

본 시험에서 수집된 데이터는 SAS enterprise guide(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 통계 프로그램의 PROC ANOVA procedure를 이용하여 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test, DMRT)을 통해 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다.

3 결과 및 고찰

<제2세부과제 : 잡곡 재배기술 개발 및 특성평가>

(시험 1) 잡곡 유전자원 수집 및 특성평가

조 신규·보유 자원의 자원수집, 종자갱신, 품종육성 등에 활용하고자 생육 및 수량특성을 조사하였다. 신규 10자원, 보유 16자원, 육성품종 10자원의 자원을 선정하였다(표1). 출수기, 간장 등 생육특성과 수량성을 비교하였을 때 삼다찰(주요품종)보다 출수기가 빠른 ISE1230 등 4자원, 단간형 06-SI-081 등 5자원, 수량성이 우수한 Akamochi 등 6자원을 확인하였다(표2). 수집자원에서 차조를 육성하기 위해서 청살미차조 등 7자원을 선발하여 품종육성에 활용하고자 한다.

표 1. 조 유전자원 수집 목록

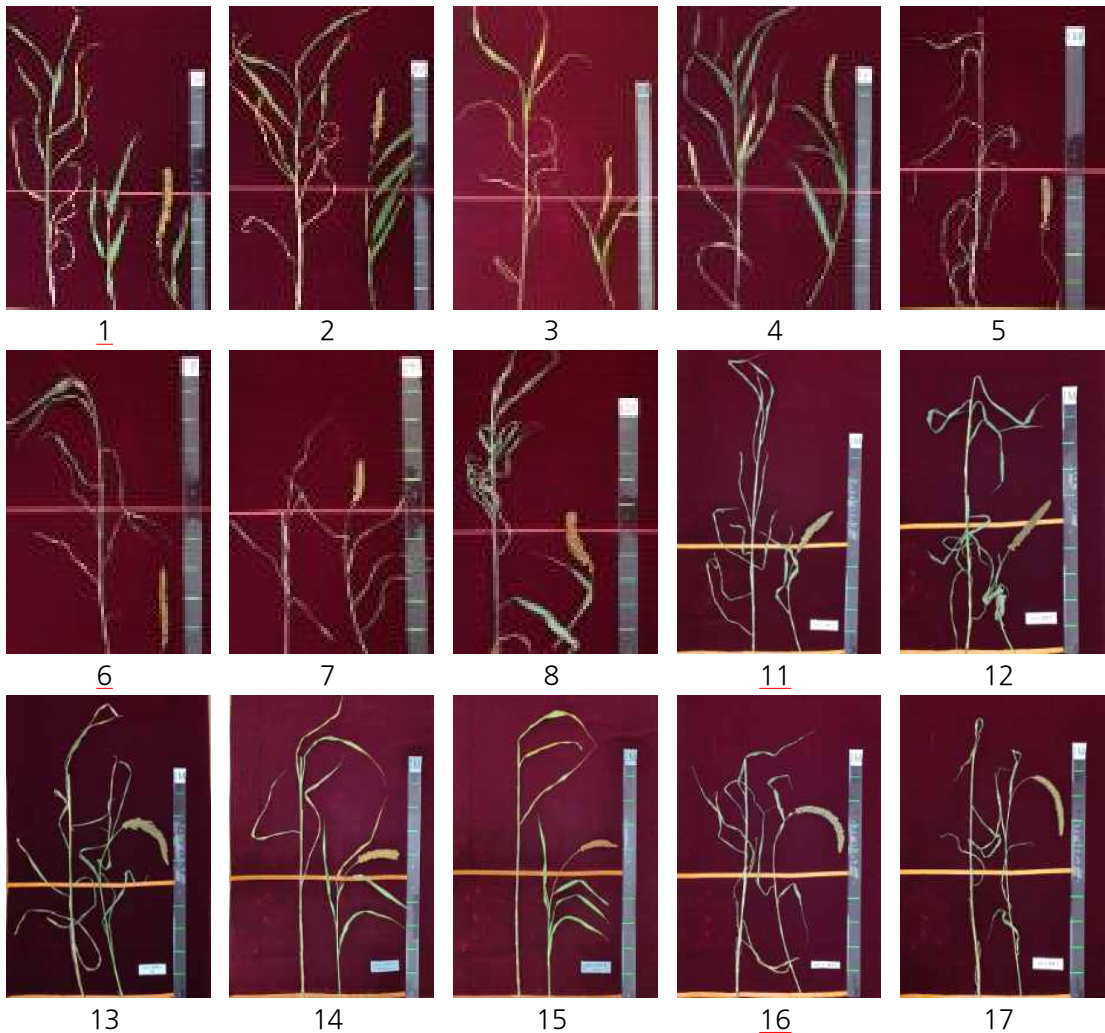
No.	IT번호 (임시번호)	학명	자원명	비고
1	153495	<i>Setaria italica</i>	ISE1230	'20년 분양
2	123847	<i>Setaria italica</i>	75001	"
3	123892	<i>Setaria italica</i>	I-SE774	"
4	252186	<i>Setaria italica</i>	107	"
5	153509	<i>Setaria italica</i>	ISE1266	"
6	283990	<i>Setaria italica</i>	06-SI-081	"
7	283741	<i>Setaria italica</i>	Heijoushu	"
8	285159	<i>Setaria italica</i>	Akamochi Awa	"
9	212948	<i>Eleusine coracana</i>	79	"
10	153454	<i>Eleusine coracana</i>	IE2303	"
11	(GT000151)	<i>Setaria italica</i>		'01년 수집
12	(GT000152)	<i>Setaria italica</i>		"
13	(GT000153)	<i>Setaria italica</i>	차조	"
14	(GT000154)	<i>Setaria italica</i>	옛억우꼬리차조	"
15	(GT000155)	<i>Setaria italica</i>	노란차조	"
16	(GT000156)	<i>Setaria italica</i>	파란차조	"
17	(GT000157)	<i>Setaria italica</i>		"
18	(GT000158)	<i>Setaria italica</i>	차조	"
19	(GT018510)	<i>Setaria italica</i>	청살미차조	'14년 수집
20	(GT018511)	<i>Setaria italica</i>	청차조	"
21	(GT018512)	<i>Setaria italica</i>	복슬황차조	"
22	(GT018513)	<i>Setaria italica</i>	강화조	"
23	(GT018514)	<i>Setaria italica</i>	개발차조	"
24		<i>Setaria italica</i>	정선차조 1	'17년 수집
25		<i>Setaria italica</i>	정선차조 2	"
26		<i>Setaria italica</i>	인제재래종(돌연변이)	"

No.	IT번호 (임시번호)	학명	자원명	비고
27		<i>Setaria italica</i>	황금조	육성품종
28		<i>Setaria italica</i>	대풍조	"
29		<i>Setaria italica</i>	경관 1호	"
30		<i>Setaria italica</i>	경관 2호	"
31		<i>Setaria italica</i>	다황메	"
32		<i>Setaria italica</i>	저황메	"
33		<i>Setaria italica</i>	단아메	"
34		<i>Setaria italica</i>	황미찰	"
35		<i>Setaria italica</i>	삼다메	"
36		<i>Setaria italica</i>	삼다찰	"

표 2. 조 유전자원 생육특성

No.	자원명	출수기 (월.일)	간장 (cm)	경태 (mm)	엽수 (개)	이삭수 (개)	이삭장 (cm)	이삭중 (g)	이삭당 중실중 (g/수)	수량 (kg/10a)
1	ISE1230	8.14	173	8	13	2	32	22	15	251
2	75001	8.21	170	8	13	3	22	15	10	171
3	I-SE774	8.21	145	6	11	6	24	9	6	98
4	107	8.21	176	8	12	3	29	19	14	235
5	ISE1266	8.4	123	8	9	2	23	24	12	193
6	06-SI-081	8.4	84	5	8	6	27	14	10	164
7	Heijoushu	8.7	106	6	8	2	16	13	9	143
8	Akamochi	8.19	129	8	11	2	24	27	18	300
9	79	-	51	14	24	-	-	-	-	-
10	IE2303	-	65	16	23	-	-	-	-	-
11	-	8.19	161	10	15	4	25	27	22	182
12	-	8.17	137	10	14	3	26	29	20	168
13	차조	8.18	176	10	15	6	33	30	24	200
14	옛이우고리차조	8.18	170	10	15	3	20	22	18	152
15	노란차조	8.18	152	10	29	4	20	20	17	145
16	파란차조	8.17	177	9	15	6	28	27	21	174
17		8.17	196	8	13	15	29	13	10	82
18	차조	8.19	194	11	15	3	28	27	22	187
19	청살미차조	8.19	107	9	15	2	23	27	22	180
20	청차조	8.18	142	8	12	8	36	36	30	248
21	북슬황차조	8.30	134	8	14	3	18	23	18	149
22	강화조	8.20	157	11	18	5	30	27	22	181
23	개발차조	8.17	137	10	15	4	27	31	24	203
24	정선차조 1	8.23	136	8	16	3	31	24	18	151
25	정선차조 2	8.24	144	8	16	2	32	19	14	114
26	인제재래종	8.27	196	14	13	6	24	29	24	199

No.	자원명	출수기 (월.일)	간장 (cm)	경태 (mm)	엽수 (개)	이삭수 (개)	이삭장 (cm)	이삭중 (g)	이삭당 중실중 (g/수)	수량 (kg/10a)
27	황금조	8.6	141	59	13	5	21	30	24	199
28	대풍조	8.10	134	10	13	2	27	32	25	212
29	경관 1호	8.17	137	8	15	2	27	35	28	233
30	경관 2호	8.19	140	9	14	4	31	15	9	74
31	다황메	8.13	144	9	16	1	27	39	33	272
32	저황메	8.17	148	11	14	2	31	44	36	296
33	단아메	8.5	87	8	11	2	21	21	16	134
34	황미찰	8.23	117	10	15	3	26	46	36	302
35	삼다메	8.20	120	10	16	4	27	40	33	277
36	삼다찰	8.20	113	9	16	3	32	39	32	264



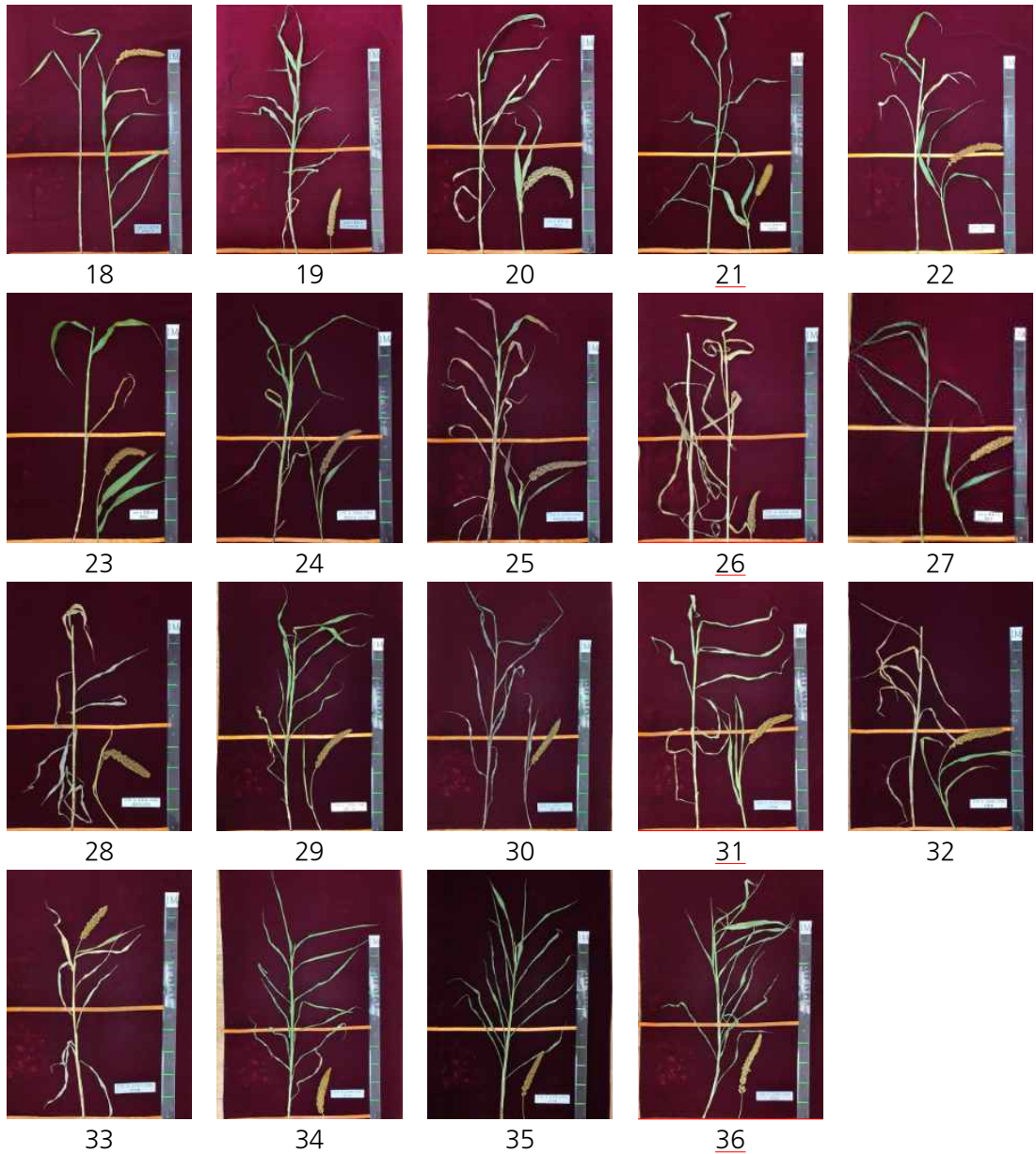


그림 1. 조 유전자원 초형

수수 유전자원은 신규 15자원, 보유 13자원, 육성품종 5자원, 고세대 8계통의 자원을 선정하였다(표3). 출수기, 간장 등 생육특성과 수량성을 비교하였을 때 단간형 IS13067 등 5자원, 대립종 KLS079429 등 7자원, 수량성이 우수한 DS003382 등 7자원을 확인하였다(표4). 키가 작고 수량성이 우수한 자원은 수수 신품종 육성을 위하여 교배 모·부본으로 활용하고자 한다.

표 3. 수수 유전자원 수집 목록

No.	IT번호 (임시번호)	학명	자원명	비고
1	143991	<i>Sorghum bicolor</i>	IS13067	'20년 분양
2	297221	<i>Sorghum bicolor</i>	200013-50	"
3	028580	<i>Sorghum bicolor</i>	KLS079429	"
4	028725	<i>Sorghum bicolor</i>	I.S.O.2059	"
5	109589	<i>Sorghum bicolor</i>	Me Susu	"
6	188266	<i>Sorghum bicolor</i>	CULUM AHMAR	"
7	201498	<i>Sorghum bicolor</i>	ACC418	"
8	320897	<i>Sorghum bicolor</i>	145	"
9	331875	<i>Sorghum bicolor</i>	08-SB-125	"
10	296714	<i>Sorghum bicolor</i>	DS 003382	"
11	104689	<i>Sorghum bicolor</i>	경북달성-1985-4689	"
12	103511	<i>Sorghum bicolor</i>	흰알수수	"
13	230295	<i>Sorghum bicolor</i>	S-76	"
14	331877	<i>Sorghum bicolor</i>	08-SB-128	"
15	331895	<i>Sorghum bicolor</i>	09-SB-033	"
16	(GT015827)	<i>Sorghum bicolor</i>		'06년 수집
17	(GT015828)	<i>Sorghum bicolor</i>	충남예산수집	"
18	(GT015829)	<i>Sorghum bicolor</i>	충북보은수집	"
19	(GT015830))	<i>Sorghum bicolor</i>	경북금릉수집	"
20	(GT015831)	<i>Sorghum bicolor</i>	전북남원수집	"
21	(GT015832)	<i>Sorghum bicolor</i>	강원명주수집	"
22	(GT015833)	<i>Sorghum bicolor</i>	전남신안수집-빗자루수수	"
23	(GT015834)	<i>Sorghum bicolor</i>	경북예천수집	"
24	(GT015835)	<i>Sorghum bicolor</i>	전북진안수집	"
25	(GT015836)	<i>Sorghum bicolor</i>	전남보성수집	"
26	(K201246)	<i>Sorghum bicolor</i>	378 B	'18년 분양
27	(K201248)	<i>Sorghum bicolor</i>	Wheatland	"
28	(K207834)	<i>Sorghum bicolor</i>	DS 003165	"
29		<i>Sorghum bicolor</i>	황금찰2호	육성품종
30		<i>Sorghum bicolor</i>	황금찰수수	"
31		<i>Sorghum bicolor</i>	소담찰	"
32		<i>Sorghum bicolor</i>	남풍찰	"
33		<i>Sorghum bicolor</i>	동안메	"
34		<i>Sorghum bicolor</i>	GWSG 201호	'22년생검
35		<i>Sorghum bicolor</i>	GWSG 202호	"
36		<i>Sorghum bicolor</i>	GWSG 203호	"
37		<i>Sorghum bicolor</i>	GWSG 204호	"
38		<i>Sorghum bicolor</i>	GWSG 205호	"
39		<i>Sorghum bicolor</i>	GWSG 206호	"
40		<i>Sorghum bicolor</i>	GWSG 207호	"
41		<i>Sorghum bicolor</i>	GWSG 208호	"

표 4. 수수 유전자원 생육특성

No.	자원명	출수기 (월.일)	간장 (cm)	이삭목 (cm)	경태 (mm)	이삭장 (cm)	이삭중 (g)	이삭당 종실중 (g/수)	천립중 (g)	수량 (kg/10a)
1	IS13067	8.11	68	5	15	18	32	29	28	240
2	200013-50	9.5	301	0	20	142	63	26	13	212
3	KLS079429	8.20	220	19	14	25	66	56	30	468
4	I.S.O.2059	8.18	94	31	16	24	40	34	36	287
5	Me Susu	8.10	175	39	11	22	27	23	27	192
6	CULUM	9.1	572	14	16	32	54	43	40	356
7	ACC418	9.3	98	0	18	25	50	42	25	347
8	145	8.13	144	26	9	17	23	19	31	154
9	08-SB-125	8.16	142	28	12	19	34	30	32	252
10	DS 003382	8.28	313	7	16	30	84	72	31	596
11	경북달성	8.12	190	31	12	34	33	22	26	184
12	흰알수수	8.9	146	35	7	27	24	17	30	141
13	S-76	8.22	276	23	12	39	51	42	33	352
14	08-SB-128	8.13	222	41	11	32	33	22	24	182
15	09-SB-033	8.22	292	37	13	40	44	38	28	314
16	-	-	398	13	20	-	-	-	-	-
17	충남예산수집	7.29	182	23	14	33	35	25	-	205
18	충북보은수집	8.23	336	8	21	40	68	70	-	587
19	경북금릉수집	8.25	347	11	22	40	89	54	-	448
20	전북남원수집	8.12	199	17	17	30	54	40	-	332
21	강원명주수집	8.19	298	4	22	37	101	77	-	638
22	전남산안수집	8.23	316	11	18	32	52	42	-	350
23	경북예천수집	8.16	339	35	18	35	46	32	-	266
24	전북진안수집	8.24	321	23	16	36	64	47	-	392
25	전남보성수집	8.23	328	17	17	34	47	33	-	276
26	378 B	8.17	97	8	20	23	79	54	-	447
27	Wheatland	8.16	81	13	23	26	62	41	-	340
28	DS 003165	8.23	370	7	22	39	84	65	-	542
29	황금찰2호	8.13	117	3	22	24	83	57	-	475
30	황금찰수수	8.17	139	4	24	27	121	82	-	680
31	소담찰	8.14	75	1	27	27	71	49	25	241
32	남풍찰	8.14	145	11	25	24	95	66	24	302
33	동안메	8.8	80	2	21	25	66	47	22	391
34	GVSG201호	8.12	100	13	24	23	84	62	28	278
35	GVSG202호	8.09	101	6	23	29	78	56	27	261
36	GVSG203호	8.10	109	9	21	27	80	54	26	265
37	GVSG204호	8.15	127	3	26	25	109	69	29	206
38	GVSG205호	8.09	131	7	23	29	78	58	26	237
39	GVSG206호	8.06	124	5	21	25	78	56	24	261
40	GVSG207호	8.07	128	6	20	25	76	55	23	253
41	GVSG208호	8.06	132	9	19	22	65	47	24	226

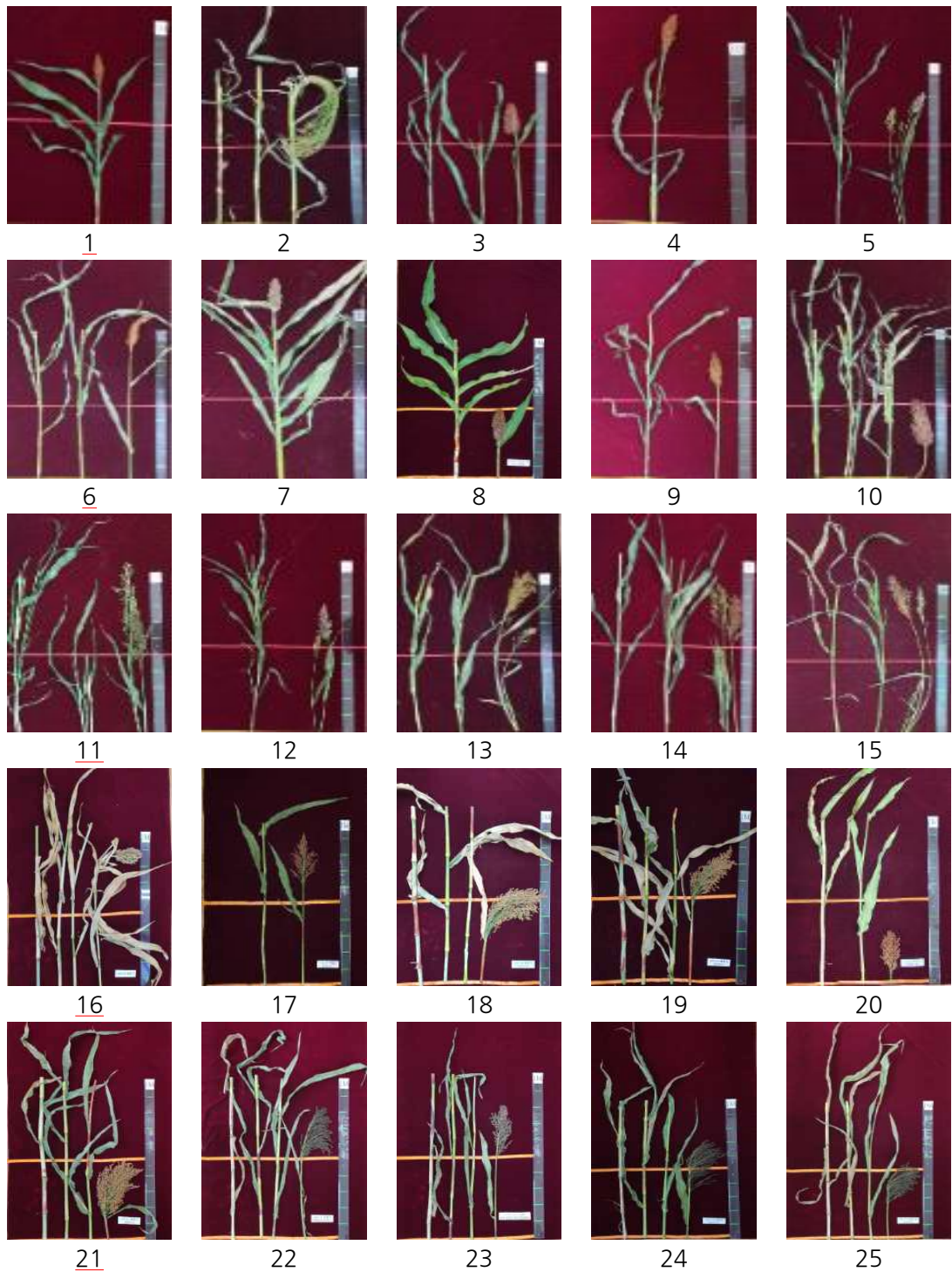


그림 2. 수수 유전자원 초형

기장 유전자원은 신규 11자원, 보유 11자원, 육성품종 5자원을 선정하였다(표5). 출수기, 간장 등 생육특성과 수량성을 비교하여 초단간형 082270 등 3자원, 단간형 I-32A 등 6자원, 수량성이 우수한 COL/IWATE/1990/MAFF/009 등 7자원을 확인하였다(표6). 수집한 자원은 데이터베이스화, 단·장기 보관하여 추후 신품종 육성에 활용하고자 한다.

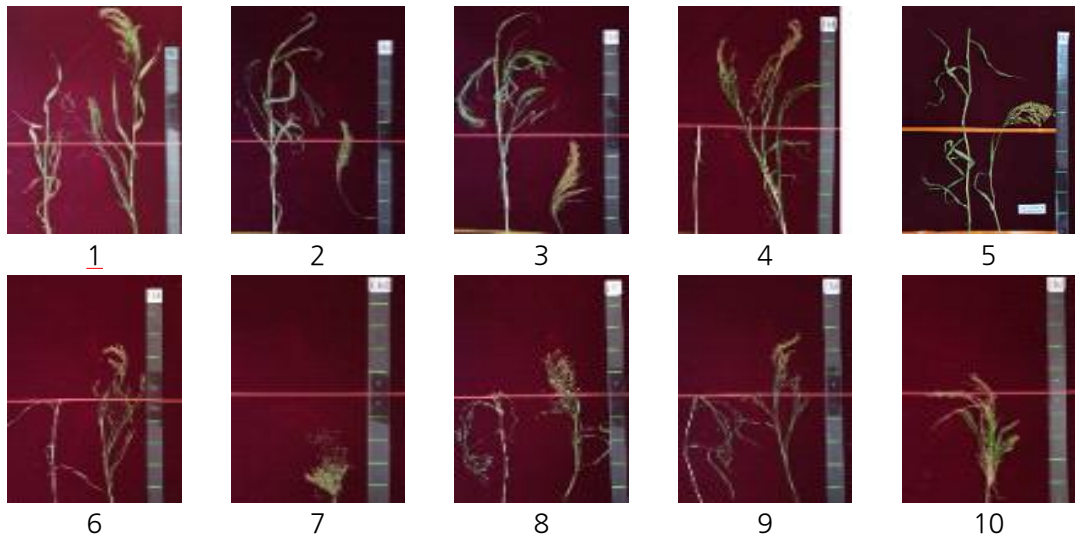
표 5. 기장 유전자원 수집 목록

No.	IT번호 (임시번호)	학명	자원명	비고
1	289468	<i>Panicum miliaceum</i>	2004	'20년 분양
2	297394	<i>Panicum miliaceum</i>	COL/IWATE/1990/MAFF/009	"
3	297397	<i>Panicum miliaceum</i>	COL/NEPAL/1984/1046	"
4	297389	<i>Panicum miliaceum</i>	COL/NEPAL/1985/8004	"
5	298974	<i>Panicum miliaceum</i>	Nuomi&meizi	"
6	123984	<i>Panicum miliaceum</i>	I-32A	"
7	198834	<i>Panicum miliaceum</i>	082270	"
8	123988	<i>Panicum miliaceum</i>	I-PM84	"
9	123985	<i>Panicum miliaceum</i>	I-43	"
10	297001	<i>Panicum miliaceum</i>	i9904	"
11	199331	<i>Panicum miliaceum</i>	Local	"
12	(GT016160)	<i>Panicum miliaceum</i>	충남대덕수집	'06년 수집
13	(GT016161)	<i>Panicum miliaceum</i>	충북보은수집	"
14	(GT016162)	<i>Panicum miliaceum</i>	충북중원수집	"
15	(GT016163)	<i>Panicum miliaceum</i>	전남해남수집	"
16	(GT016164)	<i>Panicum miliaceum</i>	충북괴산수집	"
17	(GT016165)	<i>Panicum miliaceum</i>	전남여천수집	"
18	(GT016166)	<i>Panicum miliaceum</i>	경북안동수집	"
19	(GT016167)	<i>Panicum miliaceum</i>	전남신안수집	"
20	(GT016168)	<i>Panicum miliaceum</i>	충남공주수집	"
21	(GT016169)	<i>Panicum miliaceum</i>	경북성주수집	"
22	(GT016170)	<i>Panicum miliaceum</i>	충북음성수집	"
23	314752	<i>Panicum miliaceum</i>	금실찰	육성품종
24	264156	<i>Panicum miliaceum</i>	만홍찰	"
25	326973	<i>Panicum miliaceum</i>	올레찰	"
26	264155	<i>Panicum miliaceum</i>	이백찰	"
27		<i>Panicum miliaceum</i>	황금기장	"

표 6. 기장 유전자원 생육특성

No.	자원명	출수기 (월.일)	간장 (cm)	경태 (mm)	엽수 (개)	이삭수 (개)	이삭장 (cm)	이삭중 (g)	이삭당 종실중 (g/수)	수량 (kg/10a)
1	2004	8.17	144	8	9	1	43	10	8	130
2	COL/IWATE/1990	8.12	114	7	7	2	45	11	9	150
3	COL/NEPAL/1984	8.14	106	8	8	3	45	13	9	143

No.	자원명	출수기 (월.일)	간장 (cm)	경태 (mm)	엽수 (개)	이삭수 (개)	이삭장 (cm)	이삭중 (g)	이삭당 중실중 (g/수)	수량 (kg/10a)
4	COL/NEPAL/1985	8.12	107	7	6	3	42	9	6	107
5	Nuomi	7.28	104	5	6	2	28	6	4	72
6	I-32A	8.11	101	4	7	4	31	6	4	69
7	082270	7.15	22	1	3	4	13	1	0	3
8	I-PM84	8.2	88	4	6	5	27	7	7	116
9	I-43	8.13	94	4	7	4	34	5	4	65
10	i9904	7.22	41	3	4	6	25	4	2	39
11	Local	7.15	23	2	2	4	9	1	0	4
12	충남대덕수집	8.9	159	9	11	9	41	13	9	157
13	충북보은수집	8.4	150	8	21	7	40	11	7	114
14	충북중원수집	8.9	169	8	9	12	51	11	8	138
15	전남해남수집	8.9	162	8	9	7	50	6	3	56
16	충북괴산수집	8.6	164	8	10	8	49	5	4	63
17	전남여천수집	8.17	169	9	10	15	39	15	11	187
18	경북안동수집	8.10	161	8	10	8	43	10	8	128
19	전남신안수집	8.9	156	8	10	6	43	5	2	33
20	충남공주수집	8.9	155	8	10	8	42	5	2	36
21	경북성주수집	8.9	163	17	11	8	40	12	9	144
22	충북음성수집	8.3	129	8	9	6	35	9	6	104
23	금실찰	8.16	132	9	10	1	38	15	12	193
24	만홍찰	8.16	115	8	9	1	30	13	9	153
25	올레찰	7.24	79	4	4	3	33	4	2	40
26	이백찰	8.20	131	8	9	1	37	12	10	161
27	황금기장	7.29	131	8	7	7	42	9	6	95



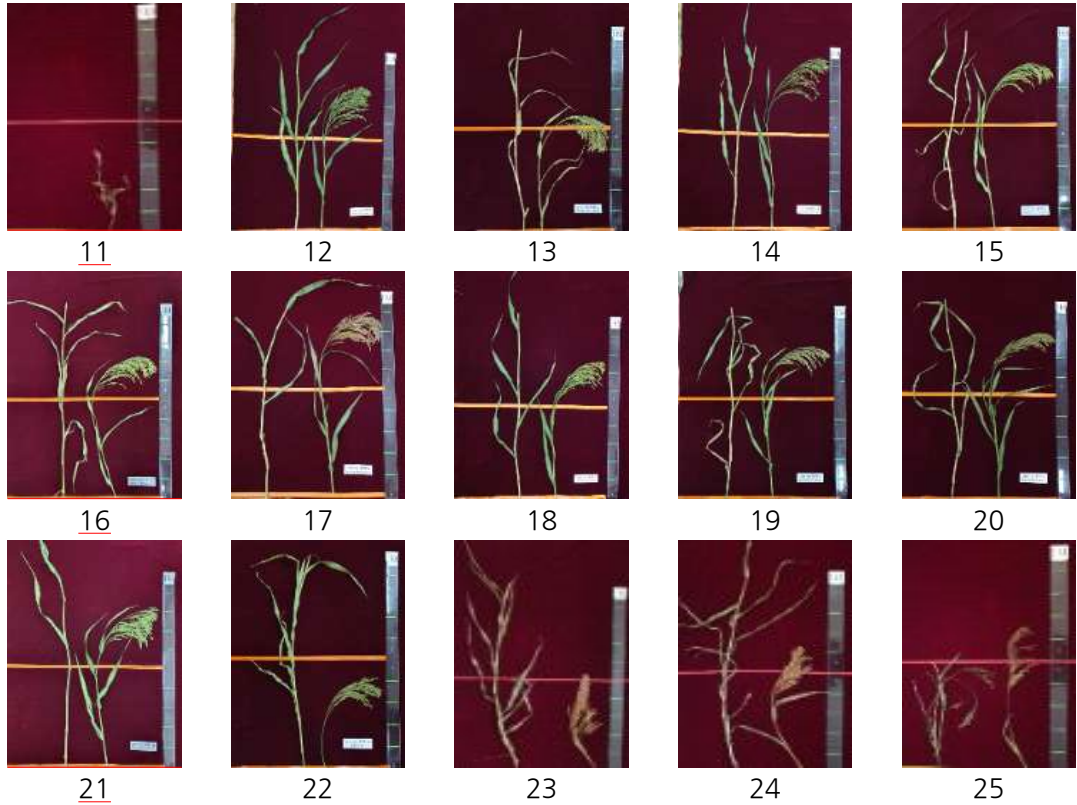


그림 3. 기장 유전자원 초형

수수 주요품종 및 고세대 유망계통을 대상으로 배유 및 향산화 활성도를 조사하였다(표7). 배유특성은 메성 1계통, 중간형 2계통, 찰성 5계통이었고, DPPH 소거능은 GWSG203호, GWSG204호, GWSG207호 순으로 활성이 높았다.

표 7. 수수 배유 및 향산화 활성도

No.	작목	자원명	배유특성	DPPH (%)
1	수수	소담찰	찰성	88
2		황금찰2호	찰성	68
3		남풍찰	찰성	72
4		동안메	메성	86
5		GWSG201호	중간형	66
6		GWSG202호	중간형	43
7		GWSG203호	찰성	78
8		GWSG204호	찰성	78
9		GWSG205호	메성	42
10		GWSG206호	찰성	56
11		GWSG207호	찰성	77
12		GWSG208호	찰성	60

(시험 2) 수수 재배법에 따른 생육특성 검토

주당본수에 따른 황금찰2호의 생육특성은 주당본수가 증가함에 따라 경태, 엽장, 엽폭, 이삭장, 이삭폭은 감소하였고 1본/3주 처리구에서 경태 9.2mm, 엽장 54.6cm, 엽폭 4.9cm, 이삭장 20.8cm, 이삭폭 37.7cm로 가장 작았다. 간장과 이삭목은 주당본수가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며 간장은 3본/주 처리구에서 138.1cm, 이삭목은 22.3cm로 가장 컸다.

주당본수에 따른 생육특성 차이(변이폭)는 엽수에서 0.6개(3%)로 가장 적었으며, 경태에서 5.1mm(36%)로 가장 크게 나타났으며, 주당본수에 따라 경태가 가장 크게 영향을 받는 것으로 나타났으며, 경태가 10mm 이하일 경우 도복이 증가하는 것을 볼 수 있다.

모든 처리구에서 간장은 콤바인 예취부 높이 170cm~180cm 이하로 기계화 수확에 문제 없으나 안정적인 기계화 수확을 위해서는 도복의 위험성을 낮추고 간장 높이 130cm 이내인 2본/주로 정식하는게 적합할 것이라고 판단된다.

표 8. 주당본수에 따른 생육특성

주당본수	간장 (cm)	경태 (mm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	이삭목 (cm)	이삭장 (cm)	이삭폭 (mm)	도복 (1~9)
1본/주	113.6c	14.3a	9.0a	64.8a	6.5a	14.8c	24.5a	47.6a	1
2본/주	131.2b	10.8b	8.4b	60.5b	5.5b	20.2b	22.1b	39.3b	1
3본/주	138.1a	9.2c	8.8ab	54.6c	4.9c	22.3a	20.8c	37.7b	3

※ 통계분석: Duncan's multiple range test(DMRT), $p < 0.05$

주당본수에 따른 황금찰2호의 수량성은 주당본수가 감소함에 따라 이삭중, 이삭당 종실중은 증가하였으며, 1본/주 처리구가 이삭중 48.2g/수, 이삭당 종실중 37.3g/수로 가장 높았다. 수량은 재식밀도와 이삭당 종실중을 이용하여 10a당 kg으로 환산하였고, 수량은 재식밀도가 가장 높은 1주 3본이 359.1kg/10a으로 가장 높았으며 주당본수가 감소하면서 수량은 떨어졌다.

위 시험결과를 종합해보면 수량을 높이기 위해서는 밀식(3본/주)하는게 유리하나 도복의 위험성도 같이 증가하고 간장도 길어지므로 기계화 수확에서 손실률을 줄이고 안정적인 수량을 확보하기 위해서는 2본/주 정식이 적당할 것으로 판단된다.

표 9. 주당본수에 따른 수량구성요소

주당본수	이삭수 (수/주)	이삭중 (g/수)	이삭당 종실중 (g/수)	천립중 (g)	수량 (kg/10a)
1본/주	1	48.2a	37.3a	22.0a	261.1
2본/주	2	29.5b	24.2b	22.4a	338.8
3본/주	3	20.3c	17.1c	23.8a	359.1

※ 통계분석: Duncan's multiple range test(DMRT), $p < 0.05$

<제2세부과제 : 잡곡 재배기술 개발 및 특성평가>

(시험 1) 잡곡 유전자원 수집 및 특성평가

- 가. 조 36자원을 수집 및 특성평가하여 우수자원을 선발하였고, 차조 육성을 위하여 7자원을 순계 분리하여 차년도 생산력검정시험에 상정하였다.
- 나. 수수 41자원을 평가하여 초단간, 다수성 우수자원을 선발하였고, 내도복, 기계화적응성 우수 신품종 육성을 위한 교배자원으로 활용할 예정이다.
- 다. 잡곡 유전자원의 특성을 데이터베이스화, 장·단기 보관하여 생물다양성을 확보하고 잡곡 연구에 활용하고자 한다.
- 라. 수수 주요품종 및 고세대 유망계통의 성분특성을 분석하였고, GWSG205호는 가공용 메수수, GWSG203호, GWSG204호, GWSG207호는 고향산화 수수 육성에 활용가능하다.

(시험 2) 수수 재배법에 따른 생육특성 검토

- 가. 주당본수가 증가함에 따라 경태, 엽장, 엽폭, 이삭장, 이삭폭은 감소하고 간장은 증가했다.
- 나. 엽수는 주당본수에 따라 일정한 경향을 보이지 않았으며, 처리구별 차이가 가장 적었다.
- 다. 주당본수가 증가함에 따라 이삭중, 이삭당 종실중은 감소하였으며, 수량은 증가하였다.
- 라. 천립중은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.
- 마. 2분/주 정식이 수량성과 품질이 우수하였고 간장이 작고 경태가 두꺼워 기계화 수확에 유리하다고 판단된다.

- Kil HY, Kim HY, Lee DW, Lee JG, Kim JK, Kim MJ, Cho DH, Chung IM, Kwak JG, Yu CY. Analysis of Biological Activity in accessions of Minor Grains. The Korean Society of Crop Science 2006 Apr. 01: 508-509
- Yun GS, Lee JW, Hwang SG, Kim IJ, Hong ST, Choe ME, Choi GH, Kim YS, Kim HS. 2019. 'Cheongpung' - Early maturing sorghum (*Sorghum bicolor* L.) variety with high yield and machine harvesting-adaptability. Korean J. Breed. Sci. 51(4):434-439
- Yoon ST, Jeong IH, Han TK, Kim YJ, Yu JB, YangJing, Ye MH, Baek SW, Kim KW. 2016.Evaluation of Crop Characteristics of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Germplasm for the Selection of Excellent Resources. Korean J. Plant Res 29(4):479-494

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2020(1년)	기초자료	잡곡 유전자원 수집 목록 작성
2021(2년)	기초자료	잡곡 유전자원 증식 및 특성 목록 작성
2023(3년)	기초자료	잡곡 기능성분 분석자료 DB화
2023(4년)	기초자료	수수 '황금찰2호' 주당본수에 따른 생육특성

성과지표	연도	1년차 (2020)		2년차 (2021)		3년차 (2022)		4년차 (2023)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
기초자료		1	1	1	1	1	1	1	1	4	4
자원수집 갱신등		30	45	30	30	-	-	-	-	60	75
계		31	46	31	31	1	1	1	1	64	79

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
					'20	'21	'22	'23
과제책임자	작물연구과	농업연구사	이지애	과제 총괄	○	○	○	○
세부책임자	작물연구과	농업연구사	김정호	세부주관 수행				○
공동연구자	작물연구과	농업연구관	임수정	자문 및 평가				○
	작물연구과	농업연구사	송윤호	시험수행 지원	○			
	작물연구과	공업주사	김성용	현장조사 지원	○	○	○	○
	작물연구과	농업연구관	박종열	자문 및 평가			○	○
	연구협력과	농업연구관	김용복	자문 및 평가		○	○	○
	산채연구소	농업연구관	고재영	자문 및 평가	○			

전 략 체 계	혁신 - 2 - 3		수행시기	완료	
기술분야코드	V1	기술유형코드	PO1	작목구분코드	IC-03-1901
과 제 종 류	기관고유		과 제 번 호	LP003663	
과 제 명	인삼 안정생산을 위한 친환경 병해 경감기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	이기욱		농업연구사	작물연구과	
연 구 기 간	2023 ~ 계속		참여연구기관		
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 토양병원균 밀도저감기술 개발 및 현장 지원 연구			작물연구과	이기욱	'18~'23
키 워 드	인삼, 친환경 방제, 밀도분석, 뿌리썩음병, 재작기간				

ABSTRACT

This study was conducted at the test field of the Ginseng and Medicinal Herb Research Institute (currently the Wild Vegetable Research Institute and Vegetable Experimental Station) located in Kimhwa-eup, Cheorwon-gun, Gangwon state. After harvesting ginseng, a three-year management of the planned site was carried out through rice cultivation and waterlogging treatment to shorten the replanting period. Ginseng was then replanted, and the possibility of shortening the replanting period was confirmed through the analysis of ginseng growth characteristics and the density of root rot pathogen in the soil. During the three years of planned site management, a small amount of *Cylindrocarpon destructans* below the standard was detected in the waterlogging treatment plots T1 and T4, but it was considered not to affect the replanting of ginseng, and it was not detected in other treatments. By the time the ginseng reached three years of age, in March, the T1 treatment group showed 33.9 copies/g, and in September, the untreated group (NC) showed concentrations below the standard, but it was not detected in other treatment groups, maintaining a stable level. In the fourth year, NC, T1, and T4 were detected below the standard in September, but a separate analysis of the ginseng rhizosphere showed that the pathogen was detected above the standard in the T4 treatment group. However, among the ginseng growth characteristics of each treatment group, the emergence rate from the time of reaching three years of age was lower in all treatment groups compared to the control, especially 20.2% lower in the T4 treatment group. Also, the

above-ground growth of all treatment groups was highest in NC and T2 based on the fourth-year period, followed by T4, T1, T3, but significantly poor compared to the control of the fourth-year original site. The below-ground growth characteristics were also significantly poor in the T2 treatment group, which had the highest fresh root weight of 25.2g, compared to the control of 36.1g. Among the below-ground growth characteristics, all treatment groups showed a significantly lower number of fine roots compared to the control, especially in T3 and T3 treatment groups, where the emergence rate and fresh root weight were poor, the number of fine roots was 7.4, significantly lower compared to the control of 59.5, suggesting that the physical environment within the soil, such as poor drainage and waterlogging, had a greater impact than the density of soil pathogens. However, through this study, it was possible to confirm the decrease in soil pathogen density and the flexible relationship in the soil microbial community due to waterlogging treatment, indicating the need for continuous research related to this.

1 연구목표

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 동일한 장소에서 다년간 재배하는 작물로서 고년근일수록 토양 병원균에 의한 뿌리썩음병 발생이 많아 6년근 인삼의 수확 비율은 50~70%로 낮으며 재작할 경우 2년생부터 뿌리썩음병 발생이 급증하여 연작 장애가 심하다(Lee et al., 2018). 인삼의 연작장애는 주로 *Cylindrocarpon destructans*와 *Fusarium solani* 등과 같은 토양전염성 병원균에 의한 뿌리썩음병으로 발생하는데 (Rahman and Punja, 2005; Kang et al., 2007), 이러한 병원균은 후막포자를 만들어 토양에서 10년 이상 생존하기 때문에 인삼을 수확한 후 10년 이상이 경과되어야 비로소 재작이 가능하며 (Kang et al., 2007), 농촌진흥청이 고시한 표준인삼경작방법(시행 2019. 8. 16.)에서도 돌려짓기를 할 경우 밭은 10년 이상, 논은 5년 이상 경과한 곳이 안전하다고 고시하고 있다. 그 동안 현장에서는 인삼 연작장애 극복을 위한 여러 시도가 있었는데 벼를 4~5년간 재배할 경우 토양전염성 병원균의 밀도를 낮출 수 있고 유기산 등 생육 억제물질 등을 씻어내는 효과가 있어 농가에서 주로 사용하고 있으나 이 역시 4년근 이상에서는 병원균 밀도 증가로 병 발생이 많아지는 단점이 있다(Jo et al., 1996). 이러한 이유로 여전히 인삼 재배 농가는 초작지 선호가 높으며 초작지를 찾아 먼거리를 이동하는 원정 재배는 농가 경영비 상승의 주요 원인이 되고 있다(이성우 등., 2020). 따라서 본 연구에서는 6년생 인삼을 수확한 포장을 대상으로 재작기간 단축을 위한 다양한 예정지 관리를 실시한 후 다시 인삼 재배를 실시하여 뿌리썩음병 발생 및 인삼 생육 특성, 토양 미생물상을 비교 분석하여 인삼 재작기간 단축 가능성을 확인하고자 실시하였다.

2 재료 및 방법

<제1세부과제 : 토양병원균 밀도저감기술 개발 및 현장 지원 연구>

(시험 1) 재작기간 단축을 위한 토양병원균 밀도 저감효과 구명

가. 포장 준비 및 시험 처리

본 연구는 강원특별자치도 철원군 김화읍에 위치한 강원특별자치도농업기술원 인삼약초연구소 (현 산채연구소 과채류시험장) 시험포장에서 2018년 3월부터 2023년 11월까지 수행되었다. 시험포장은 인삼 재배가 가능한 논토양으로 2017년에 6년생 인삼을 수확하였으며 인삼 수확 후 각 시험 처리 전 토양 화학성은 표 1과 같이 pH와 칼슘은 허용범위 이내였으나 염류 농도를 나타내는 EC와 유기물, 칼륨, 마그네슘은 허용범위보다 낮았다(표 2). 인삼 수확 후 재작기간 단축을 위한 처리 방법과 기간은 벼재배를 통한 담수 처리 등 5 처리로 총 3년간(표 1 및 그림 1, 2)의 처리 내용에 따라 반복하여 실시하였으며 각 시험 처리 후 인삼 재배는 1년간 상지에서 재배한 묘상을 칸당(90 cm × 180 cm) 63주 정식하였고 표준인삼경작방법에 준하여 재배하였다.

나. 토양 병원균 밀도 분석

시험 처리 후 인삼을 정식한 2021년부터 토양병원균 밀도 저감효과를 확인하기 위해 각 처리별 토양을 채취하여 농촌진흥청에서 개발한 인삼 뿌리썩음병원균 밀도 측정법(RDA., 2017)에 따라 토양 병원균 밀도 분석을 실시하였다. 먼저 토양 병원균 밀도 분석을 위해 각 처리구의 토양을 시기별로 5~7 지점에서 무작위로 채취하여 2 mm 체로 정선한 후 5 g을 라디시콜 선택배지(MM+50ppm) 10 ml를 첨가한 후 20 °C 항온기에서 2일간 진탕 배양하였다. 이 후 원심분리하여 상등액은 제거하고 동결 건조시킨 후 0.5 g의 토양 시료를 덜어내 DNeasy mini kit(Qiagen, Hilden, Germany)을 이용하여 제조회사의 지침에 따라 DNA를 추출하였다. 추출한 DNA 시료는 인삼 뿌리썩음병원균 동정용 primer를 포함하는 혼합액을 만들어 real time PCR(CFX96 real time system, Bio-Rad Inc., Hercules, CA, USA)을 수행하였으며 각 결과는 병원균 밀도 정량 곡선에 대입하여 토양 내 병원균 밀도로 표시하였다.

$$\text{copy No.} = \frac{Xng * 6.0221 * 10^{23} \text{ molecules/mole}}{(N * 660g/mole) * 1 * 10^9 ng/g}$$

※ X=ds DNA의 양(ng), N=dsDNA의 길이(bp)

다. 처리구별 토양미생물 군집 분석

3년간 각 시험 처리 후 인삼 정식을 완료하고 처리구별로 토양 내 미생물 군집 특성을 확인하기 위해 토양미생물 군집 분석을 실시하였다. 채취한 토양 시료의 Total Genomic DNA (gDNA) 추출은 FastDNA® Spin Kit (MP Biomedicals, Santa Ana, USA)를 사용하였으며 염기서열 증폭 (Polymerase chain reaction, PCR)은 ITS3(5'-TCGTCGGCAGCGTC-AGATGTGTATAAGAGACAG

-GCATCGATGAAGAACGCAGC-3') 과 ITS4(5'-GTCTCGTGGGCTCGG-AGATGTGTATAAGAGACAG-TCTCCGCTATTGATATGC-3') Primer를 사용하여 ITS2 region을 타겟으로 실행하였다. PCR 조건은 Initial denaturation: 95°C, 3min, Denaturation: 95°C, 30 sec (25 cycles), primer annealing: 55°C, 30 sec, Extension: 72°C, 30 sec, Final extension : 72°C, 5 min 이었다. PCR 산물은 1% 아가로스겔 전기영동으로 확인하였으며 Gel Doc 시스템(BioRad, Hercules, CA, USA)에서 시각화되었다. 증폭된 생성물은 CleanPCR(CleanNA, OmegaBioTek Inc., Winooski, VT, USA)을 사용하여 정제되었다. 같은 농도의 정제된 생성물을 모으고, CleanPCR 을 사용하여 짧은 단편 (비표적 생성물)을 제거하였다. 품질 및 생성물 크기는 Bioanalyzer 2100 (Agilent, Palo Alto, CA, USA)에서 DNA 7500 칩을 사용하여 측정하였으며 혼합된 amplicons을 모아 Illumina Miseq sequencing system(Illumina Inc., San Diego, CA, USA) 을 이용하여 분석하였다. raw read 처리는 Trimmomatic ver. 0.32(Bolger et al., 2014)을 사용하여 quality를 확인하고 25미만 저품질 read를 필터링하였으며 paired and sequence data는 기본 매개변수로 VSEARCH version 2.13.4(Rognes et al., 2016) 의 fastq_mergepairs 명령을 사용하여 병합하였다. 그리고 Myers & Miller³의 정렬 알고리즘을 사용하여 유사성 임계값 0.8로 primer를 잘라내었다. unique read는 VSEARCH의 derep_fulllength 명령을 사용하여 추출되었고, 중복되는 read는 unique read와 함께 군집화되었다. UNITE ITS database(Nilsson et al., 2019)는 VSEARCH의 usearch_global 명령을 사용하여 분류 체계 할당에 사용되었으며, 이후 더 정확한 pairwise 할당이 수행되었다. 키메라 read는 UCHIMEalgorithm(Edgar et al., 2011)과 UNITE non-chimeric ITS database를 사용하여 97% 유사수준 미만의 read중에서 제외되었다. 키메라 제거 후, UNITE 데이터베이스를 통해 종 수준에서 식별되지 않은 read (97% 미만 유사수준)는 편집되었고, 추가적인 OTUs를 생성하기 위해 de-novo 클러스터링을 수행하였으며 추가 분석에서 single reads(singletons)는 생략되었다. 다양성 지수와 바이오마커 탐색을 포함하는 이차 분석은 천랩 (Seoul, Korea)의 내부 프로그램으로 수행되었다.

라. 인삼 생육특성 조사

인삼 수확 후 3년간 시험 처리한 처리구별 인삼 생육 특성을 조사하기 위해 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA., 2012)에 따라 지상부 생육 특성은 6월 하순에, 지하부 생육 특성은 10월 하순에 조사하였으며 년생이 경과함에 따라 매년 동일하게 실시하였다.

마. 통계 분석

각 처리구 결과는 통계프로그램 SAS(version 9.2, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA)을 이용하여 DRMT(Duncan's Multiple Range Test) 5 % 수준에서 유의성을 검정하였다($p < 0.05$).

3 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 토양병원균 밀도저감기술 개발 및 현장 지원 연구>

(시험 1) 재작기간 단축을 위한 토양병원균 밀도 저감효과 구명

가. 시험 처리 기간 내 토양 이화학성 비교

6년근 인삼 수확 후 각 시험 처리 전 토양 화학성 특성은 표 1과 같이 pH와 칼슘은 허용범위 이내였으나 염류 농도를 나타내는 EC와 유기물, 칼륨, 마그네슘은 허용범위보다 낮았다. 그러나 각 시험 처리를 1년간 실시한 결과 토양 화학성 특성은 처리 전과 비교하여 담수 처리구인 T1과 T3, T4에서 EC 값이 낮아졌으며 담수 처리하지 않고 녹비작물인 수단그라스를 재배하고 미생물 처리한 T2 처리구는 유기물 함량이 무처리구인 NC에 비해 증가하였다(표 2).

표 1. 인삼 수확지 시험포장 구획 및 시험처리

구 분	처리 내용
NC	무처리
T1	담수(벼재배, 5~9월)
T2	미생물(바실러스 4월·10월)+수단그라스(5~9월)
T3	담수(벼재배)+미생물(10월)
T4	담수(6~8월)+미생물(9월)+양파(10~익년 6월)



그림 1. 인삼 수확지 시험포장 구획

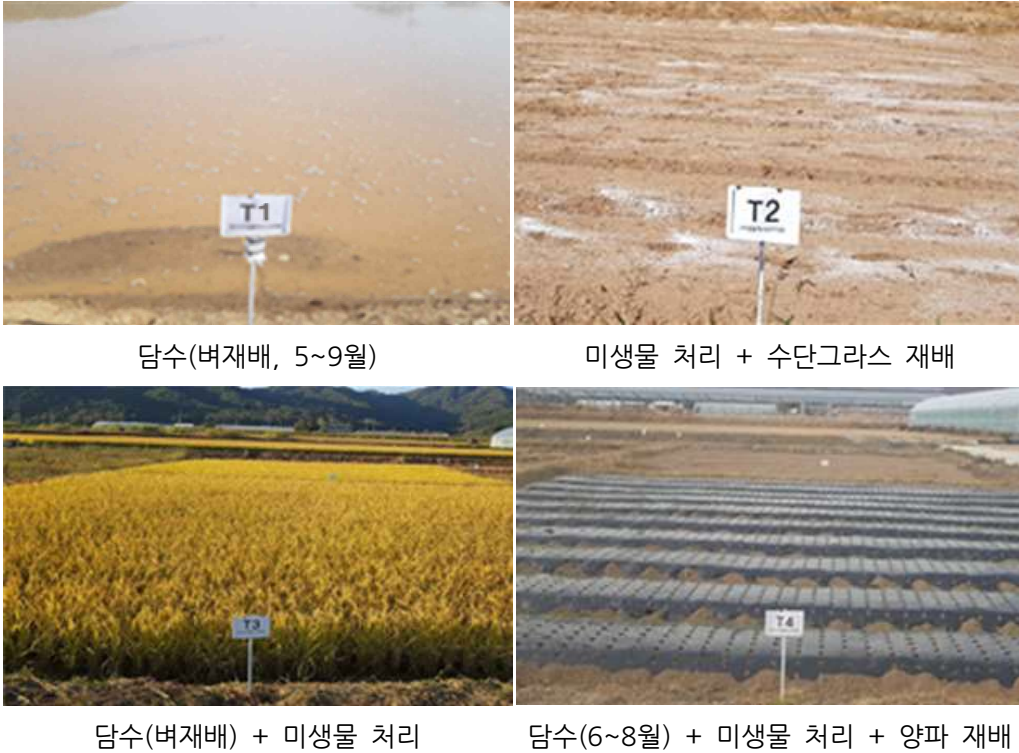


그림 2. 인삼 수확지 시험포장 구획 및 시험처리

표 2. 인삼 수확 후 시험처리 전과 처리 후 1년 경과 토양 화학성 특성 비교

구 분	pH	EC	SOM	Ca	K	Mg	Na
처리 전*	6.3	0.23	18.3	5.2	0.4	1.3	0.1
NC	6.4	0.20	19.7	4.9	0.5	1.2	0.1
T1	6.4	0.15	19.7	5.4	0.3	1.2	0.1
T2	6.4	0.24	22.4	5.3	0.5	1.3	0.1
T3	6.4	0.15	19.7	5.4	0.3	1.2	0.1
T4	6.6	0.18	15.1	6.0	0.4	1.3	0.1
허용범위**	6.0~6.4	0.50~1.00	20~30	5.0~6.5	0.60~1.00	2.0~4.0	0.15~0.2

* : 인삼 수확 후 각 시험 처리 전 토양 화학성(4월)

** : 표준인삼경작방법 [별표 2] 인삼 예정지 토양의 화학성 기준

각 시험 처리를 2년간 실시한 결과 처리구별 토양 화학성은 담수 처리구인 T1과 T3, T4에서 1년간 처리와 마찬가지로 EC 값이 낮아졌으며 수단그라스를 재배하고 미생물 처리한 T2 처리구는 유기물 함량이 무처리구인 NC에 비해 여전히 증가하는 경향을 보였다(표 3).

표 3. 인삼 수확 후 시험처리 전과 처리 후 2년 경과 토양 화학성 특성 비교

구 분	pH	EC (ds/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	Na
				cmol(+)/kg			
처리 전	6.3	0.23	18.4	5.3	0.5	1.3	0.1
NC	6.3	0.20	19.6	4.8	0.5	1.3	0.1
T1	6.3	0.16	19.8	5.5	0.4	1.3	0.1
T2	6.4	0.23	22.3	5.43	0.5	1.3	0.1
T3	6.4	0.16	19.6	5.4	0.4	1.2	0.1
T4	6.5	0.17	15.2	6.1	0.4	1.2	0.1
허용범위**	6.0~6.4	0.50~1.00	20~30	5.0~6.5	0.60~1.00	2.0~4.0	0.15~0.2

* : 인삼 수확 후 각 시험 처리 전 토양 화학성(4월)

** : 표준인삼경작방법 [별표 2] 인삼 예정지 토양의 화학성 기준

각 시험 처리를 3년간 실시하고 인삼 정식 전 토양 화학성에서는 pH 등 대부분의 항목에서 모든 처리구간 큰 차이를 보이지 않았으나 T3에서 칼륨이 다소 높은 경향을 보였고 NC와 T1, T2에서 인산 함량이 비교적 낮았다(표 4).

표 4. 3년간 시험 처리 후 인삼 정식 전 토양 화학성 특성 비교

구 분	pH	EC (ds/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅ (mg/kg)
				cmol(+)/kg			
NC	6.3	0.1	23	3.7	0.4	0.9	166
T1	6.4	0.1	23	3.9	0.4	1.0	180
T2	6.4	0.1	25	4.2	0.4	1.0	220
T3	6.3	0.2	24	4.6	0.7	1.1	340
T4	6.4	0.1	23	4.5	0.4	1.0	410
허용범위	5.0~6.5	1.0이하	10~30	3.0~6.5	0.3~1.0	1.0~4.0	100~400

나. 시험 처리 및 인삼 정식 후 년생별 토양 이화학성 비교

각 시험 처리 후 1년간 상자에서 재배한 묘삼을 정식하고 1년을 경과한 인삼 3년생부터 토양 화학성 특성을 분석한 결과에서 3년생과 1년이 경과한 4년생 모든 처리구가 분석 항목별로 허용 기준치 이내로 적합하거나 허용범위에서 크게 벗어나지 않았다(표 5, 6 및 그림 3, 4).

표 5. 인삼 3년생 토양 화학성 특성 비교

구 분	pH	EC (ds/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅ (mg/kg)
				cmol(+)/kg			
NC	5.6	0.61	24	3.8	0.5	0.98	176
T1	5.5	0.46	24	4.4	0.6	1.21	194
T2	5.9	0.51	26	4.5	0.7	1.07	249
T3	5.8	0.71	25	4.7	0.5	1.13	329
T4	5.7	0.91	23	5.2	0.5	1.24	385
허용범위	5.0~6.5	1.0이하	10~30	3.0~6.5	0.3~1.0	1.0~4.0	100~400

표 6. 인삼 4년생 토양 화학성 특성 비교

구분	pH	EC (ds/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅ (mg/kg)
				cmol(+)/kg			
T1	5.9	0.4	25	4.3	0.4	1.1	179
T2	6.1	0.2	32	4.1	0.3	0.9	205
T3	6.0	0.3	25	4.4	0.3	1.0	248
T4	6.0	0.4	21	4.9	0.4	1.0	352
NC	5.9	0.4	24	4.0	0.3	1.0	170
허용범위	5.0~6.5	1.0이하	10~30	3.0~6.5	0.3~1.0	1.0~4.0	100~400

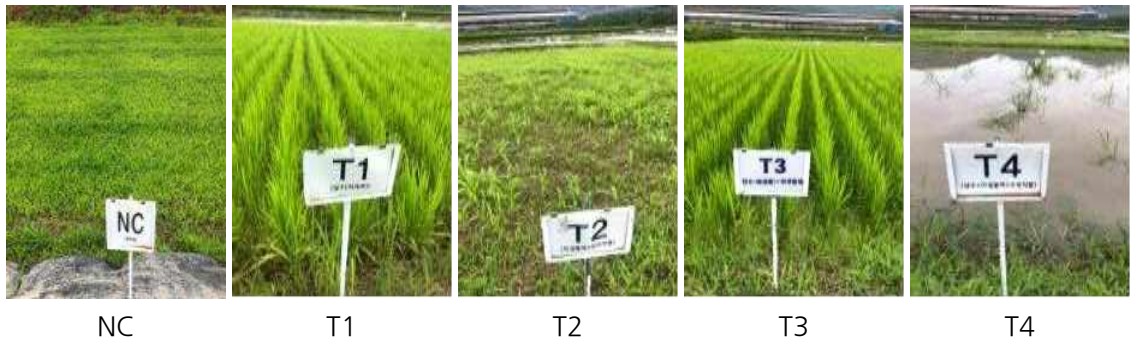


그림 3. 시험 처리 3년차 처리구별 포장 상황



묘삼 정식(4. 8.) 해가림시설 설치(4. 12.) 관수라인 설치

그림 4. 처리구별 묘삼 정식 및 해가림시설 설치

다. 시험 처리 기간 내 지온 변화

인삼 수확 후 각 시험 처리 기간 동안 지온 변화는 담수 처리구인 T1, T3, T4에서 평균지온이 대기온도와 비교하여 1~2℃ 낮았으나 담수 처리하지 않은 NC와 T2 처리구에서는 대기온도에 비해 1~3℃ 높았다. 또한 NC 처리구의 토양 깊이별로(표면 5cm, 25cm) 6~9월 중 평균지온 차이는 최대 2.6℃였으나, 담수 처리한 처리구에서는 1.1℃로 무처리구에 비해 비교적 균일한 온도 분포를 나타내었다. 각 시험 처리의 2년차에는 1년차와 비슷한 양상을 보였으나 T4의 경우 양파 수확 후 담수처리 기간(7-8월)에 지하수를 계속 공급하여 다른 처리구에 비해 2~5℃ 낮은 수치를 보여주었다(그림 5, 6, 7).

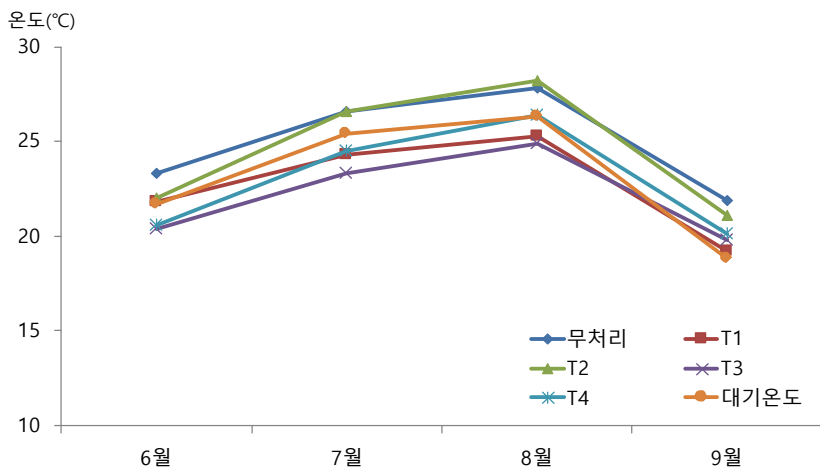


그림 5. 시험 처리 1년간 처리구별 지중온도 변화(토심: 25cm)

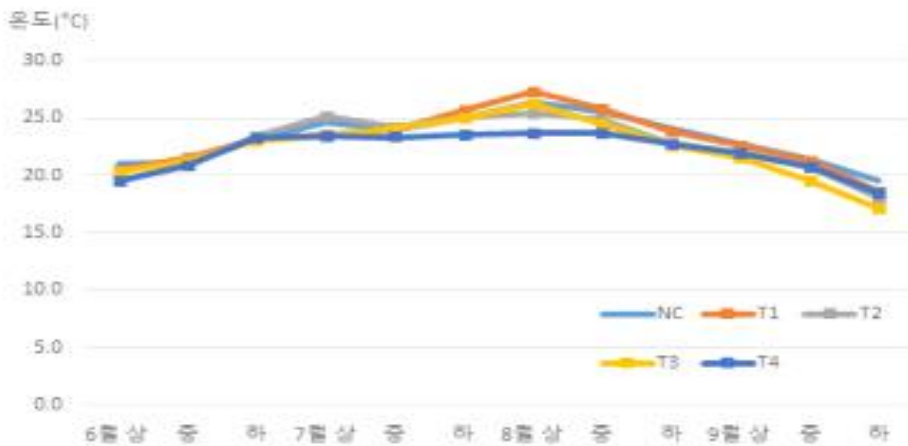


그림 6. 시험 처리 2년간 처리구별 지중온도 변화(토심: 25cm)

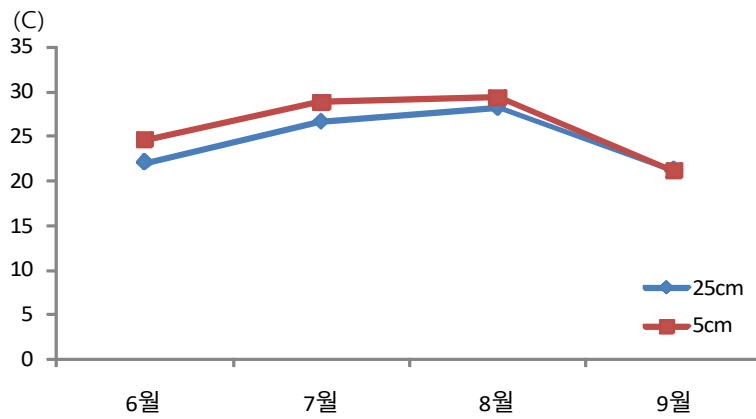
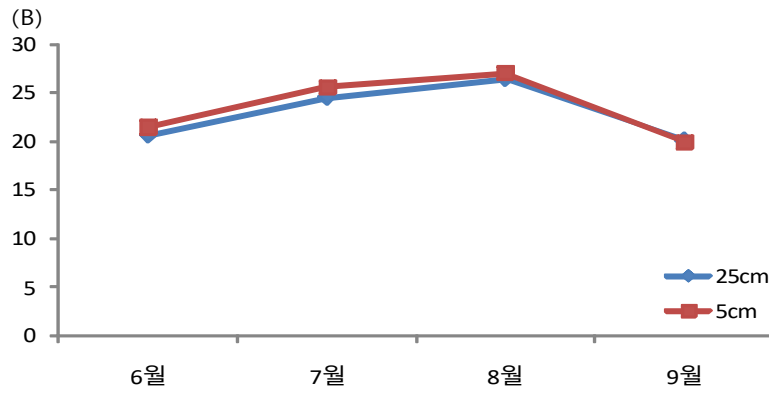
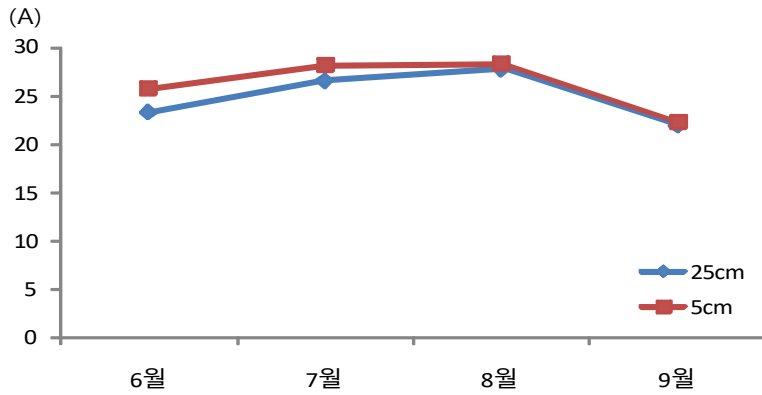


그림 7. 토양 깊이별 평균지온(A: NC, B: T1, C: T2)

라. 경제 작물 도입 및 생육 특성

인삼 수확 후 예정지 관리 기간 동안 농가 소득 확보를 위해 처리구 T4의 시험 처리로 도입한 양파 재배의 경우 (표 7 및 그림 8)과 같은 결과를 보였다.

표 7. T4 처리구 양파 구 특성

구 분*	구 경 (mm)	구 고 (mm)	구 중 (g)	인 편				분구율 (%)	열구율 (%)
				경도 (N)	당도 (Bx°)	개수 (개)	두께 (mm)		
대	79.3	82.2	240.2	1.85	7.51	8.3	4.3	0.0	0.0
중	66.2	71.7	146.8	1.74	7.17	8.0	4.1	0.0	0.0
소	58.3	66.4	103.7	1.48	7.96	7.5	3.9	0.0	0.0

* :대 200g 이상, 중 120-200g 미만, 소 80-120g 미만, 비상품과 80g 미만



그림 8. 양파 수확 및 특성 조사

마. 시험 처리 기간 내 뿌리썩음병 원인균 밀도 변화

인삼 수확 후 시험 처리 전 토양 내 뿌리썩음병 원인균 밀도는 *Fusarium solan*의 경우 0.24 CFU/g 수준이었으며 각 시험 처리를 1년간 실시한 후 밀도는 0.19~0.28 CFU/g로 큰 변화를 보이지 않았다(그림 9). 시험 처리 2년차에서는 *F. solan*의 밀도가 담수 처리구에서 낮은 경향이었으며(그림 11), *F. solan*와 함께 주요 인삼 뿌리썩음병 원인균인 *Cylindrocarpon destructans*의 밀도가 NC에서 77.4 Copy/g 였으나 처리구 T3에서는 33.7 Copy/g로 약 58%가 감소하였다(그림 10). 시험 처리 3년차에도 담수 처리구인 T1, T3, T4에서 *F. solan*의 밀도가 낮은 경향을 보였다(그림 12). 3년간 시험 처리를 완료하고 인삼을 정식하기 전 각 처리구의 뿌리썩음병원균 밀도에서는 담수 처리구였던 T1과 T4에서 기준치 이하의 *C. destructans*가 소량 검출되었으나 인삼 재작에는 영향이 없을 것으로 판단되는 수치였고 그 외 처리구에서는 검출되지 않았다(표 8). 인삼 정식 후 3년생 처리구별 뿌리썩음병원균 밀도에서는 T1 처리구의 3월 토양 시료에서 33.9 copy/g으로 뿌리썩음병 원인균이 기준치 이하로 검출되었고 9월에 실시한 분석에서는 무처리구인 NC에서 기준치 이하의 농도로 검출되었다(그림 13). 그 외 처리구에서는 검출되지 않았다. 인삼 정식 후 4년생 처리구별 뿌리썩음병원균 밀도에서는 9월 분석시 NC, T1, T4에서 기준치 이하로 검출되었으며 인삼 근권부를 별도로 분석한 결과에서는 T4 처리구에서 기준치 이상의 병원균이 검출되었다(표 9).

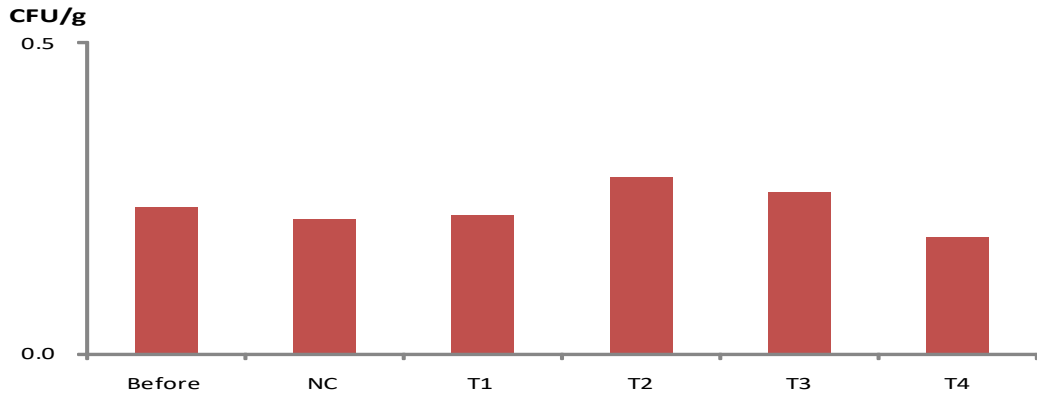


그림 9. 1년간 시험 처리 후 처리구별 토양 내 뿌리썩음병 원인균(*Fusarium solani*) 밀도 (Before: 시험 처리 전(4월), 그 외: 각 시험 처리 후(10월))

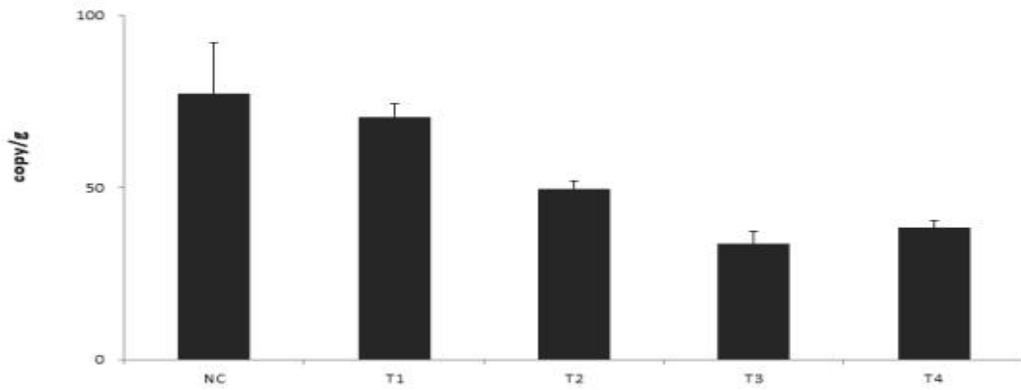


그림 10. 2년간 시험 처리시 처리구별 토양 내 병원균(*Cylindrocarpon destructans*) 분석

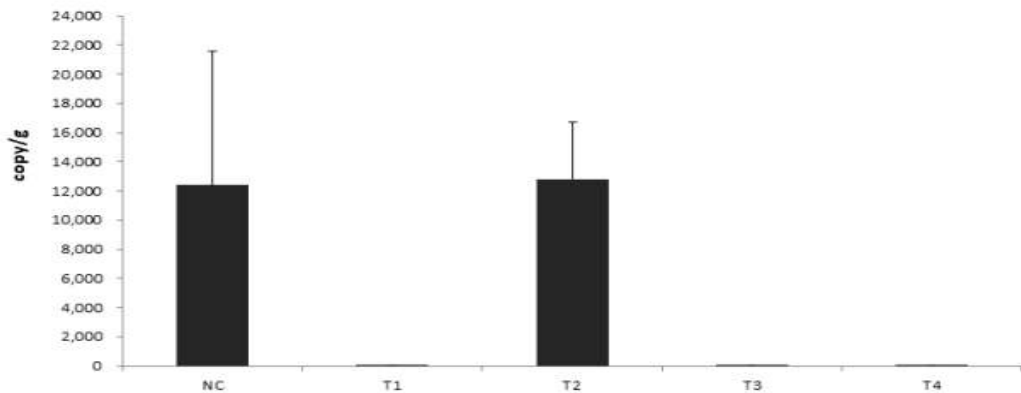


그림 11. 2년간 시험 처리시 처리구별 토양 내 병원균(*Fusarium solani*) 분석

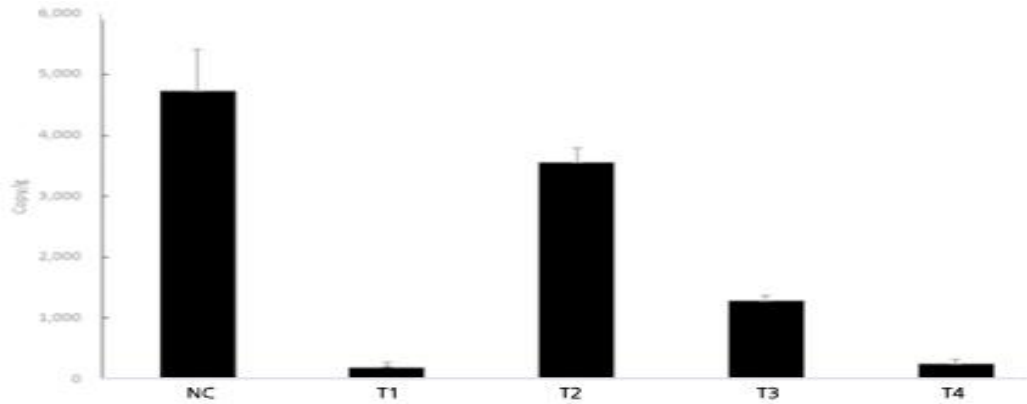


그림 12. 3년간 시험 처리시 처리구별 토양 내 병원균(*Fusarium solani*) 분석

표 8. 인삼 정식 후 인삼 2년생 처리구별 토양병원균 밀도 분석 결과

처리구	FAM ^X Copy ^Z /g		
	3월	6월	9월
NC	ND ^Y	ND	ND
T1	ND	ND	1.95E+01
T2	ND	ND	ND
T3	ND	ND	ND
T4	1.87E+00	ND	ND

X: *Cylindrocarpon destructans* 검출 필터, Y: Not detective

Z: DNA의 양을 나타낼 때 쓰는 단위, 1.00E+02 copy/g 가 기준치 농도임

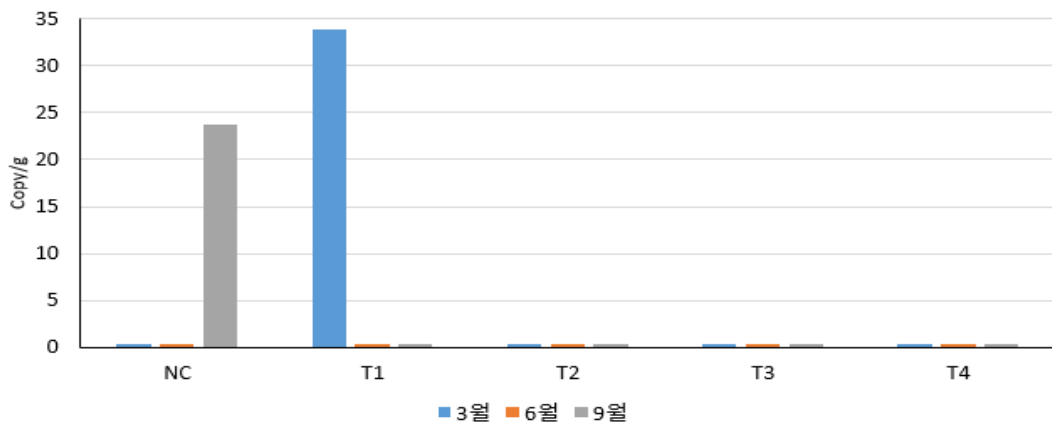


그림 13. 인삼 정식 후 인삼 3년생 처리구별 토양 내 병원균(*Cylindrocarpon destructans*) 분석

표 9. 처리구별 토양병원균 밀도 추이(3년근→4년근, 2022-2023)

(단위: Copy*/g)

구 분	2022년(3년생)			2023년(4년생)			
	3월	6월	9월	3월	6월	9월	9월(근권)
T1	33.9	ND	ND	ND	ND	35.8	1.4
T2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.7
T3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11.4
T4	ND	ND	ND	ND	ND	2.4	2.7E+07
무처리	ND ^Y	ND	23.8	ND	ND	95.4	1.8

*copy No. = $\frac{Xng \cdot 6.0221 \cdot 10^{23} \text{ molecules/mole}}{(N \cdot 660g/mole) \cdot 1 \cdot 10^9 ng/g}$, ※ X=ds DNA의 양(ng), N=dsDNA의 길이(bp)

X: DNA의 양을 나타낼 때 쓰는 단위, 1.00E+02 copy/g 가 기준치 농도

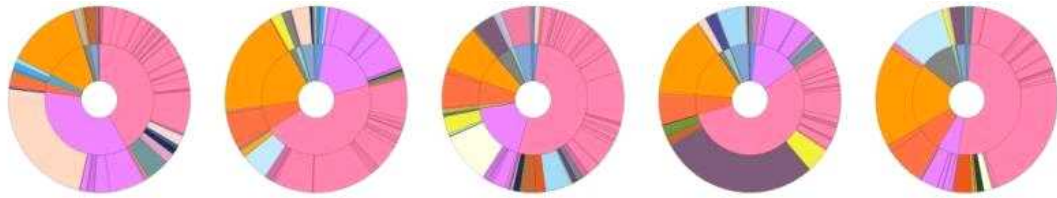
Y: Not detective(검출되지 않음)

5. 인삼 정식 후 처리구별 토양미생물 군집 특성

각 처리구의 인삼 정식 후 처리구별 미생물 군집 특성을 확인하기 위해 인삼 3년생부터 토양 미생물 군집 분석을 실시한 결과(표 10), 인삼 3년생 시기에서 종 다양성은 무처리구인 NC 및 T2에 비해 담수 처리한 T1, T3 및 T4 처리구에서 낮게 분포하였고(그림 14, 15), 특히 담수 처리구 중 벼 재배 처리구 T1과 T3에서 뚜렷하게 낮은 분포를 보였다(그림 15). 또한 뿌리썩음병 원인균인 *Cylindrocarpon destructans*와 *Fusarium solani*의 분포 차이도 확인할 수 있었다(그림 16, 17, 18, 19). 인삼 4년생 시기에서는 토양 미생물 중 세균 군집에서 T2와 무처리구인 NC가 가까운 유연관계를 형성하고, T1, T3, T4가 가까운 유연관계를 보였는데 이들은 각각 담수와 비담수 처리라는 특성을 보였다(그림 20, 21).

표 10. 인삼 뿌리썩음병 원인균 *Cylindrocarpon destructans* 계통학적 분류

구 분	분 류
문(Phylum)	<i>Ascomycota</i>
강(Class)	<i>Sordariomycetes</i>
목(Order)	<i>Hypocreales</i>
과(Family)	<i>Nectriaceae</i>
속(Genus)	<i>Ilyonectria</i>
종(Species)	<i>Ilyonectria destructans</i>



NT

T1

T2

T3

T4

그림 14. 처리구별 인삼 2년생 토양미생물 분포 비교

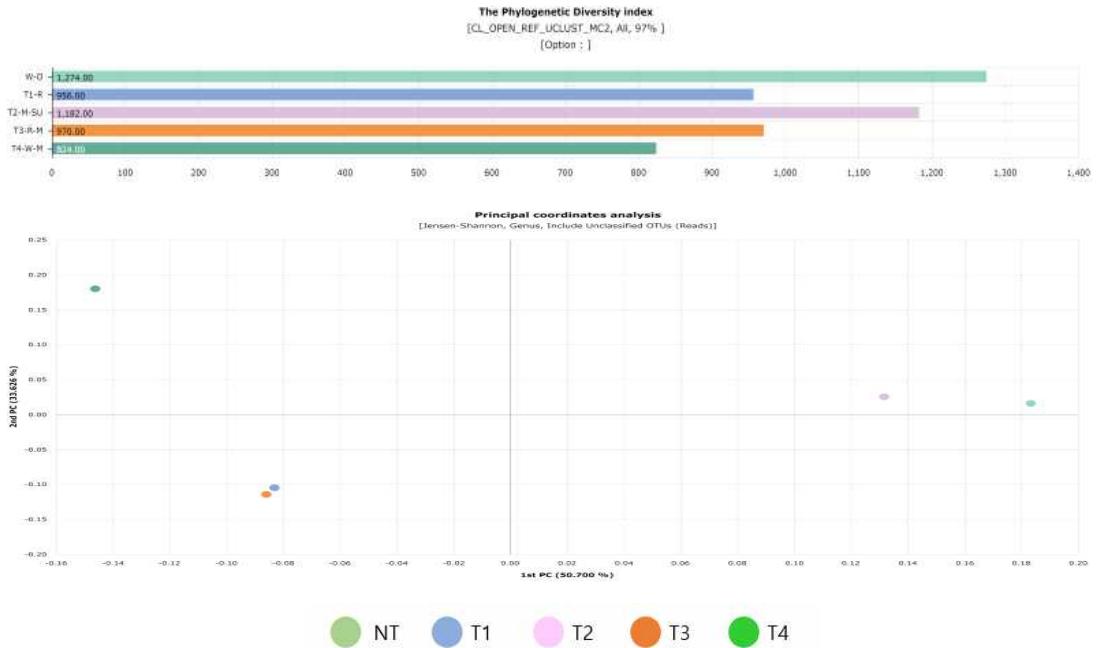


그림 15. 처리구별 인삼 2년생 토양미생물 종 다양성 비교

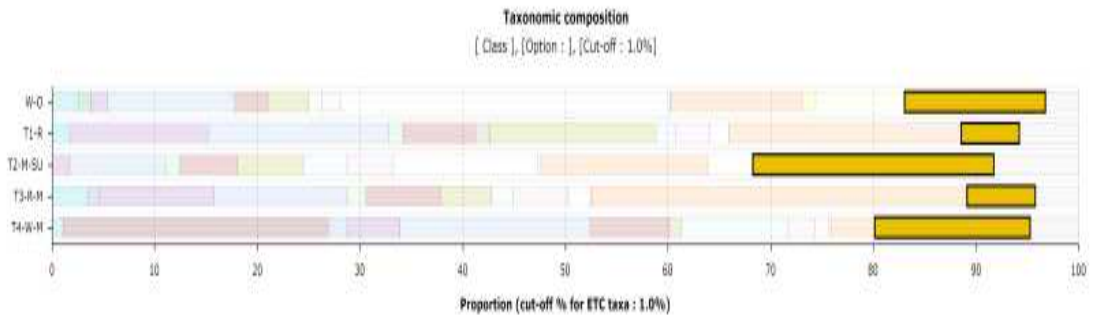


그림 16. 처리구별 인삼 2년생 토양미생물 강(class) 수준(Sordariomycetes)

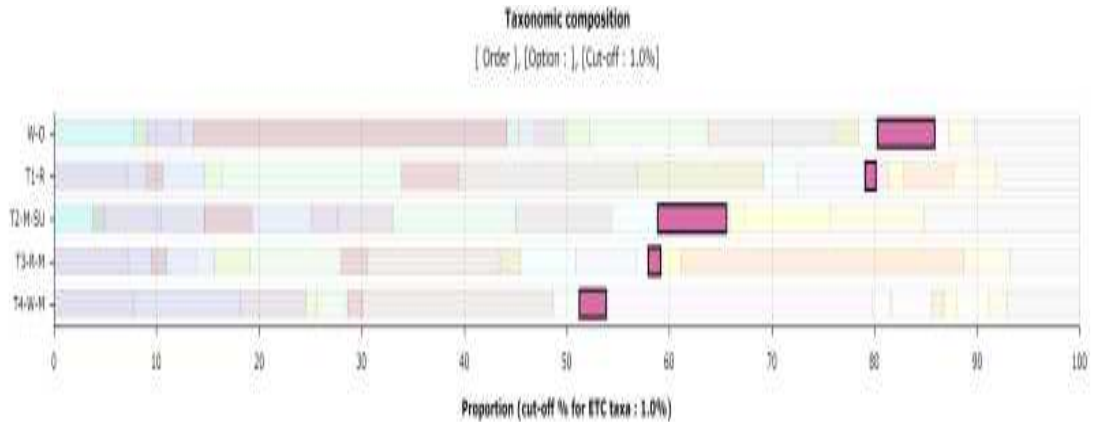


그림 17. 처리구별 인삼 2년생 토양미생물 목(Order) 수준(*Hypocreales*)

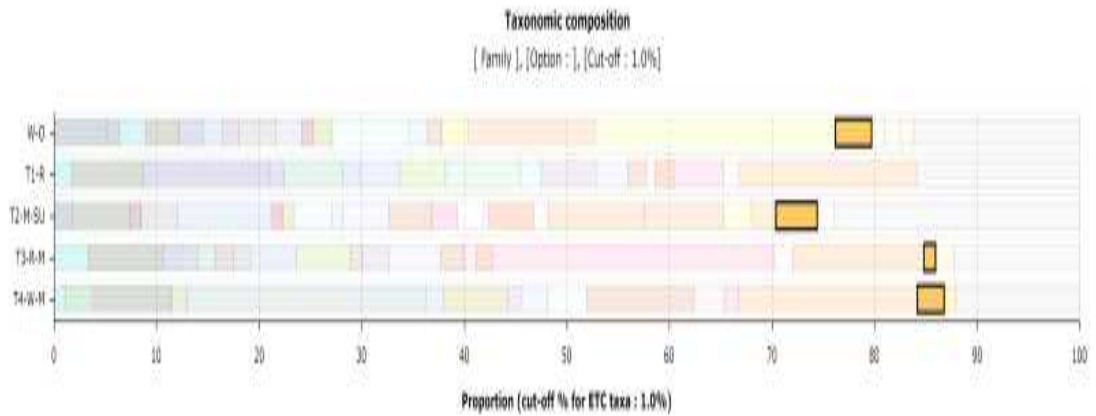


그림 18. 처리구별 인삼 2년생 토양미생물 과(Family) 수준(*Nectriaceae*)

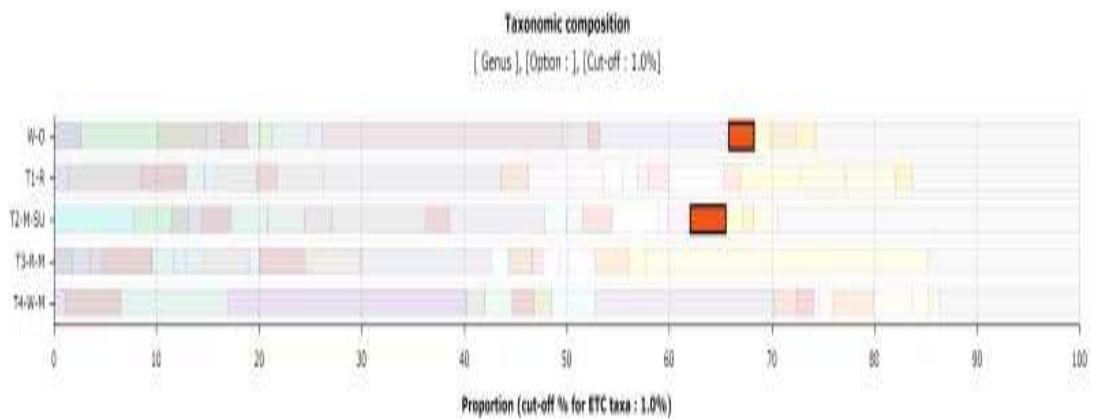


그림 19. 처리구별 인삼 2년생 토양미생물 속(Genus) 수준(*Fusarium* sp.)

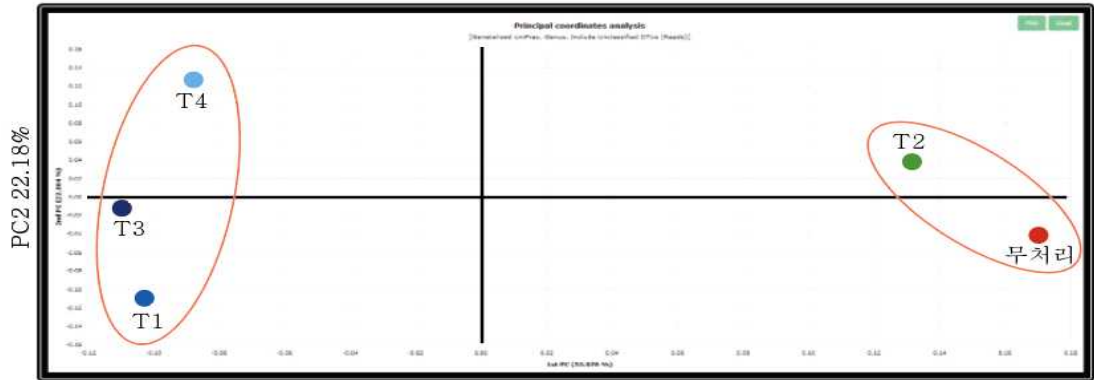


그림 20. 인삼 4년생 처리구별 토양 세균 군집 PCoA 분석

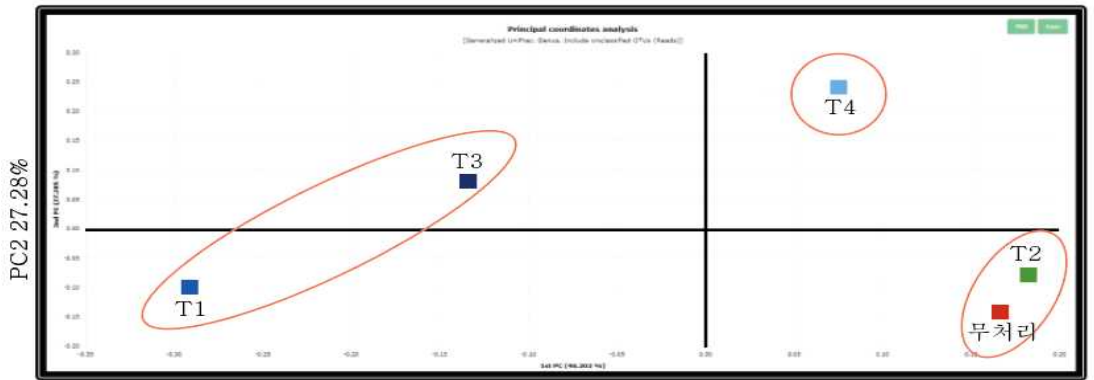


그림 21. 인삼 4년생 처리구별 토양 진균 군집 PCoA 분석

6. 처리구별 인삼 생육 특성

3년간 시험 처리 후 인삼 정식을 완료한 처리구별 인삼 생육 특성에서 처리구별 2년생의 출아율은 T1부터 T4까지 모든 처리구에서 무처리구인 NC와 비교하여 다소 높게 확인되었다(표 10). 2년생 인삼의 지상부 생육 특성에서는 NC 처리구가 초장이 12.1cm로 낮은 경향이었으나 큰 차이는 없었고 그 외 생육 특성은 비슷하였다(표 11).



NC T1 T2 T3 T4

그림 22. 처리구별 인삼 2년생 초기 생육 현황

표 11. 처리구별 인삼 2년생 출아율

처리구	정식수(개/1.6㎡)	출아수(개/1.6㎡)	출아율(%)
NC	65.3	35.7	56.0
T1	70.0	55.7	79.5
T2	67.7	51.0	75.4
T3	65.3	47.3	72.2
T4	63.0	43.3	68.8

표 12. 처리구별 인삼 2년생 지상부 생육 특성

처리구	초장 (cm)	경장 (cm)	경수 (개)	경직경 (mm)	엽병수 (개)	엽수 (개)	엽병장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
NC	12.1	3.5	1.0	1.7	2.1	10.0	3.6	4.9	2.5
T1	13.7	3.7	1.0	2.0	2.1	10.3	4.4	5.2	2.8
T2	13.4	3.6	1.0	1.8	2.0	9.9	4.2	5.2	2.7
T3	14.1	4.2	1.0	1.8	2.0	10.3	4.5	5.7	2.4
T4	13.7	3.9	1.0	3.2	2.2	10.8	4.1	5.8	2.7

다음 해인 3년생 인삼의 출아율은 T2 처리구에서 66.8%로 가장 높았으며 T3 처리구에서 48.7%로 가장 낮은 출아율을 보였다. T3 처리구가 상습 침수지역이라 출아율이 낮은 것으로 판단되며 인삼약초연구소 시험 포장 중 인삼 초작지 3년생과 비교했을 때 모든 처리구의 출아율이 낮았다(표 13). 지상부 생육 특성에서는 모든 처리구가 비슷하였으나(표 14), 지하부 생육특성에서는 근장, 근중, 근직경, 동장, 뿌리썩음 정도에서 통계적 유의성이 없었으며, 대조구인 초작지 3년생과 T2 처리구에서 적변율이 높은 수준으로 나와 통계적 유의성이 있었다(표 15).



T1

T2

T3

T4

그림 23. 처리구별 인삼 3년생 생육 현황

표 13. 처리구별 인삼 3년생 출아율

구 분	출아율(%)
NC	65.8
T1	56.7
T2	66.8
T3	48.7
T4	51.3
3년근	71.5

표 14. 처리구별 인삼 3년생 지상부 생육 특성

구 분	초장 (cm)	경장 (mm)	경직경 (mm)	엽병수 (개)	엽수 (개)	엽병장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
NC	23.3±4.3	9.8±3.3	2.7±0.3	2.8±0.4	14.1±1.5	5.5±0.7	7.6±0.5	3.5±0.3
T1	25.7±3.9	11.0±3.0	2.6±0.2	2.9±0.1	15.2±0.8	6.0±0.7	7.9±0.3	3.5±0.5
T2	25.1±3.1	11.0±2.4	2.7±0.1	3.1±0.4	15.7±2.0	5.7±0.3	7.7±1.0	3.5±0.3
T3	24.3±2.6	10.8±2.1	2.7±0.2	3.1±0.5	15.7±2.5	5.3±0.3	7.7±0.7	3.4±0.4
T4	28.0±4.9	14.1±3.6	2.8±0.4	3.3±0.6	16.9±3.2	5.4±0.7	7.8±1.0	3.4±0.6
3년근	28.3±3.3	13.2±1.3	2.5±0.3	3.4±0.4	16.4±1.7	6.0±0.8	7.8±0.4	3.5±0.5

표 15. 처리구별 인삼 3년생 지하부 생육 특성

구 분	근장 (cm)	근중 (g)	근직경 (mm)	동장 (mm)	적변율 (%)	뿌리썩음률 (%)
NC	19.2a*	10.8a	13.7a	8.3a	3.5a	0.7a
T1	16.9a	7.3a	11.3a	6.8a	4.9ab	0.1a
T2	17.5a	7.3a	10.7a	8.1a	22.6c	0.3a
T3	13.7a	6.0a	11.7a	6.0a	7.6ab	0.5a
T4	15.1a	6.1a	11.2a	4.8a	3.7a	0.2a
대조구*	16.3a	8.3a	11.3a	8.1a	18.6bc	4.3a

*: 대조구는 시험 포장 초작지 3년생이며 모든 처리구는 DMRT $p < 0.05$ 유의 수준임



NC

대조구

T3

그림 24. 처리구별 인삼 3년생 지하부 생육 비교

인삼 4년생 시기에는 출아율의 경우 T2와 NC가 가장 높았으며 이는 시험 포장 주변 인삼 초작지 4년생과 비슷한 수준이었으며 T3의 경우 가장 낮게 나타났다. 지상부 생육에서는 NC와 T2가 가장 높았고 T4, T1, T3 순이었으나 모든 처리구가 대조구인 초작지 4년생보다 부진하였다(그림 25 및 표 16). 인삼 4년생 시기에서는 지상부에 발생하는 주요 생리장애를 추가로 조사하였는데(그림 26), 처리구에 따라 황화형 황증(척박지 양분 부족 또는 염류농도 과다로 발생)과 황색 반점형 황증(EC가 높고 칼륨 함량이 높을 때 발생)이 발생하였으나 처리구간 유의적인 차이는 없었다(표 17). 인삼 4년생의 지하부 특성은 생근중에서 T2가 가장 높고 그 외 처리구는 유의적으로 낮았으며, 지근수와 세근수는 담수 처리하지 않은 T2와 NC에서 유의적으로 높았다(표 18 및 그림 27). 인삼 세근은 수분과 양분 흡수를 담당하며 침수시 빠르게 소실하는데(Reid and Petrie, 1991; Fujita et al., 2021), 담수 처리한 처리구에서 침수 및 배수 불량에 의한 피해가 발생한 것으로 추정된다. 처리구별 휴면율은 T3에서 가장 많이 발생하였는데 전반적인 재배 환경이 불량했던 것으로 판단되며 적변율과 뿌리썩음병 발생율은 T3, T4에서 높았고 뿌리혹은 NC에서 유의적으로 가장 높게 발생하였다(표 19).

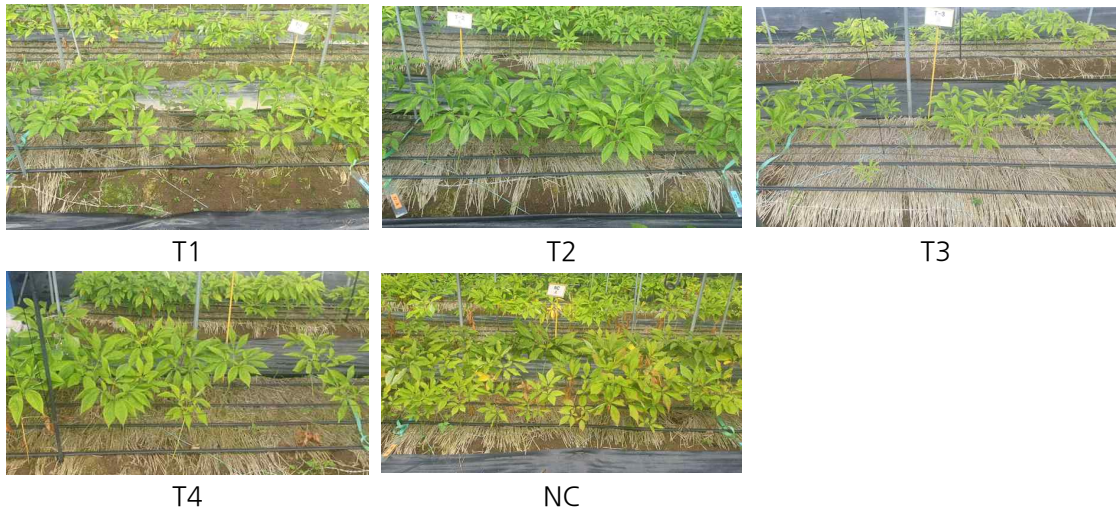


그림 25. 처리구별 인삼 4년생 지상부 생육 비교

표 16. 처리구별 인삼 4년생 출아율 및 지상부 생육 특성

구 분	출아율 (%)	초장 (cm)	경장 (mm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	장엽수 (개)	소엽수 (개)
T1	3.4ab	44.7cd	24.0c	4.5	11.8	4.7	22.3	1.5
T2	68.3a	54.9b	31.1b	5.3	14.2	5.8	23.1	1.6
T3	42.9b	43.2d	23.9c	4.5	11.2	4.3	20.9	2.3
T4	5.5ab	49.4bc	27.9b	4.8	12.5	4.8	21.3	1.6
NC	69.8a	51.9b	29.0b	4.8	13.2	5.4	20.5	1.0
대조구	69.6a	64.0a	34.7a	6.2	16.3	6.9	24.2	1.6

*DMRT: $p < 0.05$



황화형 황증

황색 반점형 황증

황갈색 반점형 황증

엽연형 황증

그림 26. 인삼 주요 생리장해

표 17. 처리구별 인삼 4년생 지상부 주요 생리장해 발생율

(단위: %)

구 분	황화형 황증	황색 반점형 황증	황갈색 반점형 황증	엽연형 황증
T1	18.8	3.2	0.0	1.0
T2	13.4	4.4	0.0	0.8
T3	16.5	7.6	0.0	0.0
T4	15.0	3.1	0.0	0.0
무처리	3.8	8.2	0.0	0.0

표 18. 처리구별 인삼 4년생 지하부 생육 특성

구 분	생근중 (g)	근장 (cm)	근직경 (mm)	동장 (mm)	지근수 (개)	세근수 (개)
T1	10.7c	15.6b	12.7b	5.8	10.6b	17.0bc
T2	25.2b	18.0b	18.7a	5.2	19.7a	24.3bc
T3	11.7c	15.2b	12.9b	6.4	8.7b	7.4c
T4	15.7c	16.3b	15.5b	5.6	7.7b	7.4c
NC	13.8c	18.5b	14.2b	5.7	11.9b	35.3ab
대조구	36.1a	26.7a	19.7a	7.4	18.3a	59.5a

*DMRT: $\rho < 0.05$

표 19. 처리구별 인삼 4년생 지하부 병해 특성

구 분	휴면율(%)	적변율(%)	뿌리썩음병 발생율(%)	뿌리혹 발생율(%)
T1	34.9abc	28.2a	3.2a	16.5a
T2	15.5bc	24.6a	6.3ab	2.0a
T3	43.5a	44.5ab	11.0b	3.3a
T4	37.7ab	63.6b	20.8c	2.1a
무처리	32.1abc	28.3a	3.2a	43.4b
초작지	10.0c	34.3a	6.3ab	3.3a

*DMRT: $\rho < 0.05$

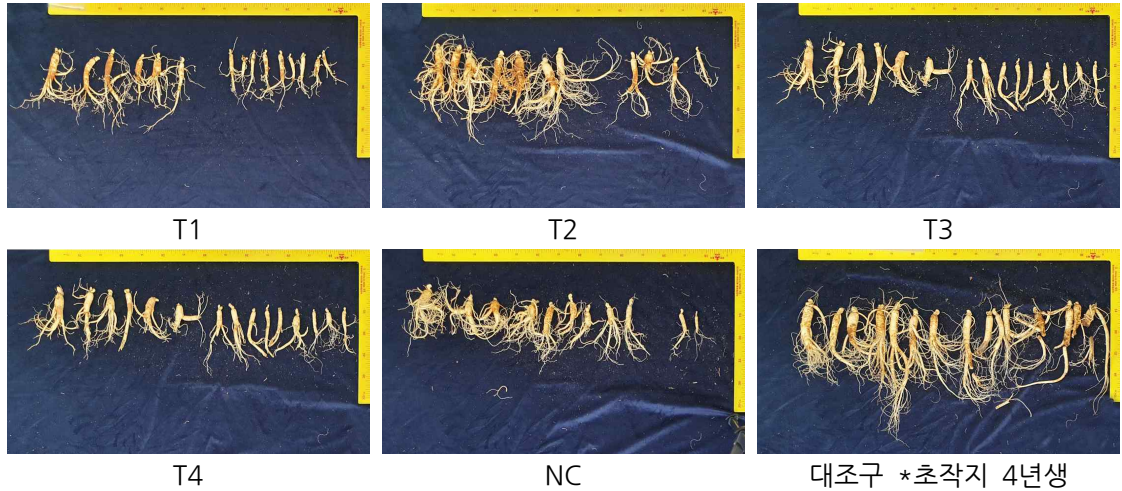


그림 27. 처리구별 인삼 4년생 지하부 수량 비교

4 적 요

<제1세부과제 : 토양병원균 밀도저감기술 개발 및 현장 지원 연구>

(시험 1) 재작기간 단축을 위한 토양병원균 밀도 저감효과 구명

본 연구에서는 인삼 수확 후 재작기간 단축을 위해 벼재배를 통한 담수처리 등 예정지 관리를 3년간 실시한 후 인삼을 다시 재배하여 인삼의 생육 특성 및 토양 내 뿌리썩음병 원인균 밀도 분석 등을 통해 재작기간 단축 가능성을 확인하였다. 3년간 각 처리에 따른 예정지 관리 후에는 뿌리썩음병 원인균 밀도가 담수 처리구였던 T1과 T4에서 기준치 이하의 *Cylindrocarpon destructans*가 소량 검출되었으나 인삼 재작에는 영향이 없을 것으로 판단되는 수치였고 그 외 처리구에서는 검출되지 않았다. 인삼 정식 후 3년생이 되는 시기에는 3월에 T1 처리구에서 33.9 copy/g, 9월에 무처리구인 NC에서 기준치 이하의 농도로 검출되었으나 그 외 처리구에서는 검출되지 않아 안정적인 수준을 유지하였다. 다음 해인 4년생에서도 9월 분석시 NC, T1, T4에서 기준치 이하로 검출되었으나 인삼 근권부를 별도로 분석한 결과에서는 T4 처리구에서 기준치 이상의 병원균이 검출되었다. 그러나 각 처리구의 인삼 생육 특성 중 출현율은 3년생이 되는 시기부터 모든 처리구에서 대조구로 비교한 초작지 3년생 대비 낮았으며 특히 T4 처리구에서는 20.2% 낮았다. 또한 모든 처리구의 지상부 생육에서도 4년생 시기를 기준으로 NC와 T2가 가장 높았고 T4, T1, T3 순이었으나 대조구인 초작지 4년생과 비교하여 크게 부진하였다. 지하부 생육 특성 역시 4년생 시기를 기준으로 T2 처리구가 생근중에서 25.2g으로 가장 높았으나 대조구 36.1g과 비교하여 크게 부진하였다. 지하부 생육 특성 중 모든 처리구는 대조구 대비 세근수에서는 크게 낮은 경향을 보였는데 특히 출현율과 생근중이 부진했던 T3와 T3 처리구에서 세근수가 7.4로 대조구 59.5와 비교하여 크게 낮아 토양병원균 밀도의 영향 보다는 배수 불량에 의한 과습 등 토양 내 물리 환경이 더 큰 영향을 미친 것으로 판단되었다. 그러나 본 연구를 통해 담수 처리에 의한 토양병원균 밀도 감소와 토양 미생물 상의 유연관계를 확인할 수 있었으며 이와 관련된 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

- Bolger, A. M., Lohse, M., & Usadel, B. (2014). Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics*, 30(15), 2114-2120.
- Edgar, R. C., Haas, B. J., Clemente, J. C., Quince, C., & Knight, R. (2011). UCHIME improves sensitivity and speed of chimera detection. *Bioinformatics*, 27(16), 2194-2200.
- Jo JS, Kim CS and Won JY. (1996). Crop rotation of the Korean ginseng(Panax ginseng C. A. Meyer) and the rice in paddy field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 4:19-26.
- Kang SW, Yeon BY, Hyeon GS, Bae YS, Lee SW and Seong NS. (2007). Changes of soil chemical properties and root injury ratio by progress years of post-harvest in continuous cropping soils of ginseng. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:157-161.
- Nilsson, R. H., Larsson, K. H., Taylor, A. F. S., Bengtsson-Palme, J., Jeppesen, T. S., Schigel, D.& Abarenkov, K. (2019). The UNITE database for molecular identification of fungi: handling dark taxa and parallel taxonomic classifications. *Nucleic acids research*, 47(D1), D259-D264.
- Rahman M and Punja ZK. (2005). Factors influencing development of root rot on ginseng caused by *Cylindrocarpon destructans*. *Phytopathology*. 95:1381-1390.
- Rognes, T., Flouri, T., Nichols, B., Quince, C., & Mahé, F. (2016). VSEARCH: a versatile open source tool for metagenomics. *PeerJ*, 4, e2584.
- Sung Woo Lee, Seung Ho Lee, Moon Won Seo, Kyung Hoon Park and In Bok Jang. (2018). Effects of Irrigation and Ginseng Root Residue on Root Rot Disease of 2-Years-Old Ginseng and Soil Microbial Community in the Continuous Cropping Soil of Ginseng. *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 26(5): 345-353.
- Sung Woo Lee, Seung Ho Lee, Mun Won Seo, In Bok Jang, Ra Yeong Kwon and Hye Ji Heo. (2020). Soil Chemical Properties, Microbial Community and Ginseng Root Rot in Suppressive and Conducive Soil Related Injury to Continuously Cropped Ginseng. *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 28(2): 142-151.
- 농촌진흥청. (2019). 표준인삼경작방법.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2019(2년)	기초자료	인삼 재배지 토양병원균 밀도 분석
2020(3년)	홍보	강원BBS ‘인삼재배지 토양병원균 밀도 분석’
2021(4년)	홍보	강원BBS ‘인삼 친환경 방제제 개발’
2022(5년)	홍보	강원BBS ‘인삼 예정지 현장지원’
2023(6년)	홍보	강원일보 등 인삼재배예정지 뿌리썩음병원균 분석 지원

성과지표	연도	1년차 (2018)		2년차 (2019)		3년차 (2020)		4년차 (2021)		5년차 (2022)		6년차 (2023)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
기초자료		-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
홍보		-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4
계		-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도					
					'18	'19	'20	'21	'22	'23
과제책임자	작물연구과	농업연구사	이기욱	과제 총괄	-	-	-	-	-	○
세부책임자	작물연구과	농업연구사	이기욱	세부주관 수행	-	-	-	-	-	○
공동연구자	농업환경연구과	농업연구사	이재형	시험수행 및 평가	○	○	○	○	○	○
	작물연구과	"	모영문	조사분석 지원	-	-	-	-	-	○
	작물연구과	"	이안수	조사분석 지원	-	-	-	-	-	○
	작물연구과	농업연구관	김영진	평가분석 지원	-	-	-	-	-	○
	작물연구과	"	박종열	평가분석 지원	-	-	-	-	-	○
	작물연구과	공업주사보	최병철	연구관리 지원	-	-	-	-	-	○
	연구협력과	농업연구관	고병대	평가분석 지원	-	-	-	○	○	-
	농식품연구소	"	엄남용	평가분석 지원	-	-	-	○	○	-
	산채연구소	농업연구사	윤병성	조사분석 지원	-	-	-	○	○	○
	작물연구과	"	윤예지	조사분석 지원	○	○	○	○	-	-
	농산물원종장	공업서기	이상규	조사분석 지원	○	○	○	○	-	-
	작물연구과	농업연구관	원재희	평가분석 지원	○	○	○	-	-	-
	작물연구과	운전서기	심재남	조사분석 지원	○	○	○	-	-	-
	연구협력과	농업연구관	정정수	평가분석 지원	○	-	-	-	-	-
	산채연구소	공무직	홍지은	조사분석 지원	○	○	○	○	○	○
산채연구소	공업서기	박준영	연구관리 지원	-	-	-	○	○	○	
산채연구소	운전서기보	조태희	연구관리 지원	-	-	-	○	○	○	

전 략 체 계	혁신 - 3 - 2		수행시기	전반기 (세부완결)	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C01	작목구분코드	IC-04-162801 IC-03-1914, 1917
과 제 종 류	기관고유		과 제 번 호	LP004097	
과 제 명	기후변화 대응 특용작물 재배기술 개발				
과제 책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	김영진		농업연구관	강원도원 작물연구과	
연 구 기 간	2021 ~ 2023		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 특용작물 재배적지 탐색 및 재배기술 개발			작물연구과	김영진	'21~'23
2) 동해안 녹차 시험재배지 입지평가 및 적지 탐색			농업환경연구과	최병곤	'22~'22
키 워 드	차나무, 작약, 천궁, 기상환경, 특성평가, 재배적지				

ABSTRACT

In response to climate change, this studies were investigated to test the possibility of new income crops in Gangwon State and develop stable cultivation technology for industrial crops affected by weather conditions, such as tea tree(*Camellia sinensis*), *Paeonia lactiflora*, and *Cnidium officinale* for 3years from 2021 to 2023. Four experimental fields for tea tree test cultivation in the east coast region were selected in Yeongok-myeon, Seongsan-myeon, and Sacheon-myeon in Gangneung City. Minimum temperature in wintering period of Seongsan-myeon experimental field was 1 to 2°C higher than it in Boseong County, Jeollanam Prov., the main cultivation area of tea, so it was found to be possible for tea trees to overwinter. Six tea tree genetic resources, seeds of Hadong native species and Yabukita mixed lineage and cuttings of four domestic bred cultivars, such as Bohyang, Chamnok, Myungnok, and Sangnok were collected. Hadong native species and Yabukita mixed lineage did not germinate due to low temperature when directly sown in test fields and 4 domestic bred cultivars had survival percent of over 95% when planted in all four test fields. Seedlings of Hadong native species and Yabukita mixed lineage had lower height, crown, and main stem thickness than cuttings of four domestic bred cultivars. When thermal tunnel was installed during winter season, wintering rate of Yabukita mixed lineage was 68% and Hadong native species and four domestic bred cultivars were over 84%. However it in treatment where thermal tunnel was not installed was low and it was found that the test field in Yeongok-myeon had almost no wintering. In order to test adaptability to cultivation of *Paeonia lactiflora* within Gangwon State,

experimental fields were built in Duchon-myeon, Hongcheon County and Sangdong-eup, Yeongwol County, and those of *Cnidium officinale* were built in Cheoram-dong, Taebaek City and Daegwallyeong-myeon, Pyeongchang County. Comparing average temperature, maximum temperature, and minimum temperature in Hongcheon and Yeongwol regions over the past 10 years with 2023, it was found that the temperature increased during growing period and number of rainy days exceeding 18 days and precipitation tended to be concentrated in July. The seedling emergence of *Paeonia lactiflora* in Hongcheon test field was 92.3%, which was higher than 90.7% in Yeongwol. Growth characteristics, including plant height, petiole length, and stem thickness, of *Paeonia lactiflora* in Hongcheon test field at three months after planting were better than those in Yeongwol. At three months after emergence, the level of occurrence of spot disease in each region was the same as 3, but powdery mildew only occurred in Hongcheon test field. In late October, root thickness and length of *Paeonia lactiflora* in Hongcheon test field were large and dry weight of it was 116.4g, which was 2.9 times higher, compared to the Yeongwol test field. Comparing the temperature in Taebaek and Pyeongchang regions over the past 10 years with 2023, maximum temperature from June to August was above 3 0°C. Number of rainy days in 2023 decreased compared to the past 10 years, but from July to September number of rainy days and precipitation tended to be concentrated with more than 14 days per month. The seedling emergence of *Cnidium officinale* was 75.9% in Pyeongchang, which was lower than 87.3% in Taebaek. Growth characteristics, including plant height, leaf length, leaf width, and number of stem, of *Cnidium officinale* in Pyeongchang test field at three months after planting were higher than those in Taebaek. At three months after emergence, the incidence of anthracnose in each region was the same as 3, but the incidence of leaf blight and Cnidium vein yellowing virus were higher in Taebaek test field than in Pyeongchang. At six months after emergence, root thickness and length of *Cnidium officinale* in Taebaek test field was smaller than that of Pyeongchang test field, and dry weight of it was 50.6g, which was 83% lower than that of Pyeongchang.

1

연구목표

기후변화는 농업생산에 직간접적으로 영향을 미쳐 국내에서도 기온상승으로 인한 주요 작물의 생산지가 변화되고 새로운 작물이 재배되는 양상을 나타내고 있다. 통계청(2018) 발표자료에 의하면 우리나라는 기온상승으로 주요 농작물의 주산지가 남부지방에서 충북, 강원지역 등으로 북상하고 있으며, 21세기 후반기에 강원도 산간을 제외한 남한 대부분 지역이 아열대 기후로 변경 될 것으로 예측하였다. 기후변화는 작물 생산성의 변화뿐만 아니라 농업환경 측면에서도 기온상

승과 강우량 증가에 따른 병해충 발생 양상에 크게 영향을 미칠 것으로 예상된다. 최근 아열대 작물인 차나무는 기후 온난화로 재배 한계지가 북상하여 도내에서는 강릉을 중심으로 한 동해안 지역 커피 산업과 함께 녹차를 연계하여 지역특화작목으로 발굴하여 관광패키지 산업화 모델을 개발하려는 시도가 추진되고 있다. 차나무는 주로 전남, 경남 등 남부지역에서 재배되고 있으며, 재배면적과 생산량은 2005년 이후 증가하다가 점차 감소 추세로 2022년도에 전국 재배면적과 생산량은 2,654ha, 3,581M/T이며 도내에서는 재배농가의 수치가 나타나지 않고 있다(농림축산식품부, 2023). 차나무의 품종육성과 재배기술 개발은 전남농업기술원 차산업연구소에서 주로 연구되고 있으며, 강원특별자치도농업기술원에서는 한지적응 차의 재배적지(김 등, 2011) 및 품종 선발(허 등, 2011) 등 선행연구를 통해 기후변화에 대응 가능한 신소득작목 도입으로 산업기반을 마련하고자 노력하였다. 또한 저온성 약용작물인 작약과 천궁의 경우 경북지역이 2022년도 전국 재배면적의 47.4%, 84.6%(농림축산식품부, 2023)를 차지하는 주 재배지역이나 기온상승으로 여름철 고온기 생육장애가 발생하는 문제점이 발생되어 점차 태백 등 강원 산간지로 재배면적이 증가하는 경향을 나타내고 있다. 따라서 본 연구는 기후변화에 대응하여 최근 재배한계지가 북상하고 있는 차나무, 작약 등 기상조건에 영향을 받는 특용작물의 도내 신소득작목의 개발 가능성을 검정하고 기후식품 트렌드 변화에 따른 소비자들의 다양한 욕구 충족을 위한 안정적인 생육관리에 필요한 원료생산 기술을 개발하고자 2021년부터 2023년까지 3년간 수행하였다.

2 재료 및 방법

<제1세부과제 : 특용작물 재배적지 탐색 및 재배기술 개발>

(시험 1) 동해안 차나무 재배지 환경분석 및 적응성 검정

본 시험은 2021년부터 2022년까지 도내 차나무 재배 가능성을 검정하고 지역특화작목으로 개발하고자 동해안지역 강릉을 중심으로 지형, 재배환경 등을 고려하여 강릉시 내 4개소를 선정하여 수행하였다. 각 시험포장별 기상 분석장치를 설치하여 기온, 풍속, 습도 등을 측정하여 재배지 기상환경을 분석하였고, 시험포장 조성 전 토양시료를 채취하여 토양 이화학성을 분석하여 국립농업과학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 포장별 시비량을 처방하여 시비하고 경운작업 후 두둑을 조성하였다. 차나무 유전자원은 2020년부터 2021년까지 하동재래종, 야부기다 혼계종, 국내 육성종 4종을 수집 및 분양받아 적응성 검정 시험을 수행하였다. 차나무 하동재래종은 2020년 8월 하동 녹차연구소에서 종자를 수집하였고, 일본에서 육성된 야부기다 품종의 혼계종은 2020년 12월 고성 산학다원에서 종자를 수집하였다. 국내에서 육성한 '보향', '참녹', '명녹', '상녹' 품종은 2021년 4월에 전남농업기술원 차산업연구소에서 삽목묘를 분양받았다. 하동재래종과 야부기다 혼계종 종자는 2일간 물에 침지하여 최아시켜 2020년 12월 24일에 농업기술원 온실에 10cm 포트에 파종하였고, 강릉지역 4개소에는 180×30cm 간격으로 2립씩 두줄심기로 파종하였다. 농업기술원 온실에 파종하여 60일경 출현한 하동재래종과 야부기다 혼계종 싹생묘는 포트째 육묘하여 강릉 시험포장에 2021년 4월 28일에 정식하였다. 국내 육성 4품종의 삽목묘는 2021년 4월 28일에 강릉 4개 시험포장에 이

랑폭 1.8m에 주간거리 20cm 간격으로 2줄 엇갈려심기로 정식하였다. 차나무 실생묘와 삼목묘의 활착을 위해 재배포장에 55% 차광망을 4개월간 설치하였고, 정식 3개월 후 활착률과 수고, 수폭, 경경 등의 생육특성을 조사하였다. 차나무 월동 가능성 검정을 위해 2021년 12월 9일에 차나무 정식 두둑에 하우스용 파이프를 이용하여 1m 높이의 터널형 하우스를 설치하고 부직포와 비닐을 피복하여 1년차 동계기간 생존율과 2년차 생육특성을 조사하였다.

(시험 2) 작약, 천궁 도내 재배지 환경분석 및 적응성 검정

본 시험은 2023년 3월에 강원특별자치도 내 홍천군 등 작약, 천궁 주요 산지에서 자원을 수집하여, 작약은 홍천군 두촌면, 영월군 상동읍에, 천궁은 태백시 철암동, 평창군 대관령면에 각각 재배포장을 조성하여 재배 적응성을 검정하였다. 작약과 천궁의 시험재배 포장은 시험포장 조성 전 토양시료를 채취하여 토양 이화학성을 분석하여 국립농업과학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 시험포장별 시비량을 처방하여 시비하고 경운작업 후 두둑을 조성하고 각각 재식간격에 맞게 1년생 묘를 정식하였다. 각 시험포장의 기상환경 분석은 기상청 기상자료개방포털 사이트(<http://data.kma.go.kr>)에서 재배지역별 기후통계자료를 이용하여 분석하였다. 작약, 천궁의 생육특성은 생육 최성기인 7월에 재배포장별로 초장, 경수 등을 조사하였고, 지하부 생육 및 수량 특성은 10월에 수확하여 조사하였고 냉풍제습건조기를 38℃, 4일간 처리하여 지하부 건물중을 측정하였다. 재배포장 병해충 방제는 농가에서 관행으로 처리하는 방식으로 약제를 살포하였고, 병해 발생 조사는 작약은 점무늬병, 흰가루병, 잿빛곰팡이병, 천궁은 탄저병, 잎마름병, 바이러스를 대상으로 7월에 육안으로 관찰하여 병해 발생정도를 0~9 정도로 조사하였다.

3 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 특용작물 재배적지 탐색 및 재배기술 개발>

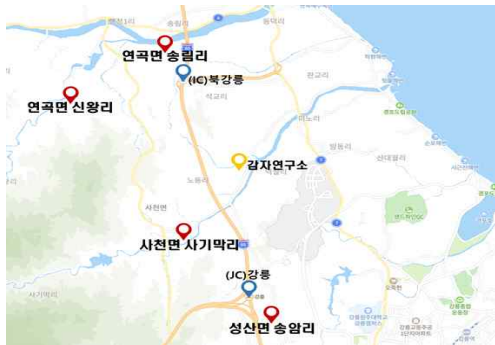
(시험 1) 동해안 차나무 재배지 환경분석 및 적응성 검정

차나무의 생육적온은 14~16℃이며 겨울철 최저기온이 -2℃ 이하가 되면 새싹이 말라죽고, -5℃ 이하가 되면 성장이 멈추며 -15℃ 이하가 3일 이상 계속되면 동해로 고사하게 되어 국내 재배 북방한계는 북위 36도로 알려져 있다(이 등, 2013). 그러나 허 등(2011)은 차나무를 강원특별자치도의 새로운 소득작목으로 육성하고자 2004년도부터 지역별 적응성을 검토하여 동해안지역에서 월동이 가능한 것으로 보고하였다. 따라서 코로나 팬데믹 이후 기호식품의 트렌드 변화에 맞춰 커피 산업 확대 수요가 높아진 동해안지역 강릉을 중심으로 차문화 관광기반 조성을 위해 지역특화작목으로 개발하고자 새롭게 녹차 재배 가능성을 검정하였다. 동해안지역 차나무 시험재배 포장 선정은 지형, 재배환경 등을 고려하여 강릉의 연곡면, 성산면, 사천면에 4개소를 선정하였다(표 1). 강릉시 연곡면 제1포장은 토양을 객토하여 전년도에 토마토 등 작물을 재배하였던 곳으로 산과 하천에서 불어오는 바람이 거세 차나무 재배를 위해 방풍 대책이 필요한 것으로 사

료되었고, 제2포장도 토양을 객토하여 유기농 재배를 할 예정이나 산에서 부는 바람이 강하여 방풍 대책이 필요할 것으로 판단되었다. 강릉시 성산면 제3포장은 토양을 객토하여 전년도에 들깨를 재배한 곳으로 경사면이 남향이고 골짜기의 영향으로 자연 방풍이 가능한 것으로 나타났고, 사천면 제4포장은 건물에 의한 방풍 효과를 기대할 수 있으나 단지가 협소하여 추후 규모화 하기에는 곤란할 것으로 판단되었다(그림 1).

표 1. 동해안지역 차나무 재배 적응성 검정용 시험재배 포장 특성

구분	시험재배지	재배지 특징
제1포장	강릉 연곡면 송림리	○ 토양 객토, 전년도 작물재배(토마토 등) ○ 산, 하천에 의한 바람의 영향 ⇒ 방풍 필요
제2포장	강릉 연곡면 신왕리	○ 토양 객토, 유기농 재배 예정 ○ 산에 의한 바람의 영향 ⇒ 방풍 필요
제3포장	강릉 성산면 송암리	○ 토양 객토, 전년도 작물재배(들깨) ○ 남향, 골짜기 자연방풍
제4포장	강릉 사천면 사기막리	○ 건물에 의한 방풍 ○ 규모화 어려움



강릉지역 차나무 재배포장 위치



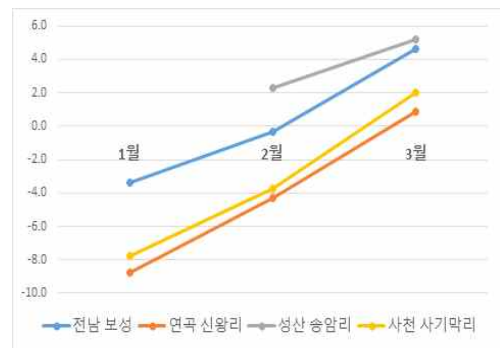
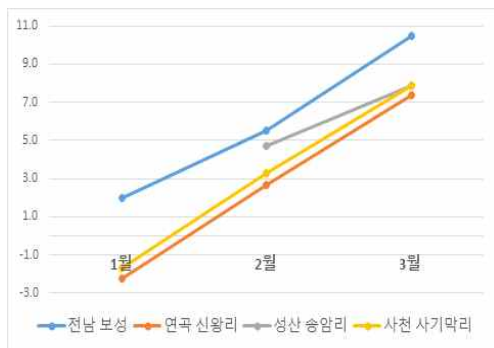
강릉지역 차나무 재배지 현황(연곡면 송림리)

그림 1. 강릉지역 차나무 재배 적응성 검정용 시험재배 포장 현황

차나무 도내 재배 적응성 검정을 위해 재배포장 기상환경을 전남 보성과 비교하여 살펴보면 (표 2) 3월까지 평균기온과 최저기온에서 강릉지역이 낮았으나 성산면 제3포장은 최저기온이 오히려 전남 보성 보다 1~2℃ 정도 높게 나타나 겨울철 차나무 월동이 가능한 것으로 나타났다(그림 2). 9월까지의 평균기온은 차나무의 생육적온 범위로 재배 가능성이 높지만 다만 1월과 2월에 최저기온이 차나무의 성장이 멈추는 온도까지 내려가는 재배포장에서는 안전한 월동과 생육을 위해서 보완 대책을 강구해야 될 것으로 사료되었다.

표 2. 차나무 재배지별 2021년 기상환경(기온)

지역	구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	평균
전남 보성	평균	2.0	5.5	10.5	13.9	17.9	22.9	26.6	26.3	22.7	16.5
	최고	8.0	11.9	16.4	20.0	23.3	27.4	30.6	30.7	27.0	21.7
	최저	-3.4	-0.3	4.6	7.8	12.6	18.9	23.1	23.0	19.1	11.7
연곡면 신왕리	평균	-2.2	2.7	7.4	12.3	16.4	20.6	25.3	23.4	19.0	13.9
	최고	5.2	10.3	14.6	19.7	23.5	26.5	31.9	28.7	25.2	20.6
	최저	-8.8	-4.3	0.9	5.4	9.4	15.3	20.3	19.6	14.4	8.0
성산면 송암리	평균	-	4.7	7.9	14.5	18.3	23.8	28.5	25.4	19.9	17.9
	최고	-	8.3	11.6	19.3	22.6	27.7	33.5	28.3	22.7	21.8
	최저	-	2.3	5.2	11.0	15.0	20.9	25.1	23.3	18.0	15.1
사천면 사기막리	평균	-1.7	3.3	7.9	12.5	16.4	20.6	25.1	23.5	19.2	14.1
	최고	5.9	10.9	14.6	19.2	22.4	25.3	29.7	27.8	23.7	19.9
	최저	-7.8	-3.7	2.0	5.9	10.1	16.1	20.9	20.2	15.5	8.8



평균기온

최저기온

그림 2. 차나무 재배지 월동기 기온 비교(2021년 1~3월)

차나무 재배지의 풍속(표 3)과 상대습도(표 4)를 살펴보면 강릉지역은 1월과 2월에 강풍의 영향으로 전남 보성지역에 비해 상대습도가 낮게 나타났으며 연곡면 제2포장은 산에서부터 부는 바람이 강하여 1월에 전남 보성에 비해 15.7%까지 낮게 나타나 동해 피해 발생 우려가 있어 방풍림 조성 등 방풍 대책이 필요하였다.

표 3. 차나무 재배지별 2021년 기상환경(풍속)

지역	구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월
연곡면 신왕리	평균	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
	최고	2.2	2.2	1.3	1.6	1.2	0.3	0.0	0.1	0.0
	최고순간	7.8	7.4	5.6	6.3	5.4	3.4	2.8	2.7	1.2
성산면 송암리	평균	-	0.7	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	최고	-	2.1	1.4	1.2	0.8	0.4	0.0	0.1	0.1
	최고순간	-	7.1	5.7	5.6	4.1	3.3	1.3	2.0	2.7
사천면 사기막리	평균	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	최고	0.8	1.3	1.0	1.1	0.6	0.5	0.0	0.1	0.0
	최고순간	5.2	5.4	4.4	4.8	4.6	3.3	2.8	2.7	1.2

표 4. 차나무 재배지별 2021년 기상환경(상대습도)

지역	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	평균
전남 보성	70.2	62.9	72.1	63.6	72.0	78.7	84.2	84.8	82.7	74.6
연곡면 신왕리	54.5	57.2	72.9	67.0	72.4	84.9	88.5	92.1	87.2	75.2
성산면 송암리	-	57.4	67.9	63.7	69.4	79.4	76.4	77.1	73.6	70.6
사천면 사기막리	55.1	57.7	71.6	66.2	71.3	84.7	88.5	92.1	87.2	74.9

재배포장 조성 전 토양의 이화학성 분석 결과(표 5) pH는 연곡면 제1포장이 5.3으로 가장 낮았고 성산면 제3포장은 7.7로 가장 높았다. EC와 유효인산은 연곡면 제1포장이 가장 높았고 Ca 함량은 성산면 제3포장이 가장 높았다. 포장 조성 전 토양 이화학성 분석 결과를 국립농업과 학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 표 6과 같이 재배포장에 시비하였다.

표 5. 재배포장 조성 전 차나무 재배포장별 토양 이화학성 분석 결과

재배포장	pH	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
				cmol(+)/kg			(mg/kg)
연곡면 송림리	5.3	0.6	15	1.99	0.58	0.99	426
연곡면 신왕리	6.2	0.2	21	3.28	0.72	1.78	292
성산면 송암리	7.7	0.2	20	8.49	0.15	0.70	196
사천면 사기막리	6.4	0.2	22	4.19	0.40	0.94	57

표 6. 비료사용처방에 따른 재배포장 시비량

장소	면적 (㎡)	퇴비(참그린) (kg)	밑거름(복비-뿌리조은) (kg)	웃거름(엔케이도) (kg)
연곡면 송림리	100	48	3	4
연곡면 신왕리	200	97	6	7
성산면 송암리	200	97	7	8
사천면 사기막리	200	97	6	7

※ 비료사용처방 : 국립농업과학원 휴토람(<https://soil.rda.go.kr>)

강릉 지역에 적합한 차나무 품종을 선발하기 위해 2020년부터 2021년까지 국내 재래종 및 국내외에서 육성한 유전자원 6종을 수집하였다(표 7). 하동 녹차연구소에서 종자를 수집한 하동 재래종은 덫음차 제조용으로 맛과 향이 강한 특성을 가지고 있으며, 야부기다 혼계종은 일본에서 이용하는 주요 품종으로 고성 산학다원에서 종자를 수집하였다. 국내 육성종은 전라남도농업기술원 차산업연구소에서 육성한 '보향', '참녹', '명녹', '상녹' 4품종을 삽목묘로 분양받았다. 하동재래종과 야부기다 혼계종은 2일간 물에 침지하여 최아시켜 2020년 12월 24일에 농업기술원과 강릉 시험포장에 파종하였다. 농업기술원 온실 내 10cm 포트에 1차 파종한 하동 재래종은 60일 경에 출현하여 실생묘로 육묘하여 2021년 4월 28일에 강릉 시험포장에 정식하였고, 국내에서 육성된 '보향' 등 4품종은 삽목묘를 실생묘 정식일과 같은 일자에 강릉 시험포장에 정식하였다(그림 3).

표 7. 차나무 유전자원 수집 목록 및 특성







품종 특성	하동재래종	야부기다혼계	보향	참녹	명녹	상녹
						
특징	덫음차제조용 맛, 향이 강함	중제 옥로차용 중생종 일본 주품종	아미노산↑ ⇒ 기호성↑	조생종 카페인, 기호성↑,	녹차제다용 중생종 아미노산↑	카테킨, 비타민C↑ ⇒ 고기능성
수집 시기	2020. 8.	2020. 12.	2021. 4.			
수집 장소	하동 녹차연구소	고성 산학다원	전라남도농업기술원 차산업연구소			
증식 방법	실생묘 정식	종자 파종	삽목묘 정식			



그림 3. 차나무 유전자원 종자, 실생묘 및 삽목묘

하동재래종과 야부기다 혼계종 종자 파종 시 강원특별자치도 춘천시에 소재한 농업기술원 온실에서는 대부분 출현하여 실생묘를 육묘하였으나 강릉 4개 포장에서는 전혀 출현하지 않았다. 양희범(2008)은 차나무 종자 발아적온은 20~25℃로 15℃에서는 발아가 대부분 이루어지지 않았다고 보고한 것과 같이 동계기간 저온으로 인해 강릉지역 노지에 파종 시 출현이 되지 않는 것으로 사료되었다. 농업기술원에서 발아한 하동재래종과 야부기다 혼계종 실생묘는 4월 정식 시 사천면 제4포장에서는 재배환경이 열악하여 활착하지 못하고 모두 고사하였으며, 나머지 3개 소에서는 88% 이상의 활착률을 나타냈다. 국내에서 육성한 '보향' 등 4품종의 삽목묘는 강릉지역 4개 재배포장 모두 95% 이상의 활착률을 나타냈다(표 8).

표 8. 차나무 재배포장별 수집품종의 묘 활착률

지역	품종 (실생묘)	묘 활착률					
		야부기다혼계 (실생묘)	보향 (삽목묘)	참 녹 (삽목묘)	상 녹 (삽목묘)	명 녹 (삽목묘)	
춘천	83	63	92	61	88	100	
연곡면 송림리	98	90	100	100	96	100	
강릉	연곡면 신왕리	98	88	98	98	100	100
	성산면 송암리	98	88	100	100	100	100
사천면 사기막리	-	-	100	100	95	95	

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2021. 5. 26.

차나무 정식 3개월(그림 4) 후 하동재래종과 야부기다 혼계종 실생묘는 국내육성 4품종의 삽목묘 보다 수고(표 9), 수관(표 10)이 낮은 특성을 나타냈으며, 야부기다 혼계종은 처리구 중 가장 낮게 나타났다. 차나무 원줄기의 두께(표 11)에서도 실생묘가 생장이 낮았으며 야부기다 혼계종이 가장 낮게 나타났다. 차나무 시험포장별 생육 차이는 강릉시 연곡면 제1, 제2포장과 성산면 제3포장에서 차이가 나타나지 않았으나 사천면 제4포장은 활착 후 재배환경의 영향으로 조사가 곤란하여 추후 예정지 선정 및 포장 조성 준비를 철저히 해야 될 것으로 사료되었다.



그림 4. 차나무 강릉지역 시험포장 및 묘 생육 전경

표 9. 차나무 재배포장별 수집품종의 묘 생육특성(수고, cm)

지역 \ 품종	하동재래종 (실생묘)	야부기다 혼계 (실생묘)	보 향 (삽목묘)	참 녹 (삽목묘)	상 녹 (삽목묘)	명 녹 (삽목묘)
연곡면 송림리	20.4	11.6	18.6	26.0	24.1	29.4
연곡면 신왕리	14.7	7.5	20.9	19.5	25.2	31.4
성산면 송암리	16.3	5.2	21.4	24.1	27.4	29.5

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2021. 7. 23.

표 10. 차나무 재배포장별 수집품종의 묘 생육특성(수관, cm)

지역 \ 품종	하동재래종 (실생묘)	야부기다 혼계 (실생묘)	보 향 (삽목묘)	참 녹 (삽목묘)	상 녹 (삽목묘)	명 녹 (삽목묘)
연곡면 송림리	14.2	12.1	14.8	20.5	13.2	18.3
연곡면 신왕리	12.6	7.4	16.0	15.5	14.8	19.8
성산면 송암리	9.3	5.2	13.3	17.4	20.6	20.2

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2021. 7. 23.

표 11. 차나무 재배포장별 수집품종의 묘 생육특성(원줄기 두께, mm)

지역	품종	하동재래종 (실생묘)	야부기다 혼계 (실생묘)	보 향 (삽목묘)	참 녹 (삽목묘)	상 녹 (삽목묘)	명 녹 (삽목묘)
연곡면 송림리		3.3	2.1	5.1	6.1	4.8	6.6
연곡면 신왕리		3.2	2.1	5.9	5.9	5.2	6.6
성산면 송암리		3.0	1.2	5.4	4.8	5.8	6.3

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2021. 7. 23.

강릉지역의 차나무 월동 가능성 검정을 위해 2021년 12월 9일에 연곡면, 성산면 시험포장 내 차나무 정식 두둑에 하우스용 파이프를 이용하여 1m 높이의 터널형 하우스를 설치하고 부직포와 비닐을 피복하였다(그림 5).



보온시설 설치(터널형 하우스)

보온시설 내 차나무 생육

비보온처리 차나무 생육

그림 5. 차나무 강릉지역 시험포장 월동기 보온시설 설치 및 처리별 생육 전경

2021년 12월부터 2022년 2월까지 동계기간 생존율(표 12)을 살펴보면 보온터널을 설치한 처리구는 정식 후 생육이 저조하였던 야부기다 혼계종이 연곡면 제1포장과 성산면 제3포장에서 68%의 월동률을 나타냈으나, 하동재래종과 국내 육성 4품종은 84% 이상의 월동률을 나타냈다. 보온터널을 설치하지 않은 처리구에서는 보온처리구 대비 낮은 월동률을 나타냈으며, 연곡면 제2포장은 거의 월동이 되지 않는 것으로 나타났다. 제2포장의 월동기간 기온을 살펴보면 1월의 평균기온(표 13)과 최저기온(표 14)이 가장 낮았으며, -10℃ 이하의 측정시간(표 15)에서도 12월부터 2월까지의 월동기간 동안 총 101시간으로 가장 길게 나타났으며 특히 1월에 52시간이 나타나 12월보다 1월의 저온 영향을 많이 받은 것으로 사료되었다. 월동기간 동안의 풍속(표 16)은 성산면 제3포장이 평균 1.4m/s로 높았으나 4개 시험포장 모두 바람이 강하지 않아 월동률과는 관계가 없는 것으로 사료되었다.

표 12. 차나무 재배포장별 수집품종의 월동기 생존율(%)

지역	품종	하동재래종	야부기다	혼계	보 향	참 녹	상 녹	명 녹
		(실생묘)	(실생묘)	(실생묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)
연곡면 송림리	보 온	84	68	84	92	92	100	
	비보온	41	41	18	32	34	25	
연곡면 신왕리	보 온	96	80	100	100	100	100	
	비보온	0	0	0	0	4	4	
성산면 송암리	보 온	84	68	84	92	92	100	
	비보온	25	28	11	19	19	15	
사천면 사기막리	비보온	-	-	16	21	11	5	

※ 조사일 : 2022. 4. 15.

표 13. 차나무 재배포장별 월동기간 기상환경(평균기온, ℃)

지역	시기	12월			1월			2월		평균
		중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
연곡면 송림리		2.7	-0.9	-0.6	-2.4	-0.4	-1.0	-0.2	1.9	-0.1
		1.9	-1.1	-1.8	-3.3	-1.5	-1.7	-0.8	1.7	-0.8
성산면 송암리		3.6	-1.4	-0.5	-2.7	-0.4	-1.7	-0.6	1.5	-0.3
		2.7	-1.4	-1.1	-2.9	-1.0	-1.7	-0.3	1.6	-0.5

※ 월동기간 : 2021. 12. ~ 2022. 2. 조사일 : 2022. 4. 15.

표 14. 차나무 재배포장별 월동기간 기상환경(최저기온, ℃)

지역	시기	12월			1월			2월		평균
		중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
연곡면 송림리		-3.0	-6.4	-6.4	-7.4	-5.5	-6.3	-4.8	-4.7	-5.6
		-4.1	-7.1	-8.0	-8.9	-7.3	-7.6	-6.3	-5.3	-6.8
성산면 송암리		-3.0	-8.5	-5.8	-8.9	-5.6	-7.7	-5.9	-5.5	-6.4
		-3.7	-8.2	-6.7	-9.4	-6.3	-7.7	-6.0	-6.4	-6.8

※ 월동기간 : 2021. 12. ~ 2022. 2. 조사일 : 2022. 4. 15.

표 15. 차나무 재배포장별 월동기간 저온(-10℃ 이하) 측정시간(hr)

지역	시기	12월			1월			2월		합계
		중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
연곡면 송림리		0	18	4	8	0	0	0	8	38
연곡면 신왕리		0	20	9	25	18	1	13	15	101
성산면 송암리		1	33	0	20	1	4	5	8	72
사천면 사기막리		7	31	1	28	0	6	9	10	92

※ 월동기간 : 2021. 12. ~ 2022. 2.조사일 : 2022. 4. 15.

표 16. 차나무 재배포장별 월동기간 기상환경(평균풍속, m/s)

지역	시기	12월			1월			2월		평균
		중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
연곡면 송림리		0.5	0.5	0.4	0.7	0.4	0.9	0.7	0.9	0.6
연곡면 신왕리		0.4	-	0.8	0.6	0.2	0.7	0.5	1.0	0.5
성산면 송암리		1.7	1.2	1.5	1.7	0.8	1.6	1.5	1.4	1.4
사천면 사기막리		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2

※ 월동기간 : 2021. 12. ~ 2022. 2.조사일 : 2022. 4. 15.

차나무 정식 15개월 후 재배포장별 생육특성은 보온처리구가 수고(표 17), 수관(표 18) 및 원줄기 두께(표 19)의 신장이 비보온처리에 비해 높게 나타났고 실생묘 보다 삽목묘의 생육이 양호한 것으로 나타났다. 이 등(2013)은 영양번식 묘로 차밭 조성 시 실생묘목보다 추위와 건조한 찬바람에 약하고 양·수분 흡수력이 약한 단점이 있다고 보고하였으나 월동기 저온의 영향을 많이 받는 강릉지역의 경우 개체간에 차이가 없고 정식 후 유묘기 생육이 양호하여 빠른 활착이 가능한 삽목묘를 이용하는 것이 효과적인 것으로 사료되었다.

표 17. 차나무 재배포장별 수집품종의 2년차 생육특성(수고, cm)

지역	품종	하동재래종	야부기다	혼계	보향	참녹	상녹	명녹
		(실생묘)	(실생묘)	(실생묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)
연곡면 송림리	보온	60	64	57	60	43	41	
	비보온	39	36	41	47	38	33	
연곡면 신왕리	보온	42	56	65	70	26	38	
	비보온	-	-	-	-	-	-	
성산면 송암리	보온	56	60	47	60	27	30	
	비보온	22	19	41	44	33	11	
사천면 사기막리	비보온	54	53	57	49	-	-	

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2022. 7. 14.

표 18. 차나무 재배포장별 수집품종의 2년차 생육특성(수관, cm)

지역	품종	하동재래종	야부기다	혼계	보 향	참 녹	상 녹	명 녹
		(실생묘)	(실생묘)	(실생묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)
연곡면 송림리	보 온	46	46	31	32	36	25	
	비보온	24	23	23	26	34	23	
연곡면 신왕리	보 온	30	34	30	35	24	24	
	비보온	-	-	-	-	-	-	
성산면 송암리	보 온	41	38	25	27	17	19	
	비보온	12	11	21	22	17	11	
사천면 사기막리	비보온	21	31	23	19	-	-	

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2022. 7. 14.

표 19. 차나무 재배포장별 수집품종의 2년차 생육특성(수관, cm)

지역	품종	하동재래종	야부기다	혼계	보 향	참 녹	상 녹	명 녹
		(실생묘)	(실생묘)	(실생묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)
연곡면 송림리	보 온	9.6	9.7	9.4	11.4	8.7	9.3	
	비보온	9.2	9.9	6.2	7.5	8.9	7.3	
연곡면 신왕리	보 온	8.1	10.6	8.1	8.7	4.9	4.5	
	비보온	-	-	-	-	-	-	
성산면 송암리	보 온	12.6	10.4	7.4	9.2	5.0	4.8	
	비보온	7.0	7.5	7.6	9.1	6.7	2.6	
사천면 사기막리	비보온	9.0	11.3	9.2	8.5	-	-	

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2022. 7. 14.

(시험 2) 작약, 천궁 도내 재배지 적응성 검정

대표적인 저온성 약용작물인 작약과 천궁은 2000년도에 전국적으로 179ha, 390ha를 재배하였으나 2022년도에 175ha, 123ha로 점차 감소하였고, 경북지역이 83ha, 104ha로 전국 재배면적의 47.4%, 84.6%를 차지하고 있으나 기후변화에 따른 기온상승으로 여름철 고온기 생육장애가 발생하는 문제점이 발생되어 점차 태백, 영월 등 강원 산간지로 재배면적이 증가하여 강원지역이 10ha, 17ha로 점차 증가하는 경향을 나타내고 있다(농림축산식품부, 2023). 따라서 강원특별자치도농업기술원에서는 강원지역에서 작약과 천궁의 재배 가능성을 검정하여 기후변화 대응 새로운 소득작목을 개발하는 연구를 수행하였다. 기상조건에 영향을 받는 특용작물은 안정적인 생육관리를 위한 재배적지 탐색 및 기상환경 분석 연구가 선행되어야 한다. 작약의 도내 재배 적응성 검정을 위해 홍천군 두촌면과 영월군 상동읍에 재배포장을 조성하였고, 천궁은 태백시 철암동, 평창군 대관령면에 각각 재배포장을 조성하여 재배 적응성을 검정하였다. 홍천지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 생육기간 동안 기온이 상승한 것으로 나타났으며 최저기온은 특히 고온기 이후 상승한 것을 알 수 있었다(그림 6). 최

근 여름에 강수일수가 증가하여 작물에 병해 발생 및 생육 저하 현상이 자주 나타나고 있는데 2023년에도 7월 한 달간 19일의 강수일수(표 20)와 강수량(그림 7)이 집중하는 경향을 나타냈다. 박 등(2010)은 장마기에 작약 재배에서 흰가루병, 점무늬병 등의 병해 발생이 급격히 증가한다고 보고하였는데 고온기 강수일수 증가는 최근 재배지 복상과 연관이 있는 것으로 추정되었다.

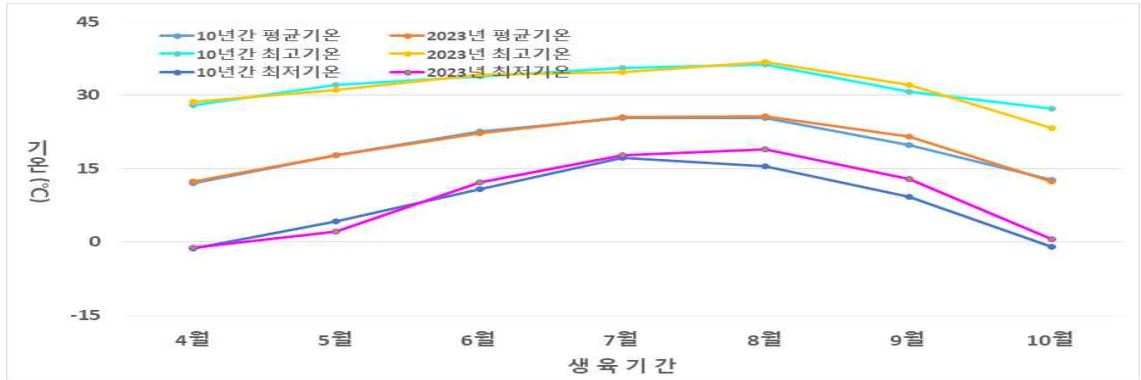


그림 6. 홍천지역 평균기온, 최고기온 및 최저기온(10년간 및 2023년 4~10월)

표 20. 홍천지역 강수일수(2023년, 최근 5년, 최근 10년 및 30년 평균)

연도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30년평균	5.2	5.6	7.4	8.1	8.3	9.5	15.2	14.4	8.5	5.5	7.3	6.5	101.5
최근10년	5.0	5.2	6.9	8.5	8.5	9.8	15.4	14.5	8.3	6.4	8.2	7.0	103.7
최근5년	5.2	4.4	7.4	7.4	8.8	10.4	13.4	15.2	8.8	6.6	6.2	6.2	100.0
2023년	9	2	3	11	8	11	19	14	13	6	7	7	110

※ 30년평균기온(1991~2020)

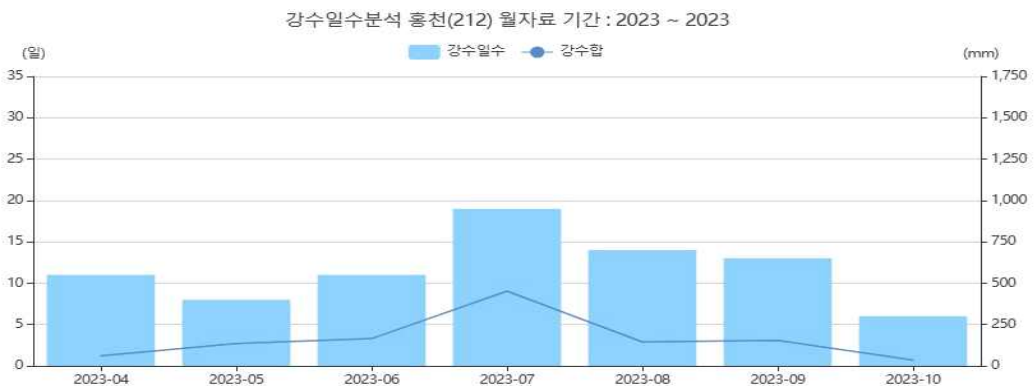


그림 7. 홍천지역 강수일수 및 강수량(2023년 4~10월)

영월지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 흥천지역과 마찬가지로 생육기간 동안 기온이 상승한 것으로 나타났으며(그림 8), 7월 한 달간 18일의 강수일수(표 21)와 강수량(그림 9)이 집중하는 경향을 나타냈다.

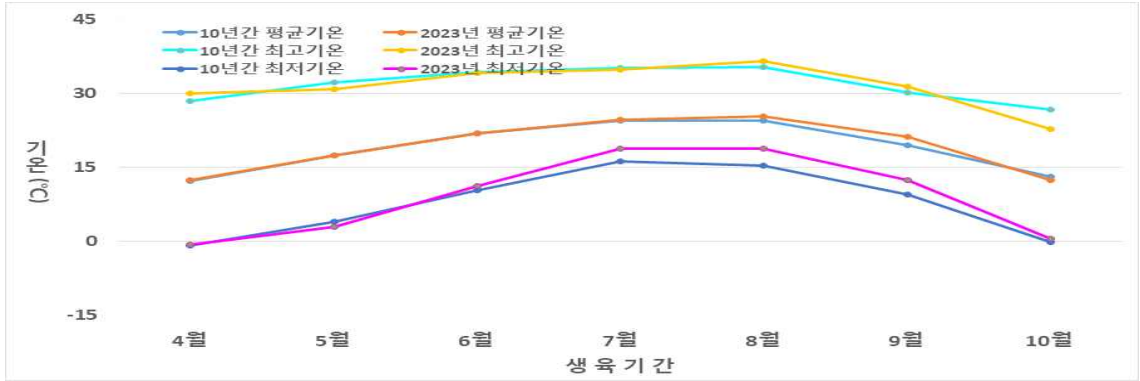


그림 8. 영월지역 평균기온, 최고기온 및 최저기온(10년간 및 2023년 4~10월)

표 21. 영월지역 강수일수(2023년, 최근 5년, 최근 10년 및 30년 평균)

연도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30년평균	6.7	6.3	8.3	9.0	8.9	10.2	16.4	15.1	10.0	6.2	8.2	6.8	112.1
최근10년	6.6	6.0	7.6	8.7	8.7	11.2	15.6	14.0	8.7	6.3	8.3	7.2	108.9
최근5년	6.4	5.4	8.2	7.0	9.6	10.6	13.6	14.6	9.2	6.6	6.0	6.2	103.4
2023년	7	2	2	9	10	12	18	11	13	6	9	5	104

※ 30년평균기온(1991~2020)



그림 9. 영월지역 강수일수 및 강수량(2023년 4~10월)

도내 작약 재배 가능성 검정을 위해 홍천군 두촌면과 영월군 상동읍 지역에 시험재배 포장을 선정하였다. 홍천 시험포장은 포장 조성 전 토양 이화학성 분석 결과 pH가 6.35, EC가 0.89dS/m, 유기물 함량이 35.49g/kg, 유효인산이 642.7mg/kg 이고, 영월 시험포장은 pH가 6.3, EC가 0.56dS/m, 유기물 함량이 65.46g/kg, 유효인산이 1,135.77mg/kg 으로 나타나(표 22), 국립농업과학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 표 23과 같이 재배포장에 시비하였고 장 등(2019)의 작약 2년차 시비량을 기준으로 퇴비를 2,000kg/10a 넣고 경운하여 포장을 조성하였다.

표 22. 재배포장 조성 전 작약 재배포장별 토양 이화학성

재배지	pH (1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	LR (kg/10a)
				cmol(+)/kg				
홍천	6.35	0.89	35.49	6.50	1.18	2.74	642.7	88.7
영월	6.30	0.56	65.46	11.07	1.45	1.45	1,135.7	133.0

표 23. 작약 재배 적응성 검정용 시험재배 포장별 경종개요

재배지	표고(m)	정식일(월.일)	재식거리(cm)	시비량(kg/10a)	비고
홍천	269	4. 3	50×50	N 0 : P 6.1 : K 3.4, 퇴비 2,000	농가관행
영월	424	4. 5	40×40	N 0 : P 3.0 : K 3.2, 퇴비 2,000	약제살포

※ 추비사용(정식 3개월 후) : K - 홍천 7.9kg, 영월 7.5kg

작약 시험재배 포장별 출현기는 홍천 4월 18일, 영월 4월 21일로 정식 후 각각 15일과 16일 소요 되었으며, 출현율은 홍천이 92.3%로 다소 높게 나타났다. 홍천 시험포장은 표고 269m로 영월 시험재배 포장 424m 보다 낮고 2023년 평균온도가 0.3~0.8℃ 정도 높아 지역별로 출현에 차이가 있는 것으로 사료되었다. 영월 시험포장은 작약을 경사지에 정식하고 피복, 관수, 제초 등 재배관리가 부족하였으나 홍천 시험포장은 검정비닐 피복을 통한 제초 및 주기적인 관수 관리가 가능하여 정식 3개월 후 생육조사에서 초장, 엽병장, 경경 등 작약의 생장이 양호한 것으로 나타났다(표 24, 그림 10). 출현 3개월 후 각 지역별 점무늬병 발생 정도는 3으로 같았으나 흰가루병은 고온기 강수일수와 강수량이 많은 홍천 시험포장에서만 발생하였다(표 25, 그림 11). 10월 하순에 작약 지하부 수확 후 수량성 조사에서 홍천 시험포장은 지상부 생육과 동일하게 영월 시험포장보다 근경과 근장의 신장이 컸으며, 건물중은 116.4g으로 2.9배 정도 높게 나타났다(표 26).

표 24. 작약 재배포장별 출현 및 생육특성

재배지	출현시 (월.일)	출현기 (월.일)	출현율 (%)	초장 (cm)	엽병장 (cm)	정소엽		경경 (mm)	경수 (개/주)	화수 (개/주)
						장(cm)	폭(cm)			
홍천	4.14	4.18	92.3	46.2	7.2	14.9	23.2	6.8	3.2	0.7
영월	4.18	4.21	90.7	19.8	5.1	10.0	15.6	4.9	2.2	0.5

※ 정식일 : 2023. 4. 3.(홍천), 4. 5.(영월), 생육조사일 : 2023. 7. 24.



생육 초기 전경(홍천)



생육 중기 전경(영월)

그림 10. 작약 재배지별 생육 상황

표 25. 작약 재배포장별 병해 발생 특성

재배지	점무늬병	흰가루병	갯빛곰팡이병
홍 천	3	1	0
영 월	3	0	0

※ 조사일 : 2023. 7. 24.(홍천), 2023. 7. 25.(영월), ※ 조사방법 : 육안관찰

※ 병해 발생정도 : 0 - 무발생, 1 - 발병률 1% 미만, 3 - 발병률 1~10%, 5 - 발병률 10.1~30%, 7 - 발병률 30.1~50%, 9 - 발병률 50.1% 이상



점무늬병 피해엽



점무늬병 피해증상



흰가루병 피해증상

그림 11. 작약 재배포장 병해 발생양상

표 26. 작약 재배포장별 지하부 수량특성

재배지	근경(cm)	근장(cm)	생체중(g/주)	건물중(g/주)
홍 천	6.0	23.1	265.2	116.4
영 월	4.5	20.9	97.8	40.8

※ 수확일 : 2023. 10. 26.(홍천), 10. 25.(영월), 생육조사일 : 2023. 10. 27.

천공은 여름철 최고기온이 28℃ 이하이며 주야간 온도 차이가 큰 곳이 재배하기 적합한 곳(장 등, 2019)으로 알려져 있으나, 태백지역의 최근 10년간과 2023년의 6월부터 8월까지 최고온도는 30℃ 이상으로 나타나(그림 12) 천공재배 시 고온기 온도경감 대책이 요구되는 것으로 사료되었다. 태백지역의 강수일수(표 27)와 강수량(그림 13)에서는 최근 10년간과 비교하여 보면 2023년도에는 연중 강수일수는 109일로 줄었지만 6월부터 9월까지 13일 이상의 강수가 집중하는 경향을 나타내 탄저병, 줄기썩음병, 잎마름병 등 병해 발생 가능성(박 등, 2010)이 높아 방제에 주의가 필요할 것으로 나타났다.

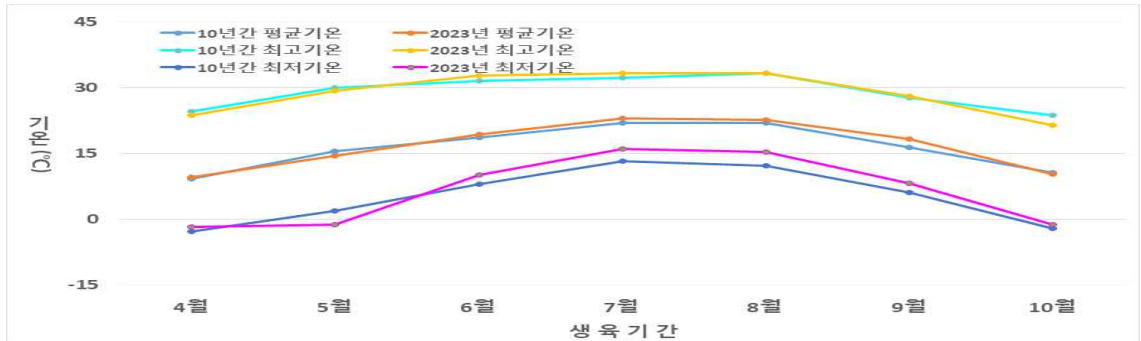


그림 12. 태백지역 평균기온, 최고기온 및 최저기온(10년간 및 2023년 4~10월)

표 27. 태백지역 강수일수

연도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30년평균	7.2	6.5	9.9	9.5	9.0	11.2	16.3	16.0	12.0	7.2	8.1	6.2	119.1
최근10년	4.8	4.9	8.4	9.8	8.1	11.2	15.3	16.3	12.0	8.6	7.7	4.7	111.8
최근5년	3.4	3.6	8.6	7.8	9.8	10.6	14.0	17.0	12.8	8.4	5.6	2.2	103.8
2023년	6	3	2	10	11	13	15	14	15	7	6	7	109

※ 30년평균기온(1991~2020)

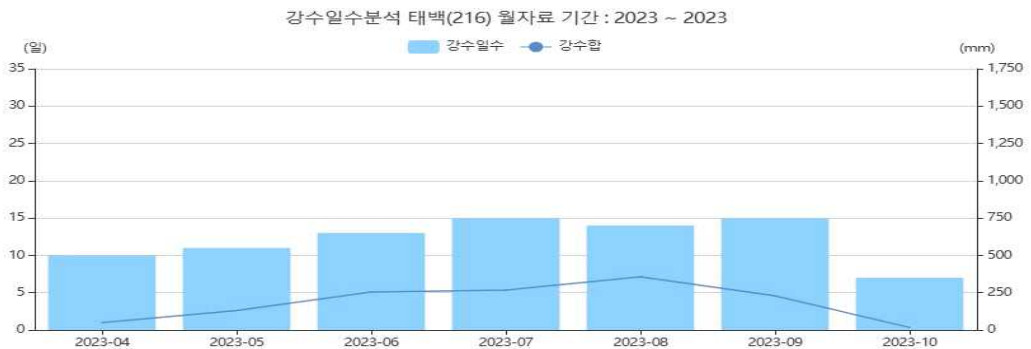


그림 13. 태백지역 강수일수 및 강수량(2023년 4~10월)

평창지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 태백지역과 마찬가지로 6월부터 8월까지 최고기온이 30℃ 이상으로 나타났으며(그림 14), 2023년도의 강수일수도 106일로 최근 10년보다 18일이 줄었지만 7월부터 9월까지 매일 15일의 강수일수(표 28)와 강수량(그림 15)이 집중하는 경향을 나타냈다.

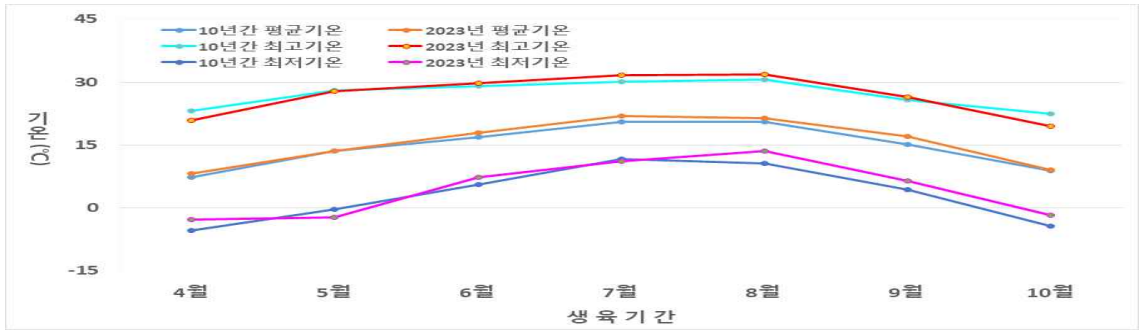


그림 14. 평창지역 평균기온, 최고기온 및 최저기온(10년간 및 2023년 4~10월)

표 28. 평창지역 강수일수

연도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30년평균	9.4	8.9	11.2	10.4	10.8	12.9	17.8	18.1	13.1	8.9	10.2	8.5	140.2
최근10년	6.2	5.9	9.1	10.0	9.2	12.2	15.4	17.5	13.0	10.4	9.0	5.9	123.8
최근5년	4.4	4.0	9.8	8.8	10.6	11.8	13.6	18.2	14.8	9.6	7.0	3.6	116.2
2023년	5	2	2	10	8	11	15	15	15	7	9	7	106

※ 30년평균기온(1991~2020)

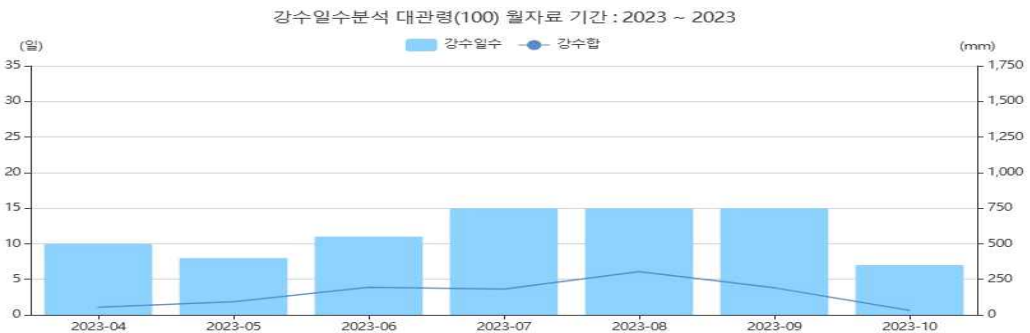


그림 15. 태백지역 강수일수 및 강수량(2023년 4~10월)

도내 천궁 재배 가능성 검정을 위해 태백시 철암동과 평창군 대관령면 지역에 시험재배 포장 을 선정하였다. 태백 시험포장은 석회암 지대로 포장 조성 전 토양 이화학성 분석 결과 pH가

7.68로 높았고 석회요구도는 0kg/10a 이었으며, EC가 0.33dS/m, 유기물 함량이 31.66g/kg, 요효인산이 489mg/kg 이었고, 평창 시험포장은 pH가 5.88, EC가 0.3dS/m, 유기물 함량이 29.24g/kg, 요효인산이 682mg/kg 으로 나타나(표 29), 국립농업과학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 표 30과 같이 재배포장에 시비하고 경운하여 포장을 조성하였다. 천궁은 비료 요구도가 낮아 추비 시용은 생육상황을 검토하여(박 등, 2010) 정식 3개월 후 재배포장별로 질소와 칼리를 처방량에 따라 시용하였다.

표 29. 재배포장 조성 전 천궁 재배포장별 토양 이화학성

재배지	pH (1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	LR (kg/10a)
				cmol(+)/kg				
태백	7.68	0.33	31.66	10.37	0.32	2.91	489.0	0.0
평창	5.88	0.30	29.24	6.43	0.25	0.97	682.0	133.0

표 30. 천궁 재배 적응성 검정용 시험재배 포장별 경종개요

재배지	표고(m)	정식일(월.일)	재식거리(cm)	시비량(kg/10a)	비고
태백	667	4.12	30×20	N 1.4 : P 9.8 : K 7.4, 퇴비 1,000	농가관행
평창	775	4.13	30×20	N 1.7 : P 4.6 : K 7.2, 퇴비 1,000	약제살포

※ 추비시용(정식 3개월 후) : N : P - 태백 3.3 : 11.2kg, 평창 4 : 10.8kg

천궁 시험재배 포장별 출현기는 태백 5월 2일, 평창 5월 4일로 정식 후 각각 20일과 21일 소요 되었으며, 출현율은 태백이 87.3% 였으나 평창은 75.9%로 다소 낮게 나타났다. 평창 시험포장은 표고 775m로 태백 시험재배 포장 667m 보다 높고 2023년 4월 평균온도가 1.4℃ 정도 낮아 출현시가 늦은 것으로 판단되었다. 정식 3개월 후 생육조사에서 태백지역은 엽병장이 16.8cm로 길었으나 초장, 엽장, 엽폭 및 경수의 생육은 평창지역이 양호한 것으로 나타났다(표 31, 그림 16). 출현 3개월 후 각 지역별 탄저병 발생 정도는 3으로 같았으나 잎마름병과 엽맥 황화바이러스 발생 정도가 태백 시험포장이 평창보다 높게 나타났다(표 32, 그림 17). 태백지역은 6월부터 8월까지 고온기에 평창보다 평균기온이 1.1~1.5℃, 최고기온이 1.7~3.1℃ 정도 높아 임 등(2021)의 보고와 같이 차광재배 등 온도 저감에 대한 방안이 필요한 것으로 사료되었다. 출현 6개월 후 각 지역별 천궁 지하부 수량특성은 태백 시험포장은 지상부 생육과 동일하게 평창 시험포장보다 근경과 근장의 신장이 작게 나타났으며, 건물중도 50.6g으로 평창의 83% 정도로 낮게 나타났다(표 33).

표 31. 천궁 재배지별 출현 및 생육특성

재배지	출현시 (월.일)	출현기 (월.일)	출현율 (%)	초장 (cm)	근생			경수 (개/주)
					엽병장(cm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	
태백	4.27	5. 2	87.3	30.8	16.8	8.2	10.0	10.6
평창	5. 2.	5. 4	75.9	32.4	14.3	9.0	14.2	14.2

※ 정식일 : 2023. 4. 12.(태백), 4. 13.(평창), 생육조사일 : 2023. 7. 12.



생육 중기 전경(태백)



생육 중기 전경(평창)

그림 16. 천궁 재배지별 중기 생육 상황

표 32. 천궁 재배지별 병해 발생 특성

재배지	탄저병	앞마름병	엽맥황화바이러스
태 백	3	3	1
평 창	3	1	0

※ 조사일 : 2023. 7. 26.(태백), 2023. 7. 28.(평창), 조사방법 : 육안관찰

※ 병해 발생정도 : 0 - 무발생, 1 - 발병률 1% 미만, 3 - 발병률 1~10%, 5 - 발병률 10.1~30%, 7 - 발병률 30.1~50%, 9 - 발병률 50.1% 이상



탄저병 피해증상



앞마름병 피해증상



엽맥황화바이러스 피해증상

그림 17. 천궁 재배지 병해 발생양상

표 33. 천궁 재배지별 지하부 수량특성

재배지	근경(cm)	근장(cm)	생체중(g/주)	건물중(g/주)
태 백	10.5	8.6	180.9	50.6
평 창	11.0	9.6	187.5	60.7

※ 수확일 : 2023. 10. 25.(태백), 10. 19.(평창), 생육조사일 : 2023. 10. 27.

<제1세부과제 : 특용작물 재배적지 탐색 및 재배기술 개발>

(시험 1) 동해안 차나무 재배지 환경분석 및 적응성 검정

- 가. 동해안지역 차나무 시험재배 포장은 강릉의 연곡면, 성산면, 사천면에 4개소를 선정하였으며, 성산면 시험포장은 재배 주산지인 전암 보성지역보다 월동기 최저기온이 1~2℃ 정도 높아 차나무 월동이 가능한 것으로 나타남
- 나. 차나무 유전자원은 하동재래종 및 국내외에서 육성한 야부기다 혼계종, 보향, 참녹 등 6종을 수집하였으며, 하동재래종과 야부기다 혼계종은 종자를 수집하여 실생묘로 증식하였고, 국내 육성종은 삽목묘로 분양받아 정식하였음
- 다. 하동재래종과 야부기다 혼계종은 강릉지역 시험재배 포장에 직파 시 저온으로 인해 발아하지 않았고, 국내에서 육성한 보향 등 4품종의 삽목묘는 정식 시 활착률이 재배포장 4개소 모두에서 95% 이상이었음
- 라. 차나무 정식 3개월 후 하동재래종과 야부기다 혼계종 실생묘는 국내육성 4품종의 삽목묘보다 수고, 수관, 원줄기의 두께가 낮았음
- 마. 동계기간 보온터널 설치 시 정식 후 생육이 저조하였던 야부기다 혼계종의 월동률은 68%, 하동재래종과 국내 육성 4품종은 84% 이상이었으나, 보온터널을 설치하지 않은 처리구에서는 보온처리구 대비 월동률이 낮았으며, 연곡면 제2포장은 거의 월동이 되지 않는 것으로 나타남
- 바. 차나무 정식 15개월 후 재배포장별 생육특성은 보온처리구가 수고, 수관 및 원줄기 두께의 신장이 비보온처리에 비해 높게 나타났고 실생묘 보다 삽목묘의 생육이 양호하였음

(시험 2) 작약, 천궁 도내 재배지 환경분석 및 적응성 검정

- 가. 작약의 도내 재배 적응성 검정을 위해 홍천군 두촌면과 영월군 상동읍에, 천궁은 태백시 철암동, 평창군 대관령면에 각각 재배포장을 조성하여 재배 적응성을 검정하였음
- 나. 홍천과 영월지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 생육기간 동안 기온이 상승한 것으로 나타났으며, 7월 한 달간 18일 이상의 강수일수와 강수량이 집중하는 경향을 나타냈음
- 다. 작약 시험재배 포장별 출현기는 정식 후 홍천 15일, 영월 16일이 소요 되었으며, 출현율은 홍천이 92.3%로 영월 90.7% 보다 높게 나타났으며, 정식 3개월 후 생육특성은 홍천 시험포장이 영월보다 초장, 엽병장, 경경 등 생장이 양호하였음
- 라. 출현 3개월 후 각 지역별 점무늬병 발생 정도는 3으로 같았으나 흰가루병은 고온기 강수일수가 많은 홍천 시험포장에서만 발생하였고, 10월 하순에 작약 지하부 수량성 조사에서

흥천 시험포장은 지상부 생육과 동일하게 영월 시험포장보다 근경과 근장의 신장이 컸으며, 건물중은 116.4g으로 2.9배 정도 높게 나타났음

마. 태백과 평창지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 6월부터 8월까지 최고기온이 30℃ 이상으로 나타났으며, 2023년도의 연중 강수일수는 최근 10년보다 줄었지만 7월부터 9월까지 매월 14일 이상의 강수일수와 강수량이 집중하는 경향을 나타냈음

바. 천궁 시험재배 포장별 출현기는 정식 후 태백 20일, 평창 21일이 소요 되었으며, 출현율은 평창이 75.9%로 태백 87.3% 보다 낮게 나타났으며, 정식 3개월 후 생육특성은 평창 시험포장이 초장, 엽장, 엽폭 및 경수의 생육이 태백 시험포장보다 양호하였음

사. 출현 3개월 후 각 지역별 탄저병 발생 정도는 3으로 같았으나 잎마름병과 엽맥황화바이러스 발생 정도가 태백 시험포장이 평창보다 높게 나타났으며, 출현 6개월 후 천궁 지하부 수량특성은 태백 시험포장이 지상부 생육과 동일하게 평창 시험포장보다 근경과 근장의 신장이 작았으며, 건물중도 50.6g으로 평창의 83% 정도로 낮았음

5 인용문헌

- 김경대, 이광재, 임상현, 김경희, 김영남, 김경민. 2011. 한지적응 차 재배기술 연구(2세부: 차 나무 재배적지 탐색). pp488-497. 강원도농업기술원.
- 농림축산식품부. 2023. 2022 특용작물 생산실적.
- 박충범, 안영섭, 김영국, 박춘근, 강용구, 안태진. 2010. 와우~ 천궁 이렇게 키우면 되네. 농촌진흥청.
- 박충범, 안영섭, 김영국, 박춘근, 강용구, 안태진, 박현로. 2010. 와우~ 작약 이렇게 키우면 되네. 농촌진흥청.
- 양희범. 2008. 차나무 종자의 발아특성. 제주대학교.
- 이을태, 김철우, 윤창용, 최 정, 신기호, 임태곤, 김영옥, 방극필. 2013. 농업기술길잡이 161. 차. 농촌진흥청.
- 임수정, 모영문, 이재형, 윤예지, 이기욱, 정정수, 고재영. 2021. 약용작물 고품질 안전생산 기술 개발(1세부: 천궁 안정 생산을 위한 재배기술 개선 연구). pp1013-1068. 강원도농업기술원.
- 장재기, 김영국, 김용일, 이은송, 안태진, 권선정, 박춘근 등. 2019. 농업기술길잡이 7. 약용작물. 농촌진흥청.
- 통계청. 2018. 기후변화에 따른 주요 농작물의 주산지 이동현황(보도자료).
- 허남기, 김경희, 김경대, 최병곤, 임상현, 김희연, 이광재, 이재형. 2011. 한지적응 차 재배기술 연구(1세부: 차 유전자원 수집 및 특성검정). pp473-487. 강원도농업기술원.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2021(1년)	기초활용	차나무 유전자원 수집 목록 작성
2022(2년)	학술발표	기후변화에 따른 동해안지 차나무 적응성 검토
2023(3년)	기초활용	작약, 천궁 유전자원 수집 및 재배 적응성 검정

성과지표		연도		1년차(2021)		2년차(2022)		3년차(2023)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
학술 발표	국제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	국내	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
영농 활용	기술	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	정보	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
홍보		-	3	-	-	-	-	-	-	-	3
유전자원 확보/ 종식평가/ 등록보존 등		5	6	1	6	1	4	7	4	7	16
계		5	9	2	7	2	4	2	4	9	20

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'21	'22	'23
과제책임자	작물연구과	농업연구관	김영진	과제 총괄	-	-	○
세부책임자	작물연구과	농업연구관	김영진	세부주관 수행	-	-	○
공동연구자	작물연구과	농업연구사	이지애	차나무 시험수행	○	○	-
	작물연구과	공업주사	김성용	현장조사 지원	○	○	-
	작물연구과	농업연구사	모영문	평가분석 지원	-	-	○
	작물연구과	농업연구사	이안수	품질조사 지원	-	-	○
	작물연구과	농업연구사	이기욱	환경분석 지원	-	-	○
	작물연구과	공업주사보	최병철	현장조사 지원	-	-	○
	작물연구과	농업연구관	박종열	평가분석 지원	-	○	○

전략체계	2 - 1 - 3		수행시기	완료	
기술분야코드	V2	기술유형코드	GS02	작목구분코드	IC-03-1924
과제종류	공동연구		과제번호	PJ015733	
과제명	지역별 소면적 유기농작물 종합생산기술 체계 확립 현장연구				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	서상영		농업연구관	전라북도농업기술원	
연구기간	2023 ~ 계속		참여연구기관	전라북도농업기술원 등	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
3) 황기 유기농재배 종합생산기술 현장실증 연구			작물연구과	이기욱	'21~'23
키워드	유기재배, 종합생산관리, 소면적, 매뉴얼, 동영상				

ABSTRACT

This study aimed to establish comprehensive production technology necessary for the organic cultivation of *Astragalus membranaceus* Bunge, targeting major cultivation areas such as Gangwon State. It involved an analysis of the current status of cultivation farms and sites, followed by the demonstration and evaluation of key cultivation techniques derived from this analysis. Environmental factors and the current situation of *A. membranaceus* Bunge cultivation sites were analyzed at four sites located in three cities and counties in Gangwon Province, including Hongcheon County. The analysis covered altitude, slope, soil physicochemical properties, soil microbial biomass, and species diversity. It also included an assessment of the main pest and disease incidence patterns and damage, *A. membranaceus* Bunge growth characteristics, and yield evaluation. A survey of 22 farms in major cultivation areas such as Gangwon state, Chungcheongbuk-do, and Gyeongsangbuk-do was conducted to analyze on-site technical factors and current status of cultivation farms, covering 28 items including general farm status, cultivation technique input status, and soil management techniques. Based on the results derived from the analysis of cultivation farms and site conditions, the selection of previous crops for establishing the *A. membranaceus* Bunge cropping system was examined with major crops such as cabbage and chili peppers. However, the growth of *A. membranaceus* Bunge as a subsequent crop was poor in all treatment groups. In selecting organic materials for organic *A. membranaceus* Bunge pest and disease control, an evaluation of six treatments, including *Sophora flavescens* extract, showed that *Sophora flavescens* extract was the most effective, with a control rate of 98.3% against aphids, and mayonnaise oil had the highest control rate of 78.7% against powdery mildew.

Organic materials suitable for organic *A. membranaceus* Bunge cultivation included a treatment of bark 60 + manure 18 + sawdust 9, which showed the highest yield index of 81.1 compared to conventional methods, and the yield was highest when this organic material was applied at 1.5 times the standard amount. Weed control in organic *A. membranaceus* Bunge cultivation was most economical with three manual weeding from May to July after applying black plastic mulching over the entire area, and mulching material for weed control showed the highest underground part yield index of 160.2 when black film was used.

1 연구목표

화학비료 및 합성농약의 사용은 작물에 필요한 영양분을 효과적으로 공급하고 피해를 주는 병해충을 방제하는데 탁월하여 농업에서 작물 다수확의 초기 목표를 손조롭게 달성할 수 있었다. 그러나 노동력과 토지 투입의 최소화를 지속한 결과 집약 농업은 무분별한 농약 및 비료 사용으로 이어져 토양의 질 악화, 수질 오염, 저항성 생물종의 출현 등 농업 전반에 부정적인 영향을 미쳤다(Sugiyama and Vivango, 2010). 유기농업은 이러한 관행 농업의 부작용을 감소시킬 뿐만 아니라 지속할 수 있는 농업을 위한 대안으로 제시되는데(Gomiero et al., 2011), 최근 농림축산식품부는 ‘2050년 농식품 탄소중립 추진전략’에서 지구온난화로 인한 국제사회의 공동 대응을 위한 저투입 농법으로 유기농업을 제안하였다. 유기농업은 녹비작물의 토양 환원과 윤작, 농산물 잔사와 가축분뇨 등 유기질 비료의 토양 투입 등을 통해 토양에 축적되는 유기탄소량을 크게 증가시켜 이산화 탄소를 고정하는 효과가 있고, 화학 비료와 합성농약을 사용하지 않아 이들의 제조 과정에서 발생하는 온실가스를 간접적으로 저감할 수 있다 (Jung et al., 2020). 특히 유기농업은 토양 미생물 개체 수, 미생물체량, 미생물 효소활성을 증가시켜 (Gelsomino et al., 2004) 토양 내 미생물의 종 다양성을 향상시키고 (Mäder et al., 2002), 환경스트레스로부터 작물을 보호하는 역할을 한다고 알려져 있다(Altieri, 2002). 황기(*Astragalus membranaceus* Bunge)는 주로 뿌리를 이용하는 콩과(Leguminosae)에 속하는 다년생 약용작물로 전국 재배면적 173ha(KOSIS, 2022)인 소면적 작물이다. 황기는 서늘한 고랭지 기후에 적합하여 국내에서는 강원도와 충청도, 경상북도와 경기 북부 등 중북부에서 주로 재배하는데 강원도의 경우 전체 재배면적의 43.4%를 차지하며 유기농 황기의 경우 전국 재배면적의 94%인 7.2ha를 차지한다. 그러나 유기농 황기는 전국 재배면적이 7.7ha에 불과하여 생산량이 매우 적을 뿐 아니라 생산농가에 따라 현장에서의 투입기술에 큰 차이가 있어 생산되는 유기농 황기의 품질 표준화가 미흡한 실정이다. 또한 현재까지 개발된 유기농 황기 재배기술이 매우 적을 뿐 아니라 체계화된 종합 재배기술이 없어 재배농가가 현장에 투입하기에 어려움이 많다. 이로 인해 본 연구에서는 기 개발된 단위기술을 개선하고 기존의 유기재배 선도농가들의 현장기술을 평가하여 현장 적용이 용이한 종합생산기술로써 체계화하고자 수행하였다.

〈제3세부과제 : 황기 유기농재배 종합생산기술 현장실증 연구〉

(시험 1) 황기 재배 환경요인 및 현황 분석

본 시험은 2021년 강원특별자치도에 위치한 황기 재배지를 대상으로 재배유형별 주요 환경요인 및 현황을 분석하고자 황기 유기 재배지와 관행 재배지를 각 2개소씩 선정하여 재배지의 고도, 경사, 향, 토양 이화학적, 토양 미생물체량 등 다양한 환경 요인 및 현황을 분석하였다. 황기 재배지는 재배유형별로 1년생과 2년생을 각 1개소씩 선정하였으며 유기 재배지의 경우 방임 관리 중인 재배지를 제외하고 적절한 재배 관리로 생육이 양호한 곳을 선정하였으며 관행 재배지는 생육이 양호하며 표준 재배기술에 준하여 관리되는 재배지로 선정하였다. 선정된 유기농 재배지의 경우 황기 주요 재배지인 정선군에서는 조건에 맞는 재배지를 찾기 어려워 홍천군 1필지, 인제군 1필지를 선정하였으며 관행 재배지는 정선군에서 2필지를 선정하였다.(표 1).

(시험 2) 황기 재배 현장투입 기술요인 및 현황 분석

본 시험은 2021년 황기를 재배하는 전국 농가를 대상으로 황기 재배에 투입하는 기술 및 농자재 등 재배 현황을 분석하고자 직접 면담 및 설문 방식으로 실시하였으며 대상 지역은 주요 황기 재배지인 강원특별자치도 삼척시, 태백시 홍천군, 정선군, 인제군, 철원군 6개 시군과 충청북도 제천시, 경상북도 영주시였다(표 5). 설문 문항은 재배농가의 연령 등 농가 일반 현황, 파종 시기, 이랑 성형 등 일반 재배기술, 병해관리용 농자재 종류 등 병해충 관리기술로 나뉘 총 28 문항이었으며 통계 처리가 용이하도록 1에서 5까지 단계별로 구성하였다.

(시험 3) 황기 주요 병해충 발생양상 및 피해도 조사

본 시험에서는 시험 1에서 선정한 재배유형별 황기 재배지 4개소를 대상으로 4월에서 10월까지 황기 재배지에 발생하는 주요 병해충 발생 양상 및 피해도에 대해 조사하였다. 황기에 발생하는 병해충 발생 및 피해도는 연구조사 분석기준에 따라 실시하였다.

(시험 4) 황기 재배유형별 생육 특성 및 수량 평가

본 시험에서는 시험 1에서 선정한 재배유형별 황기 재배지 4개소를 대상으로 4월에서 10월까지 재배지별 황기 생육특성을 조사하고 경제성 분석을 실시하였다. 황기 생육특성은 연구조사 분석기준에 따라 실시하였다.

(시험 5) 유기농 황기 작부체계 확립을 위한 전작물 선정

본 시험은 황기 연작시 발생하는 연작장해를 경감하기 위한 작부체계 확립을 위해 강원특별자치도의 주요 작물인 배추와 콩, 고추를 대상으로 전작물 선정 여부를 검토하였다. 각 전작물은

1년생 황기를 수확한 재배지에 일반재배기술에 따라 재배되었으며 수확 후 황기를 다시 재배하여 처리구별 생육특성과 병 발생율, 토양 이화학성 및 미생물 상 등을 조사하였다.

(시험 6) 유기농 황기 병해충 방제에 적합한 유기농자재 선발

본 시험은 유기농 황기 재배시 지상부에 발생하는 주요 병해충 방제에 적합한 유기농자재를 선발하기 위해 시험 2에서 재배농가의 현장 투입 기술 요인 중 병해충 방제에 사용하는 고삼 추출물 등을 대상으로 방제효과를 검토하였다.

(시험 7) 유기농 황기재배에 적합한 기비용 유기질비료 선발

본 시험에서는 유기농 황기재배를 위한 기비용 유기질비료를 선발하기 위해 시험 2의 재배농가별 현장 투입 기술 요인 중 기비용 유기농자재로 사용하는 혼합유기농자재 등을 대상으로 황기 파종 전 기비로 투입하여 생육특성과 수량, 경제성 등을 검토하였다.

(시험 8) 유기농 황기 잡초방제기술 개발

본 시험은 황기 유기농 재배로의 전환 또는 유기농 재배시 경영 측면에서 가장 어려운 잡초 관리에 대한 경제성을 검토하고자 시험 2에서의 재배농가 현장 투입 기술 요인 중 유기재배농가의 잡초 관리 방법 및 제초 횟수, 시기 등을 정량화하여 실시하였다.

(시험 9) 황기 기비처리용 유기농자재 적정 시용량 설정

본 시험은 시험 6에서 수량과 경제성이 가장 높은 시험 처리 내용에 따라 적정 시용량 설정을 위해 검정 시비량을 배량 처리하여 실시하였다.

(시험 10) 황기 잡초방제용 멀칭재 선발

본 시험에서는 효과적인 잡초 관리를 위한 멀칭재 선발을 위해 흑색필름 등 4종의 멀칭재를 무멀칭과 비교하여 황기 생육 특성 및 지하부 수량을 평가하였다.

3 결과 및 고찰

<제3세부과제 : 황기 유기농재배 종합생산기술 현장실증 연구>

(시험 1) 황기 재배 환경요인 및 현황 분석

선정한 재배유형별 황기 재배지는 4개소 모두 300~500m 지대인 준고랭지에 위치하였으며 경사도는 3개소가 10~20° 이고, 1개소는 완만한 평지에 위치하였다. 재배지 경사면은 남동향에서 서향으로 일조량이 양호한 조건이었다(표 1 및 그림 1).

표 1. 황기 재배유형별 재배지 4개소 현황(고도, 경사, 향 등)

연번	유형	년생	재배지	지번	면적(m ²)	고도(m)	경사도(°)	향방향
1	유기농	1	O-W49	홍천군 남면 유치리 49	850	302	0	-
2		2	O-G67	인제군 인제읍 가리산67	4,500	516	10	남동
3	관행	1	C-G735	정선군 남면 광덕리 735	7,000	383	20	남동
4		2	C-W207	정선군 신동읍 운치리 207	4,350	307	10	서

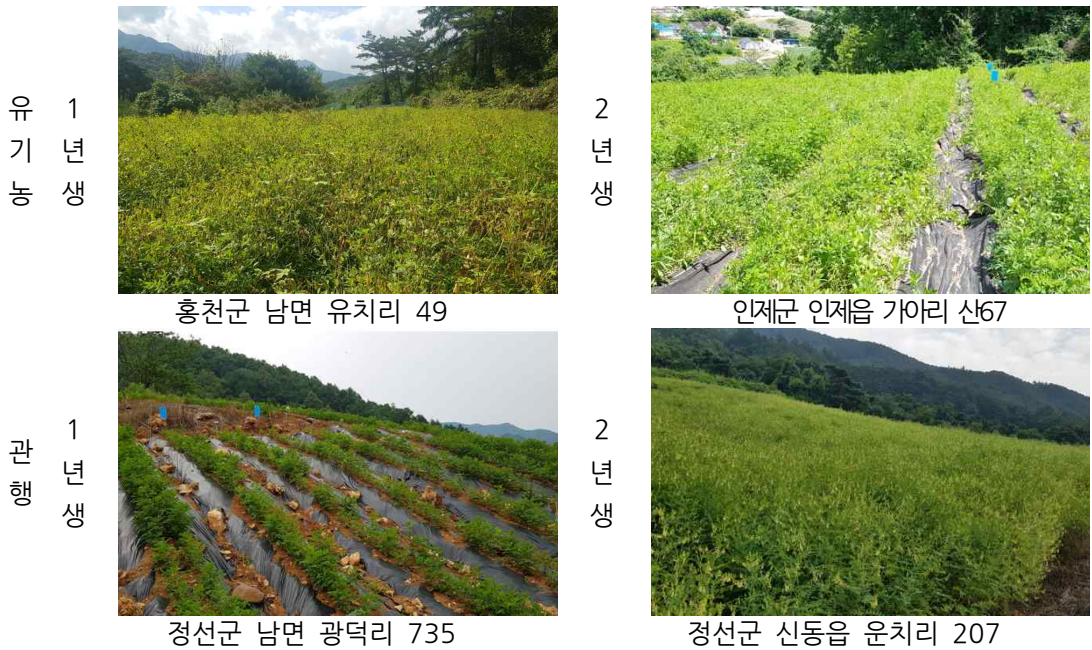


그림 1. 황기 재배유형별 조사대상 재배지 4개소 현황

황기 재배지별 토양 물리성 분석 결과, 4개소의 A층 깊이는 유기농 재배지가 30~40cm로 관행 재배지 22~25cm보다 다소 높았고 용적밀도도 유기농 재배지가 1.31~1.58Mg m⁻³(표토 기준)로 관행재배지보다 0.21~0.38Mg m⁻³ 낮았다. 재배지별 중량수분함량은 관행 재배지가 유기농 재배지보다 높았다(표 2).

표 2. 황기 재배유형별 재배지 4개소 토양 물리성

유형	재배지	중량수분 함량(%)	용적밀도 (Mg m ⁻³)	공극률 (%)	삼상(%)			A층 (cm)	
					고상	액상	기상		
유기농	O-W49	표토	14.5	1.31	50.6	49.4	19.0	31.6	30
		심토	14.9	1.44	45.7	54.3	21.4	24.3	
	O-G67	표토	10.7	1.58	40.5	59.5	16.9	23.5	40
		심토	13.0	1.54	41.9	58.1	19.9	22.0	
관행	C-G735	표토	18.8	1.10	58.3	41.7	20.8	37.5	22
		심토	28.3	1.22	54.1	45.9	33.6	20.5	
	C-W207	표토	16.2	1.20	54.9	45.1	19.1	35.8	25
		심토	21.2	1.35	49.1	50.9	28.7	20.4	

황기 재배지 4개소의 토성은 재배지역에 따라 차이를 나타냈는데 홍천지역과 인제지역은 모래를 많이 함유한 사양토 특성과 검은색을 띄고 정선지역 재배지의 경우 점토가 많이 포함된 사양토 특성과 붉은색을 띄었다. 또한 재배지 4개소의 모두 비교적 입단 발달이 양호하였다(그림 2).

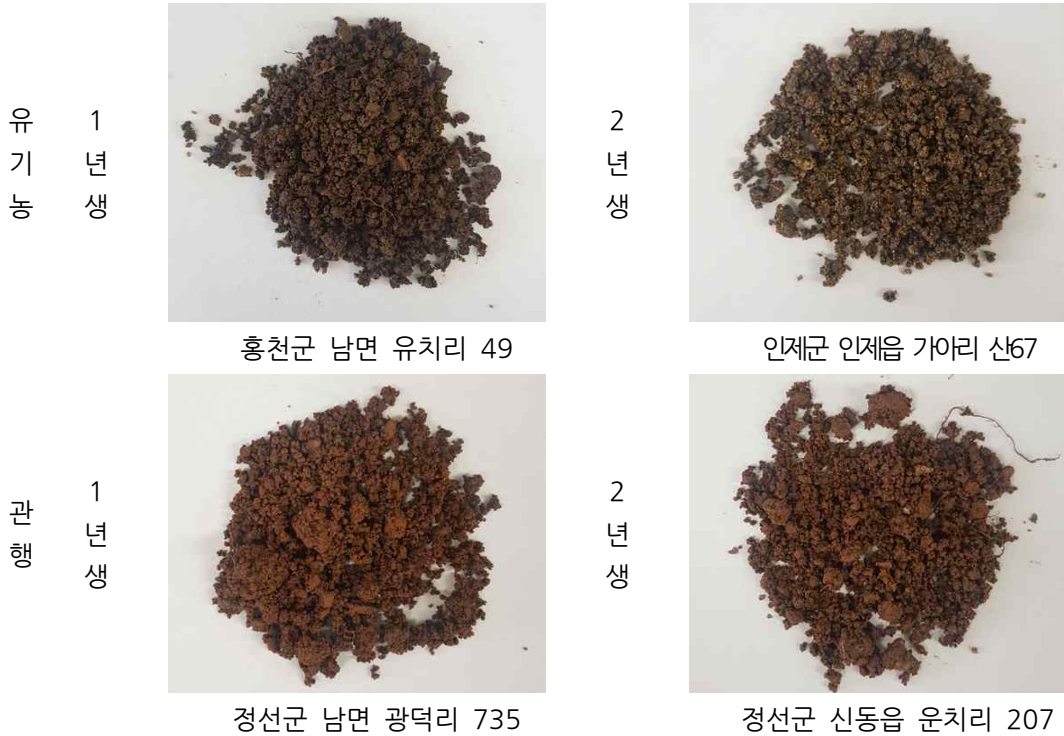


그림 2. 조사대상 재배지 4개소 토성 및 입단 비교

재배유형별 4개소 토양 시료의 화학성 분석 결과, pH는 3개소가 황기 재배에 적합한 적정 범위를 초과하였으며 EC는 관행 재배지(0.85~0.89)가 유기농 재배지(0.15~0.29)보다 높은 경향을 보였고 유기물함량은 유기농 재배지가 높은 경향을 보였다. 그 외 칼슘과 칼륨, 마그네슘 등은 큰 차이가 없었다(표 3).

표 3. 조사대상 재배지 4개소 토양 화학성 분석 결과

유형	재배지	산도 (pH)	EC (dS/m)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온(cmol _c /kg)		
						K	Ca	Mg
유기농	O-W49	7.76	0.29	23	24	0.48	12.6	3.92
	O-G67	6.89	0.15	11	113	0.37	17.6	3.63
관행	C-G735	6.32	0.89	19	33	1.14	10.1	2.53
	C-W207	8.05	0.85	14	72	0.77	4.1	1.03
적정범위*		6.0~6.5	2 이하	25~30	150~250	0.45~0.55	5.0~6.0	1.5~2.0

*: 농촌진흥청 국립농업과학원. (2019).「작물별 비료사용처방」 황기. p308-309.

호기성 세균의 경우 재배유형과 상관없이 재배지에 따라 차이를 보이는데 1년생 관행 재배지 C-G735에서 가장 높았고 2년생 관행 재배지 C-W207에서 가장 낮았으며 재배지 4개소 모두 집중 강우기(8월)에 호기성 세균수가 가장 낮아지는 경향을 보였다(그림 3).

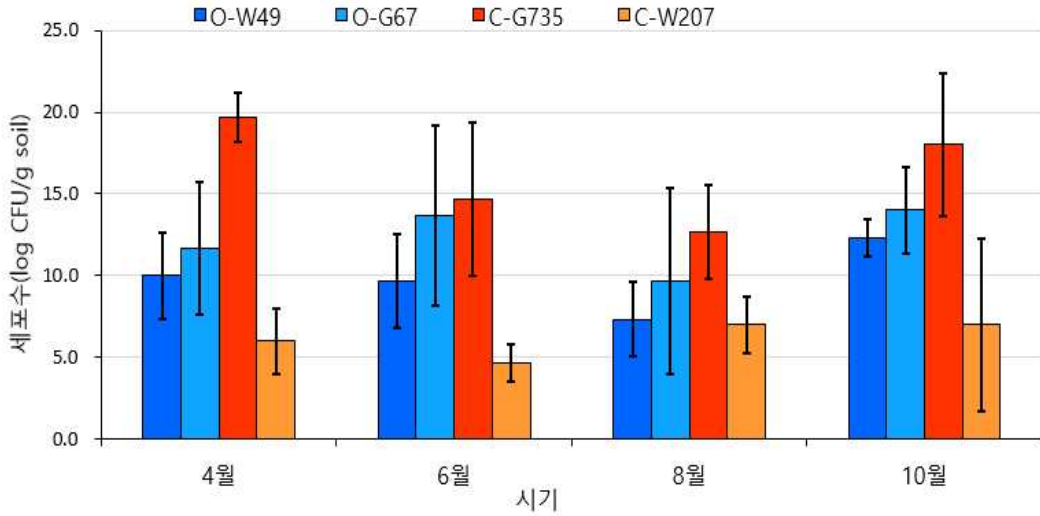


그림 3. 조사대상 재배지 시기별 Aerobic Bacteria($\times 10^6$) 미생물체량

곰팡이균의 경우 8월까지 감소하는 경향을 보이거나 재배지에 따라 감소 정도가 다르며 8월 이후에는 지하부 토양전염병 정도가 높은 재배지 2개소(O-G67, C-W207)에서 증가폭이 가장 높은 경향을 보였다(그림 4).

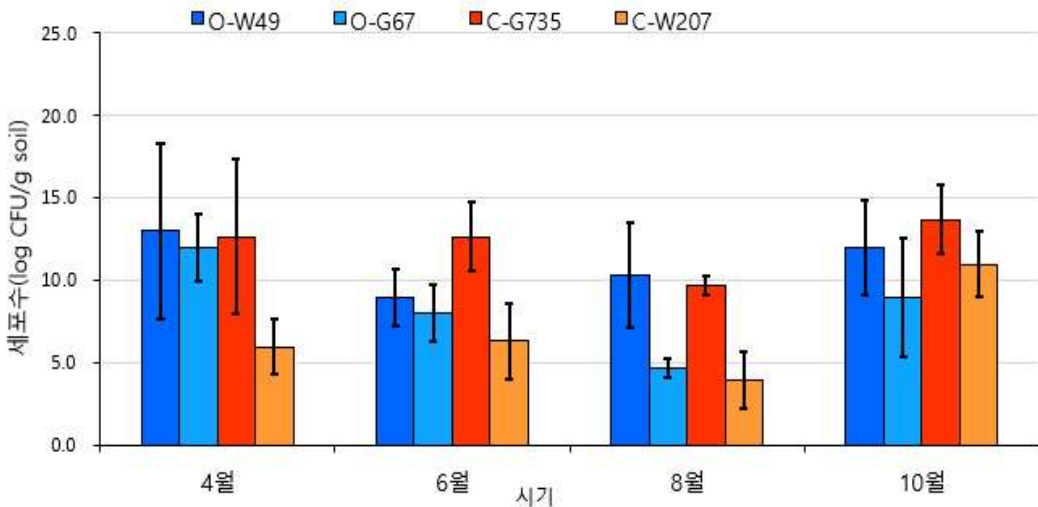


그림 4. 조사대상 재배지 시기별 Fungi($\times 10^3$) 미생물체량

주로 대기 질소의 결합 능력을 통해 식물의 뿌리와 공생관계를 하는 *Azotobacter* sp.의 경우 중성 및 알칼리성 토양에서 주로 발견되는데 재배지 4개소 중 pH가 비교적 높은 1년생 유기농 재배지인 O-W49에서 가장 높았으나 pH가 가장 높았음에도 불구하고 2년생 관행 재배지 C-W207에서는 낮은 밀도를 보였다(그림 5).

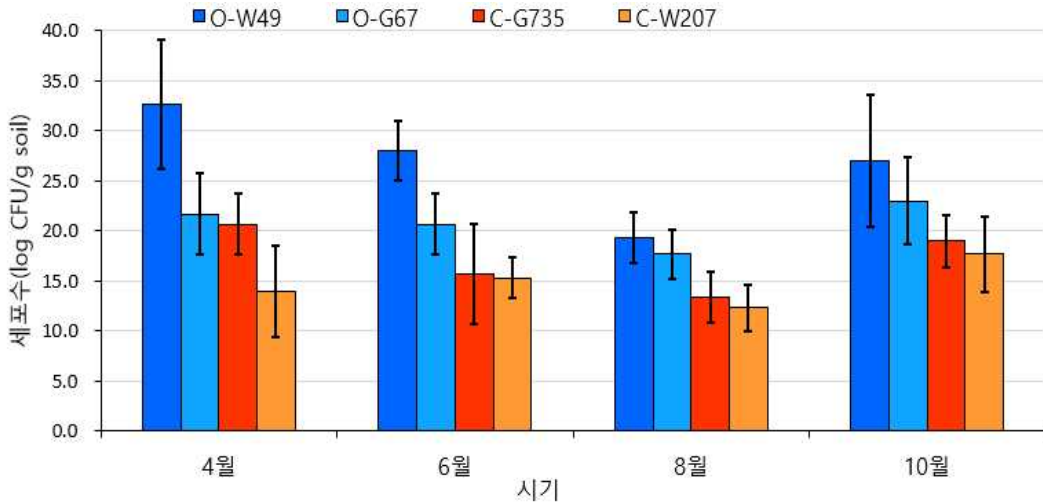


그림 5. 조사대상 재배지 시기별 *Azotobacter* sp.($\times 10^3$) 미생물체량

방선균은 cellulase, hemicellulase와 chitinase 등의 효소를 생산해 유기물을 분해하여 토착미생물들과 공생관계를 가지거나 작물의 생육촉진 등의 작용을 하는 미생물로 알려져 있는데 방선균은 재배지 3개소에서는 비슷한 수준을 보이나 2년생 관행 재배지 C-W207에서 유의적으로 가장 낮은 밀도를 보였다(그림 6).

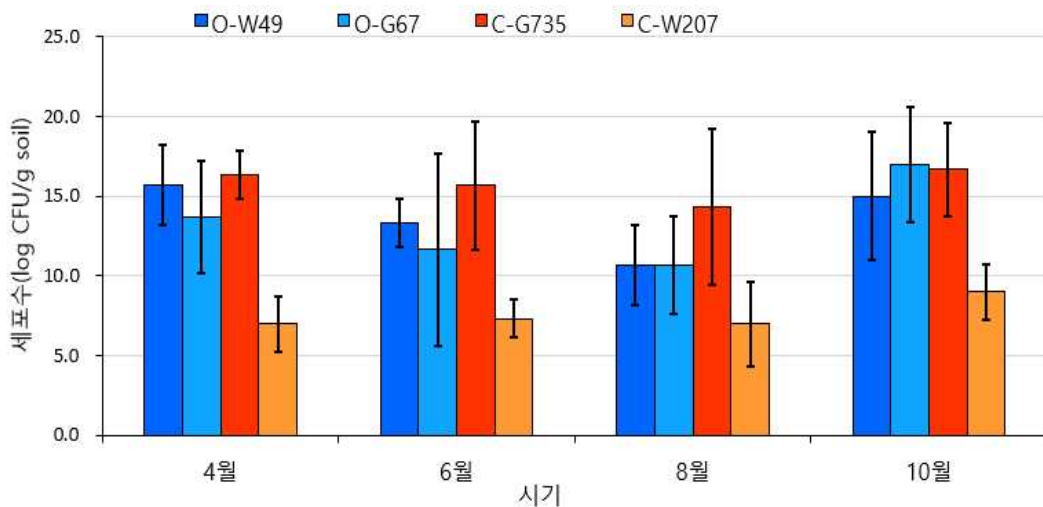


그림 6. 조사대상 재배지 시기별 Actinomycetes($\times 10^5$) 미생물체량

형광성 *Pseudomonas* 속 세균은 재배유형과 시기에 상관없이 비슷한 수준을 보였다(그림 7).

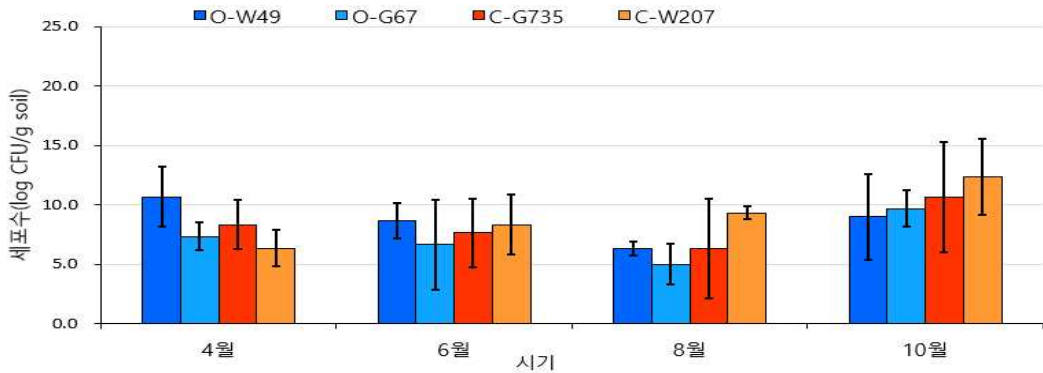


그림 7. 조사대상 재배지 시기별 Fluorescence *Pseudomonas* sp.($\times 10^4$) 미생물체량

총 4개소의 시기별 토양미생물 다양성 지수(ACE Index)는 생육초기(4월) 1년생 재배지의 경우 유기농 재배지와 관행 재배지가 비슷한 수준이나 2년생 재배지의 경우 유기농 재배지가 771.5로 관행 재배지 495.6보다 약 64.2% 높았다. 총 4개소의 시기별 토양미생물 다양성 지수는 관행 재배지와 비교하여 유기농 재배지에서 높은 경향을 보였는데 시기에 따라 다양성 지수가 유기농 재배지에서는 비교적 안정적이거나 관행 재배지에서는 급격히 변화하는 경향을 보였다. 또한 재배 유형에 상관없이 다양성 지수가 생육 초기(4월)에서 생육 중기(8월)에 이르면서 감소하는 경향을 보이며 생육 후기(10월)에는 다시 증가하는 경향을 보이는데 이는 생육 중기에 장마철 집중 강우 등을 지나면서 토양전염성 병해 등이 급격히 증가하는 시기와 일치하였다(그림 8).

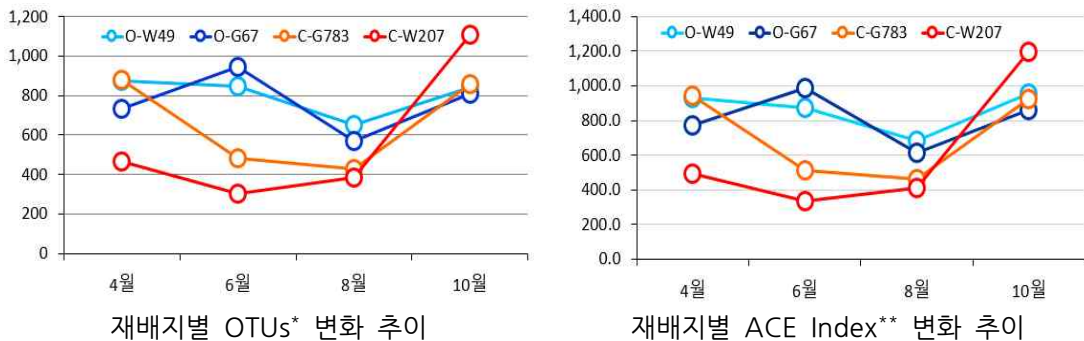


그림 8. 조사대상 재배지 4개소 시기별 토양미생물 군집 다양성 변화 추이

- *: Operational Taxonomic Unit: 임의의 수준으로 설정한 분류 단위로 해당 결과에서는 종 단위를 뜻함. 전체 read에서 singleton(read 1개로 구성된 OTU)을 제외한 OTU의 비율로 계산하는 다양성 지수로 값이 클수록 read수를 증가시켜도 새로운 종이 발견될 확률이 낮아짐
- ** : ACE Index: "Richness"에 초점을 맞춘 index로 값이 클수록 다양성이 높으며 Rare OTU(singleton 및 doubleton)의 비중으로부터 추산하는 다양성 지수로 이 비중이 높을수록 발견되지 않은 종이 많다고 판단하여 다양성 지수를 높게 추정함

(시험 2) 황기 재배 현장투입 기술요인 및 현황 분석

황기 친환경인증농가의 연령과 재배경력은 관행농가에 비해 낮았으며, 재배면적은 유기농인증 농가가 평균 5,212㎡로 가장 작고 관행농가가 28,228㎡, 무농약인증농가 32,534㎡ 순으로 넓었다(표 5). 소득 기준으로 전체 영농규모에서 황기 재배규모가 차지하는 비율은 관행농가가 친환경인증농가에 비해 높았으며, 친환경인증농가의 경우 전체 영농규모에서 그 비율이 10% 이하인 농가가 40%를 차지했다. 황기 재배시 농자재 구입에 소요되는 비용은 관행농가와 비교하여 친환경인증농가의 66.7%가 1,000㎡ 당 5만원 미만으로 투입 비용이 낮았으며 황기 재배시 장애요인으로는 친환경인증농가의 경우 판로확보의 어려움이 43%로 가장 높게 인식하고 있으나 친환경인증유형에 따라 유기농인증농가는 안정적인 판로를 확보하고 있는 반면 무농약인증농가는 판로 확보가 불투명한 경우가 많았다(그림 9).

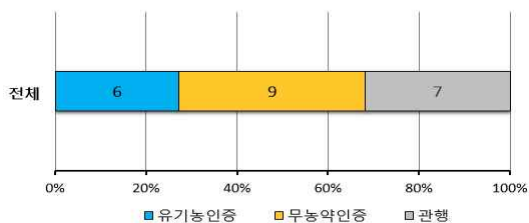
표 4. 전국 황기 친환경인증 농가 현황(2021. 1. 기준)

인증구분	지역								
	합계	강원	경기	경북	충남	충북	전남	전북	
유기농 인증	농가수	12	7	2	2	-	-	-	1
	면적(㎡)	40,590	35,300	375	4,585	-	-	-	330
무농약 인증	농가수	28	19	1	2	1	1	1	3
	면적(㎡)	352,640	342,546	1,500	4,967	1,993	500	1,000	134

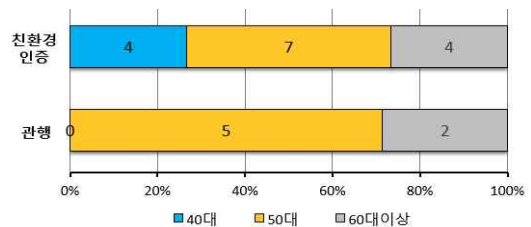
표 5. 황기 친환경인증 및 관행재배 실태조사 응답 농가 현황

인증구분	지역								
	합계	강원	경기	경북	충남	충북	전남	전북	
유기농 인증	농가수	7	6	-	1	-	-	-	-
	면적(㎡)	36,485	32,900	-	3,585	-	-	-	-
무농약 인증	농가수	8	8	-	-	-	-	-	-
	면적(㎡)	227,737	227,737	-	-	-	-	-	-
관행	농가수	7	3	-	-	-	4	-	-
	면적(㎡)	197,600	110,100	-	-	-	87,500	-	-

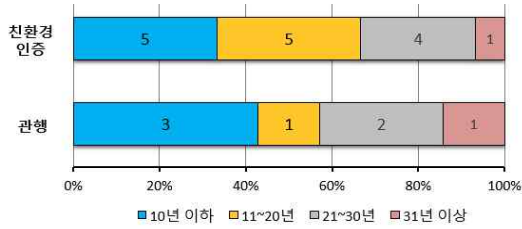
<인증유형>



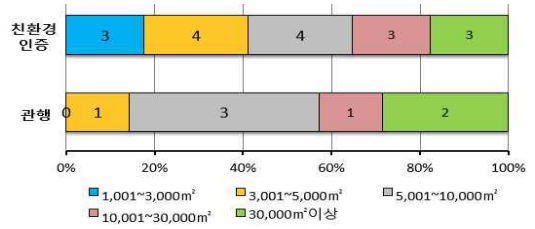
<연령>



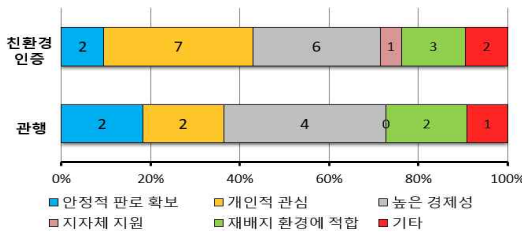
<황기 재배경력>



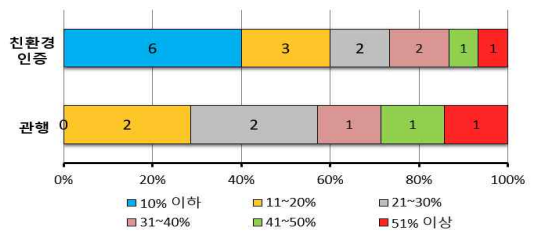
<황기 재배면적>



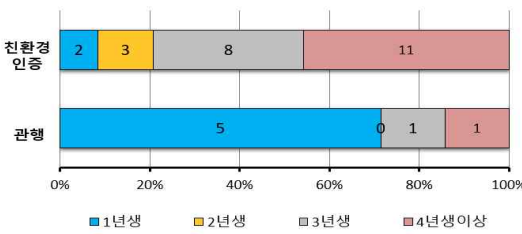
<황기 재배 동기> ※중복 답변 포함



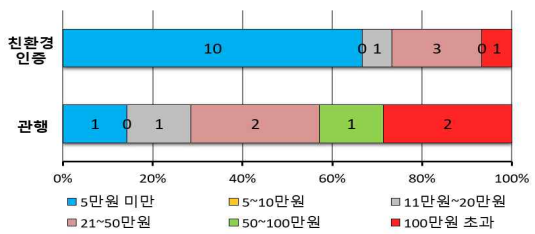
<전체 영농규모 대비 황기 재배비율(소득 기준)>



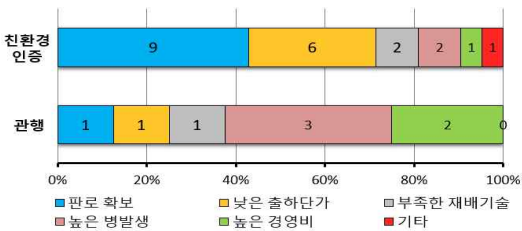
<황기 수확 년생> ※중복 답변 포함



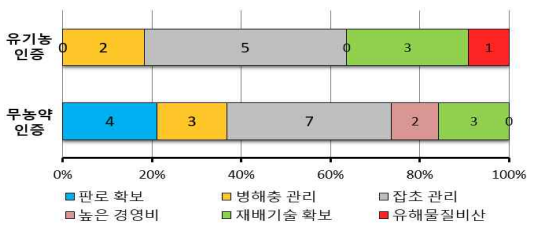
<황기 재배시 농자재 구입비용(1,000m² 기준)>



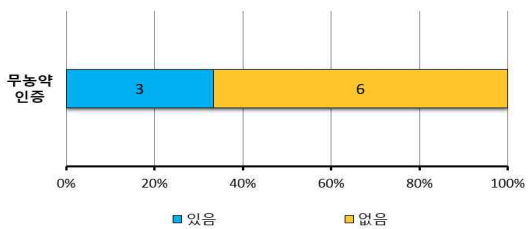
<황기 재배시 장애요인> ※중복 답변 포함



<친환경 재배시 장애요인> ※중복 답변 포함



<유기농인증 전환 의향 여부>



<유기농재배 전환 기피 요인> ※중복 답변 포함

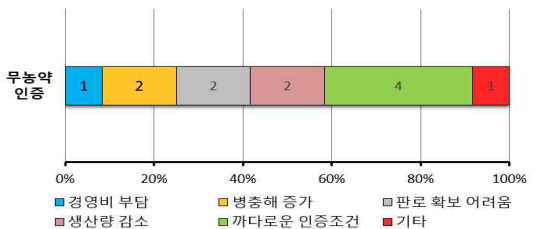


그림 9. 황기 실태조사 응답 재배농가 일반 현황

황기 일반재배기술에서는 파종 시기의 경우 재배유형과 상관없이 3월 하순부터 4월 상순이 가장 많았으나 두둑 높이의 경우 친환경인증농가는 평휴가 많았으나 관행 재배농가는 30~39cm 로 비교적 고휴 재배가 많았다. 파종 방법에서도 관행 재배농가는 대부분 점뿌림과 줄뿌림하였으나 친환경인증농가의 경우 흩어뿌림도 다수 차지했다. 멀칭 실시 여부에서도 친환경인증농가는 멀칭 하지 않는 농가가 87%를 차지했으나 관행 재배농가는 57%로 다소 낮았다. 적심 실시와 관련하여 관행농가의 경우 모든 농가가 실시하고 있었으나 친환경인증농가의 경우 60%만이 실시하였으며 적심 횟수에서도 관행 농가가 많았다(그림 10).



그림 10. 황기 실태조사 응답 재배농가 일반재배기술 현황(이랑성형, 멀칭, 파종 간격 등)

토양 및 양분관리기술에서 밀거름과 덧거름 사용은 유기농인증농가의 경우 유박과 가축분 등 유기농자재를 적극적으로 시비하고 있었으나 무농약인증농가의 경우 재배기간 동안 밀거름과 덧거름을 일체 사용하지 않는 농가가 무농약인증농가의 75%(8농가 중 6농가)를 차지하였다. 작물생육용 농자재는 친환경인증농가 중 26.7%(15농가 중 4농가)가 미생물제제 등을 사용하고 있으나 대부분 농가에서는 사용하지 않았다. 황기 예정지 관리는 재배유형과 상관없이 거의 실시하지 않으며 친환경인증농가의 경우 타작물을 자유롭게 재배하는 윤작 형태가 많고 관행농가의 경우 재배지 단기 임차를 통해 재배하는 경우가 많았다(그림 11).

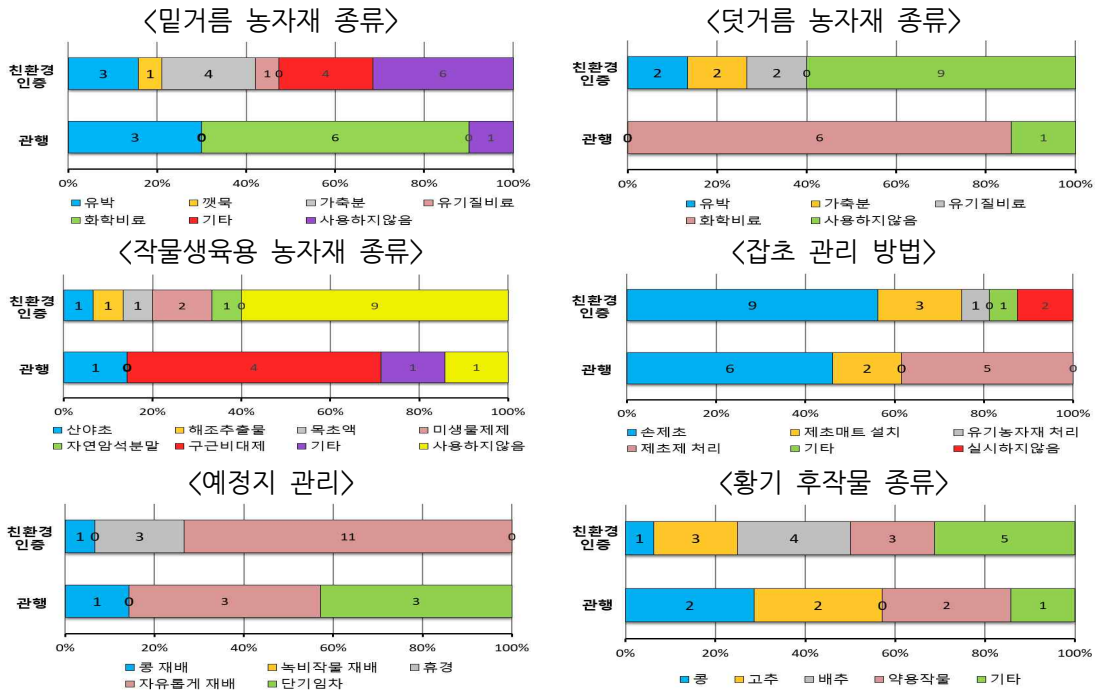


그림 11. 토양 및 양분관리기술(시비 종류 및 방법, 윤작 등)

친환경인증농가의 경우, 병해관리를 위한 농자재 사용으로 유황 및 식물 유래 농자재를 4농가 (26.6%)가 사용중이었고 관행농가는 83%의 농가가 등록약제를 적극적으로 사용하고 있었으며 모두 흰가루병, 노균병 등 지상부 병해에 국한되어 있었다(그림 12).

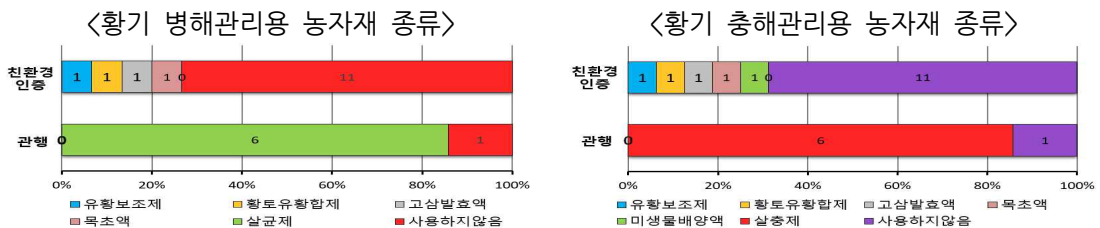
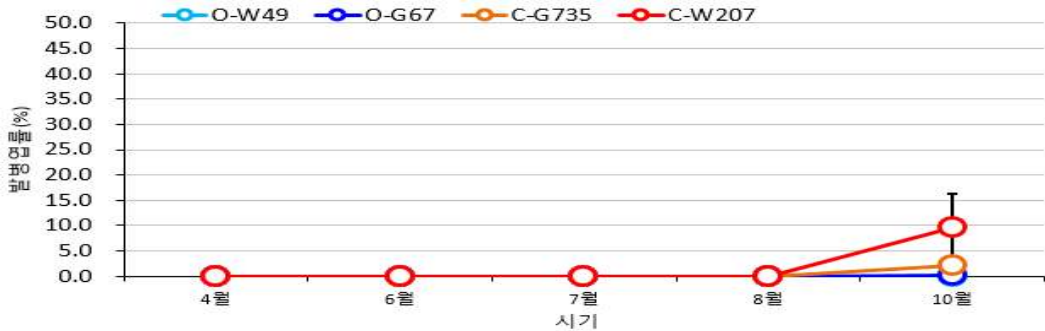


그림 12. 병해충 관리기술(병충해 농자재 종류)

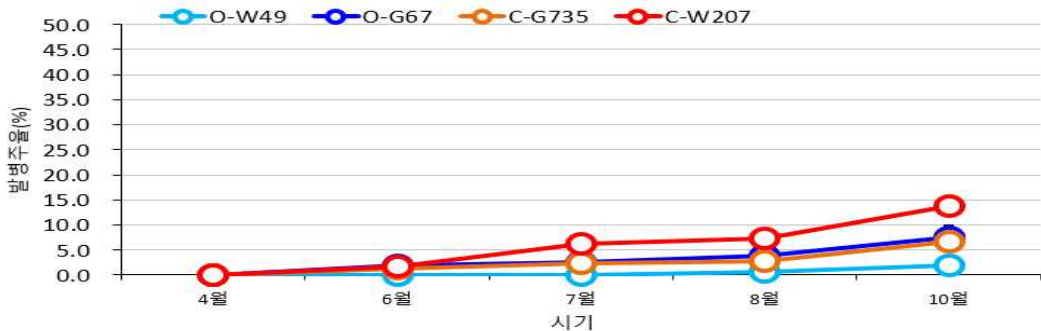
(시험 3) 황기 주요 병해충 발생양상 및 피해도 조사

황기 흰가루병은 다습한 환경에서 발생하는데 재배지 4개소 모두 8월까지 흰가루병이 발생되지 않았으나 재배농가의 중점 방제기간(6~8월)이 지난 10월부터 관행 재배지 2개소에서 일부 발생하였다(그림 13). 황기 토양전염병 발생 정도는 7월 이후 증가하는 경향을 보이며 2년생 재배지가 1년생 재배지보다 2배 이상 높은 경향을 보였다. 재배유형에 따른 토양전염병 발생 정도는 유기농 재배지보다 관행 재배지에서 다소 높은 경향을 보였다(그림 14).



* 발병엽률 : (발병엽수/조사엽수) × 100

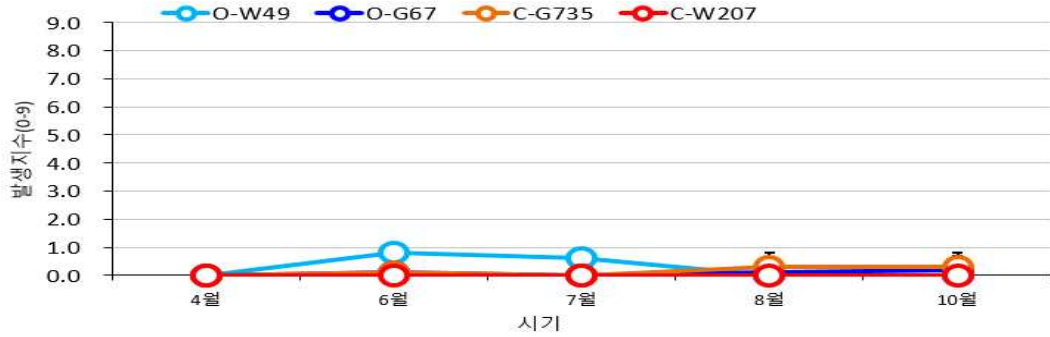
그림 13. 조사대상 재배지 4개소 시기에 따른 흰가루병 발생 양상



* 발병주율 : (발병주수/조사주수) × 100

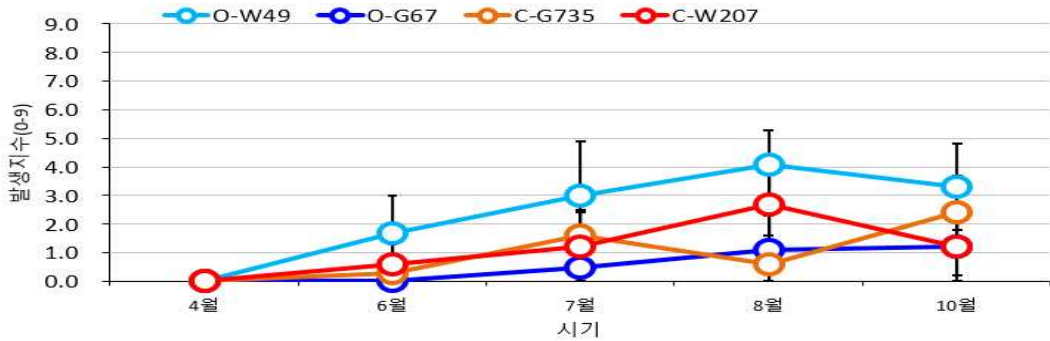
그림 14. 재배유형별 4개소 시기에 따른 토양전염병(시들음병 및 뿌리썩음병) 발생 양상

황기 재배지 4개소 모두 총해 중 진딧물은 크게 발생하지 않았다(그림 15). 황기 관행 재배시 응애 방제를 위한 적절한 화학약제의 사용으로 관행 재배지가 유기농 재배지와 비교하여 응애 발생지수가 낮았다(그림 16). 황기에 발생하는 노린재류는 이동성과 생존율이 높아 유기농자재를 통한 방제가 어려우나 관행 재배의 경우 살균제 및 살충제의 예방적 혼합 살포로 발생지수가 비교적 낮았다(그림 17).



* 발생지수 : 0(무발생), 1(1~10마리/엽), 3(11~50마리/엽), 5(51~100마리/엽), 7(101~200마리/엽), 9(201마리 이상/엽)

그림 15. 재배유형별 4개소 시기에 따른 총해(진딧물) 발생 양상



* 발생지수 : 0(무발생), 1(1~5마리/엽), 3(6~10마리/엽), 5(11~50마리/엽), 7(51~100마리/엽), 9(101마리 이상/엽)

그림 16. 재배유형별 4개소 시기에 따른 총해(응애) 발생 양상

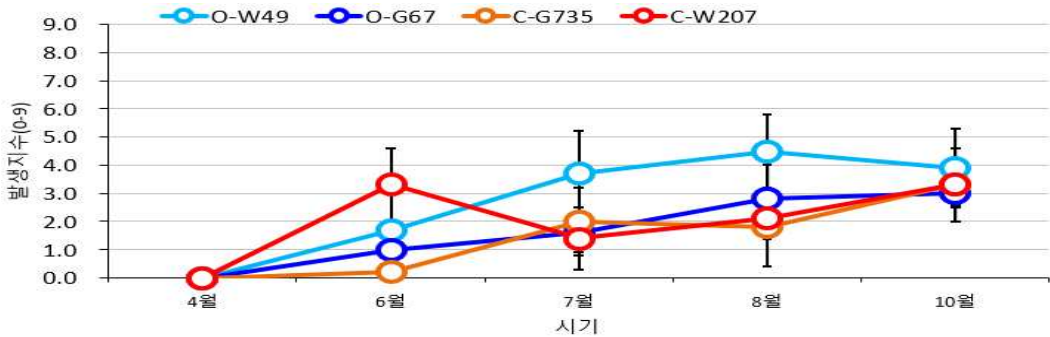


그림 17. 재배유형별 4개소 시기에 따른 총해(노린재류) 발생 양상

황기에 발생하는 나방류는 관행 재배시 살충제의 예방적 살포로 방제가 가능하여 관행 재배지 2개소에서 발생지수가 매우 낮았으나, 유기농 재배지 O-W49에서는 높은 수준으로 발생했고 잡초와 혼재된 재배지 O-G67에서는 발생 지수가 비교적 낮았다(그림 18).

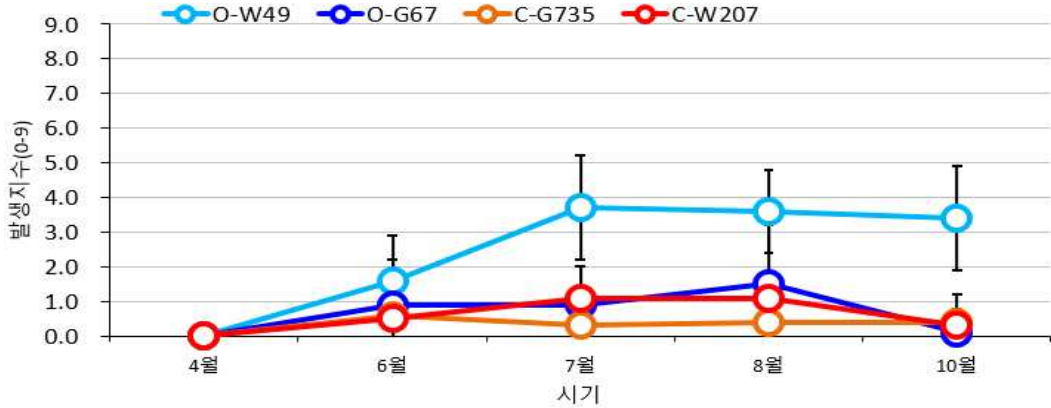


그림 18. 재배유형별 4개소 시기에 따른 총해(나방류) 발생 양상

황기에 발생하는 굴파리류는 관행 재배시 살충제를 통한 방제가 가능하나 발생과 피해 정도가 높지 않아 재배지 4개소 모두 비슷하게 발생하였다(그림 19).

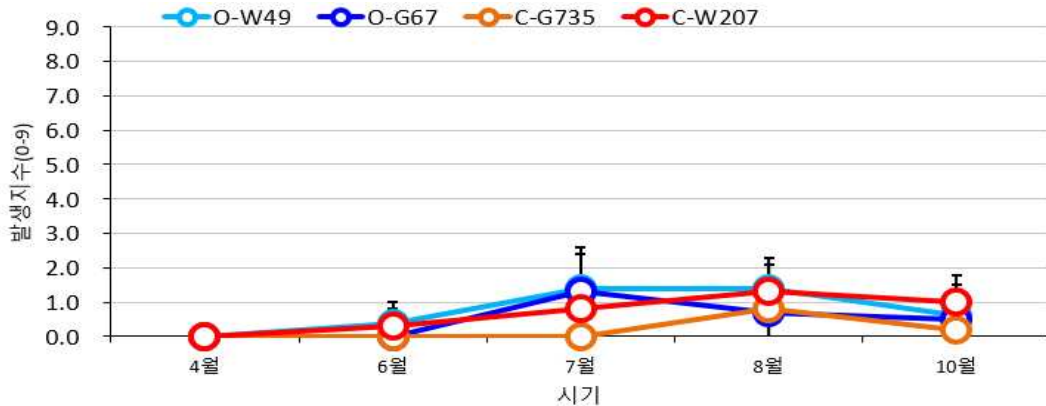


그림 19. 재배유형별 4개소 시기에 따른 총해(굴파리류) 발생 양상

(시험 4) 황기 재배유형별 생육 특성 및 수량 평가

초장 및 경 굵기, 분지수 등 황기 년생이 증가할수록 유의적으로 증가하는 지상부 특성의 경우, 관행 재배지 2개소에서는 C-G735 재배지와 비교하여 C-W207 재배지가 유의적으로 높았다. 그러나 유기농 재배지에서는 농가의 재배관리 미흡으로 인해 모든 생육 특성에서 1년생 재배지 O-W49보다 유의적으로 낮은 생육 특성이 나타났다. O-G67 재배지의 경우, 농가 사정에 의해 잡초 관리가 특히 미흡하여 잡초에 의한 양분 경쟁과 광합성 저해가 심각하였으며 이로 인한 개체의 웃자람 등으로 경 굵기와 분지수, 복엽수가 크게 감소하였다(표 6).

표 6. 황기 재배유형별 4개소 지상부 생육 특성

유형	년생	재배지	초장 (cm)	경굼기 (cm)	분지수 (개)	복엽수 (개)	엽병장 (cm)	경소엽 기근 (cm)	경소엽 서토 (cm)
유기농	1	O-W49	84.5a	0.9ab	8.8b	102.6a	7.1a	2.3a	1.4a
	2	O-G67	139.0b	0.6a	3.8a	61.5a	10.3a	2.1a	1.2a
관행	1	C-G735	123.6ab	0.9ab	9.0b	135.9a	8.2a	2.6a	1.7a
	2	C-W207	143.8b	1.3b	15.6c	734.9b	7.3a	2.1a	1.3a

* DMRT(p<0.05)

토양전염성 병해에 의한 지하부 발병 정도는 재배유형에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않으나 년생이 증가할수록 발병율이 유의적으로 증가하는 특성을 보였다(표 7).

표 7. 황기 재배유형별 4개소 지하부 발병 특성

유형	년생	재배지	시들음병(0-9)	뿌리썩음병(0-9)	발병율(%)
유기농	1	O-W49	0.0a	0.0a	0.0a
	2	O-G67	0.0a	0.9ab	4.9ab
관행	1	C-G735	0.0a	0.1a	0.3a
	2	C-W207	0.1a	1.6b	9.4b

* DMRT(p<0.05)

황기 지하부 수량은 일반적으로 연생이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보이는데 관행재배의 경우 C-G735와 C-W209의 결과가 이와 일치하였다. 그러나 유기농재배의 경우 농가 사정에 의해 투입기술 정도에 큰 차이가 발생해 1년생 재배지 O-W49가 2년생 재배지인 O-G67보다 생근수량 및 건근수량에서 유의적으로 높은 경향을 보였다(표 8 및 그림 20).

표 8. 황기 재배유형별 4개소 지하부 수량 특성

재배 유형	재배지	근장 (cm)	근경 (mm)	지근수 (개/주)	주당 생근중 (g/주)	주당 건근중 (g/주)	건근율 (%)	생근수량 (kg/10a)	건근수량 (kg/10a)	지수
유기농	O-W49	32.7a	15.0a	5.0ab	35.9a	14.1a	40.0a	251.7b	100.7b	59.3
	O-G67	35.0a	13.6a	3.8a	25.3a	9.6a	38.5a	137.1a	52.4a	30.9
관행	C-G735	39.3b	14.8a	4.1a	27.8a	11.3a	40.2a	195.8ab	79.2ab	46.7
	C-W207	33.5a	21.3b	6.9b	71.0b	28.7b	40.0a	422.8b	169.7b	100.0

* DMRT(p<0.05)

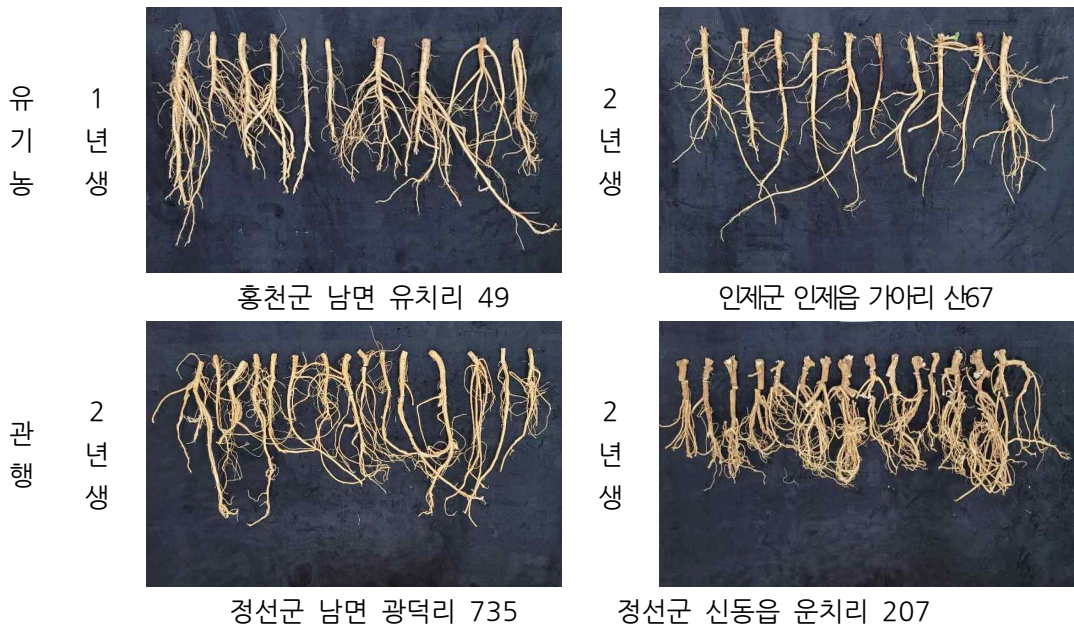


그림 20. 재배유형별 4개소 지하부 수량 특성

약용작물은 경기에 매우 민감하여 호황기와 불황기 파악에 의한 경영관리가 중요한데 호황기에는 경영비(투입비)를 높여 높은 생산량을 통한 소득 극대화를 달성하고 불경기에는 경영비를 줄여 낮은 생산량을 보전하는 것이 중요하다. 또한 황기는 지하부를 식품 또는 약재 등으로 사용하는 약용작물로 생산량(건근수량(kg/10a))을 결정하는 요인으로 면적당 개체 생존율, 지하부 근중(g), 지하부 병 발생율 등이 있으며 이들에 의해 큰 영향을 받는다. 황기의 개체 생존율과 지하부 병 발생율은 토양전염병 발생 정도에 따라 큰 영향을 받는데 현재까지 토양전염병 등록약제가 없어 재배유형(관행 및 유기재배)별 토양전염병 피해에 의한 수량 차이가 없었다. 조사대상 재배지 4개소에서 지하부 토양전염병 발병율은 재배유형이 영향을 미치지 않았는데, 1년생 재배지의 경우 유기농 재배지 O-W49에서는 발생하지 않았고 관행 재배지 C-G735에서도 0.3%로 거의 발생하지 않았다. 2년생 재배지에서는 관행 재배지 C-W207의 발병율이 9.4%로 유기농 재배지 O-G67의 4.9%보다 약 1.9배 높았다. 그러나 지하부 근중(g)은 이랑 높이 및 폭, 재식 간격 등 일반재배조건이 비슷하다고 가정할 때, 비료나 퇴비 등을 통한 양분 공급량과 잡초에 의한 양분 경합 등이 큰 영향을 미친다. 재배지 4개소에서는 1년생 재배지의 경우, 유기농 재배지와 관행 재배지의 근중에서 큰 차이를 보이지 않았으나 2년생 재배지에서는 유의적으로 큰 차이를 보였다. 이는 2년생 유기농 재배지 O-G67에서 잡초 관리가 매우 미흡하여 황기 생육이 크게 저해된 것으로 판단된다. 잡초 관리에 소요되는 투입비는 연간 480천원(10a 기준) 정도로 전체 경영비의 최대 30% 수준으로 높은 편이나, 미흡할 경우 생육 저해로 인한 근중 감소로 건근수량이 최대 70%까지 감소할 수 있어 적극적인 투입이 필요하다(표 9).

표 9. 재배지별 경제성 분석 (단위: 원/10a)

O-W49(황기 1년생(유기농), 강원도 홍천군 남면 유치리 49, 권○○농가)	
<p>o 총 수입액(A) : 3,323.1천원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농황기(건근, 2년생) : 33천원/kg*100.7kg/10a^b = 3,323,100원 <p>♫ : 건근수량 = 생근수량[♭]*(건근율/100)</p> <p>♭ : 생근수량 = (주당생근중*파종수(1,000㎡당) *(생근율/100)*(상품화율/100))/1,000</p>	<p>o 총 지출액(B) : 1,628.5천원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 경작지 임대비용 : 0원(본인소유) - 경운 및 이랑성형 <ul style="list-style-type: none"> · 트랙터임대 : 30천원/일*2시간(1/4일) =7.5천원(농기계임대사무소) · 트랙터연료 : 1천원/L(경유, 면세)*5L = 5천원 - 밑거름 및 덧거름 사용 <ul style="list-style-type: none"> · 밑거름* : 25천원/포*6포 = 150천원 * : 엔비올트리플(20kg/포) · 덧거름* : 25천원/포*2포 = 50천원 * : 엔비올트리플(20kg/포) · 인건비 : 0원(자체 시비) - 파종 <ul style="list-style-type: none"> · 종자 : 0원(자가 채종) · 인건비 : 포장인부 100천원/인*2인*1일 = 200천원 - 고랑 멀칭 <ul style="list-style-type: none"> · 제초매트 : 50천원(200m/롤)*3롤 = 150천원 · 인건비 : 포장인부 120천원/인*2인*1일 = 240천원 - 병해충 방제 <ul style="list-style-type: none"> · 유기농자재* : 11천원/병*1병*1회 = 11천원 * : 모두싹(500g/병) · 인건비 : 0원(자체 살포) - 적심 : 0원(자체 실시) - 김매기 : 100천원/인*2인*2회 = 400천원 - 수확 <ul style="list-style-type: none"> · 굴삭기임대 : 150천원/일*4시간(1/2일) = 75천원 · 인건비 : 포장인부 120천원/인*2인*1일 = 240천원 - 기타 : 잡비 100천원
<p>o 추정수익액(A-B) : 1,694,600원(1,000㎡ 기준) = 3,323,100원 - 1,628,500원</p>	

O-G67(황기 2년생(유기농), 강원도 인제군 인제읍 가아리 산67, 김○○농가)

○ 총 수입액(A) : 1,834천원

- 유기농황기(건근, 2년생) :
35천원/kg*52.4kg/10a^b = 1,834,000원

♪ : 건근수량 = 생근수량^l* (건근율/100)

♯ : 생근수량 = (주당생근중*파종수(1,000㎡당)
(생존율/100)(상품화율/100))/ 1,000

○ 총 지출액(B) : 1,434천원

- 경작지 임대비용 : 0원(본인소유)
- 경운 및 이랑성형
 - 굴삭기임대 : 130천원/일*4시간(1/2일)
= 65천원(농기계임대사무소)
- 밑거름 및 덧거름 시용(1년차)
 - 밑거름* : 20천원/100평*3포 = 60천원
 - * : 자가제조(축분, 수피목, 구아노 등 혼합)
 - 덧거름* : 16천원/포*2포 = 32천원
 - * : 참좋은유기농(20kg/포)
- 인건비 : 0원(자체 시비)
- 덧거름 시용(2년차) : 미 실시
- 파종
 - 종자 : 0원(자가 채종)
 - 인건비 : 포장인부 100천원/인*2인*1일 = 240천원
- 고랑 멀칭
 - 제초매트 : 50천원(200m/롤)*3롤 = 150천원
 - 인건비 : 포장인부 120천원/인*2인*1일 = 240천원
- 병해충 방제 및 생육보조제 처리(1년차)
 - 황토유황합제* : 2천원*3회 = 6천원
 - * : 황토, 유황, 천매암, 가성소다 등 1회 제조 비용
 - 생육보조제(해조추출물)* : 2천원*3회 = 6천원
 - * : 해조추출물 등 1회 제조 비용
 - 인건비 : 0원(자체 살포)
- 병해충 방제 및 생육보조제 처리(2년차) : 미 실시
- 적심 : 0원(자체 실시)
- 김매기(1년차) : 100천원/인*2인*2회 = 200천원
- 김매기(2년차) : 미 실시
- 수확 :
 - 굴삭기임대: 150천원/일*4시간(1/2일) = 75천원
 - 인건비 : 포장인부 120천원/인*2인*1일 = 240천원
 - 굴삭기연료 : 1천원/L(경유, 면세)*20L = 20천원
- 기타 : 잡비 100천원

○ 추정수익액(A-B) : 400,000원(1,000㎡ 기준) = 1,834,000원 - 1,434,000원

C-G735(황기 1년생(관행), 강원도 정선군 남면 광덕리 735, 조○○농가)

○ 총 수입액(A) : 1,821.6천원

- 관행황기(건근, 1년생):
 $23\text{천원/kg} \times 79.2\text{kg}/10\text{a}^b = 1,821,600\text{원}$

♪ : 건근수량 = 생근수량^l * (건근율/100)

ㄱ : 생근수량 = (주당생근중*파종수(1,000㎡당)
 (생존율/100)(상품화율/100))/1,000

○ 총 지출액(B) : 2,159천원

- 경작지 임대비용 : $1\text{천원}/3.3\text{㎡} \times 300 = 300\text{천원}$
- 경운 및 이랑성형
 - 인건비 : $\text{굴삭기운전자 } 500\text{천원/일} \times 2\text{시간}(1/4\text{일}) = 125\text{천원}$
- 밑거름 및 덧거름 사용
 - 밑거름* : $30\text{천원}/20\text{kg} \times 2\text{포} = 60\text{천원}$
 - 생석회* : $12\text{천원}/20\text{kg} \times 10\text{포} = 120\text{천원}$
 - * : 복합비료(24-16-5) 20kg/포
 - 덧거름* : $12\text{천원}/\text{포} \times 1\text{포} = 12\text{천원}$
 - * : 복합비료(27-0-12) 20kg/포
 - 인건비 : $\text{포장인부 } 120\text{천원/인} \times 1\text{인} \times 4\text{시간}(1/4\text{일}) = 30\text{천원}$
- 씨비닐 작업
 - 종자 : 0원(자가 채종)
 - 씨비닐 제조* : $100\text{천원}/500\text{m} \times 1.2\text{롤} = 120\text{천원}$
 - * : 유공비닐+종자 부착 포함
- 씨비닐 및 고랑 멀칭
 - 멀칭비닐 : $30\text{천원}(500\text{m}/\text{롤}) \times 1.2\text{롤} = 36\text{천원}$
 - 인건비 : $\text{포장인부 } 120\text{천원/인} \times 2\text{인} \times 1\text{일} = 240\text{천원}$
- 잡초 관리
 - 제초제(나프로파마이드유제) :
 $5.5\text{천원}(300\text{ml}/\text{병}) \times 1.3\text{병} = 7\text{천원}$
 - 인건비 : $\text{포장인부 } 120\text{천원/인} \times 1\text{인} \times 2\text{시간}(1/4\text{일}) = 30\text{천원}$
- 병해충 방제
 - 살균제(아족시스트로빈수화제)* :
 $30\text{천원}(200\text{ml}/\text{병}) \times 1\text{병} \times 2\text{회} = 60\text{천원}$
 - 살충제(이미다클로프리드 등) :
 $12\text{천원}(250\text{ml}/\text{병}) \times 1\text{병} \times 2\text{회} = 24\text{천원}$
 - 인건비 : $\text{포장인부 } 120\text{천원/인} \times 1\text{인} \times 4\text{시간}(1/2\text{일}) \times 2\text{회} = 120\text{천원}$
- 적심 : $\text{포장인부 } 120\text{천원/인} \times 1\text{인} \times 2\text{시간}(1/2\text{일}) \times 3\text{회} = 90\text{천원}$
- 김매기 : $100\text{천원/인} \times 2\text{인} \times 2\text{회} = 200\text{천원}$
- 수확 : $\text{굴삭기운전자 } 500\text{천원/일} \times 4\text{시간}(1/2\text{일}) = 125\text{천원}$
 $\text{포장인부 } 120\text{천원/인} \times 2\text{인} \times 1\text{일} = 240\text{천원}$
- 기타 : 잡비 100천원

○ 추정수익액(A-B) : -337,400원(1,000㎡ 기준) = 1,821,600원 - 2,159,000원

C-W207(황기 2년생(관행), 강원도 정선군 남면 광덕리 735, 조○○농가)

○ 총 수입액(A) : 4,581.9천원

- 관행황기(건근, 2년생) :
 $27\text{천원/kg} \times 169.7\text{kg}/10\text{a}^b = 4,581,900\text{원}$

♪ : 건근수량 = 생근수량^l * (건근율/100)

♯ : 생근수량 = (주당생근중*파종수(1,000㎡당)
 (생존율/100)(상품화율/100))/1,000

○ 총 지출액(B) : 2,612천원

- 경작지 임대비용 : $1\text{천원}/3.3\text{㎡} \times 300 = 300\text{천원}$
- 경운 및 이랑성형
 - 인건비 : $\text{굴삭기운전사 } 500\text{천원/일} \times 2\text{시간}(1/4\text{일}) = 125\text{천원}$
- 밑거름 및 덧거름 시용(2년)
 - 밑거름* : $30\text{천원}/20\text{kg} \times 2\text{포} = 60\text{천원}$
 - 생석회* : $12\text{천원}/20\text{kg} \times 10\text{포} = 120\text{천원}$
 - * : 복합비료(24-16-5) 20kg/포
 - 덧거름* : $12\text{천원}/\text{포} \times 1\text{포} \times 2\text{회(년)} = 24\text{천원}$
 - * : 복합비료(27-0-12) 20kg/포
- 인건비 : 포장인부 $120\text{천원/인} \times 1\text{인} \times 4\text{시간}(1/4\text{일}) \times 2\text{회(년)} = 60\text{천원}$
- 씨비닐 작업 종자 : 0원(자가 채종)
 - 씨비닐 제조* : $100\text{천원}/500\text{m} \times 1.2\text{롤} = 120\text{천원}$
 - * : 유공비닐+종자 부착 포함
- 씨비닐 및 고랑 멀칭
 - 멀칭비닐 : $30\text{천원}(500\text{m}/\text{롤}) \times 1.2\text{롤} = 36\text{천원}$
 - 인건비 : 포장인부 $120\text{천원/인} \times 2\text{인} \times 1\text{일} = 240\text{천원}$
- 잡초 관리
 - 제초제(나프로파마이드유제):
 $5.5\text{천원}(300\text{ml}/\text{병}) \times 1.3\text{병} \times 2\text{회(년)} = 14\text{천원}$
 - 인건비 : 포장인부 $120\text{천원/인} \times 1\text{인} \times 2\text{시간}(1/4\text{일}) \times 2\text{회(년)} = 60\text{천원}$
- 병해충 방제
 - 살균제(아족시스트로빈수화제)* :
 $30\text{천원}(200\text{ml}/\text{병}) \times 1\text{병} \times 2\text{회} \times 2\text{회(년)} = 120\text{천원}$
 - 살충제(이미다클로프리드 등) :
 $12\text{천원}(250\text{ml}/\text{병}) \times 1\text{병} \times 2\text{회} \times 2\text{회(년)} = 48\text{천원}$
 - 인건비 : 포장인부 $120\text{천원/인} \times 1\text{인} \times 4\text{시간}(1/2\text{일}) \times 2\text{회} \times 2\text{회(년)} = 240\text{천원}$
- 적심 : 포장인부 $120\text{천원/인} \times 1\text{인} \times 2\text{시간}(1/2\text{일}) \times 3\text{회} \times 2\text{회(년)} = 180\text{천원}$
- 김매기 : $100\text{천원/인} \times 2\text{인} \times 2\text{회} \times 2\text{회(년)} = 400\text{천원}$
- 수확 : $\text{굴삭기운전사 } 500\text{천원/일} \times 4\text{시간}(1/2\text{일}) = 125\text{천원}$
 포장인부 $120\text{천원/인} \times 2\text{인} \times 1\text{일} = 240\text{천원}$
- 기타: 잡비 100천원

○ 추정수익액(A-B) : 1,969,900원(1,000㎡ 기준) = 4,581,900원 - 2,612,000원

(시험 5) 유기농 황기 작부체계 확립을 위한 전작물 선정

표 10. 처리구별 황기 재배 전 화학성 분석

구분	pH	EC (dS/m)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온(cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
콩	6.28	0.15	26	391	0.24	4.3	0.72
호밀	6.60	0.26	31	517	0.42	5.5	0.97
고추	6.43	0.32	27	557	0.28	5.7	1.04
배추	7.29	2.51	34	656	0.68	8.2	1.13
휴경	6.48	0.17	26	493	0.33	5.0	0.95
대조구	6.51	0.31	59	174	0.59	6.3	2.10
적정범위*	6.0~6.5	2이하	25~30	150~250	0.45~0.55	5.0~6.0	1.5~2.0

*: 황기 재배 적정 범위

표 11. 처리구별 재배 이력

구분 \ 재배년도	콩	고추	휴경	배추	호밀	대조구
2020(1차년도)	황기	황기	황기	황기	황기	호밀
2021(2차년도)	콩	고추	휴경	배추	호밀	휴경
2022(3차년도)	황기	황기	황기	황기	황기	황기

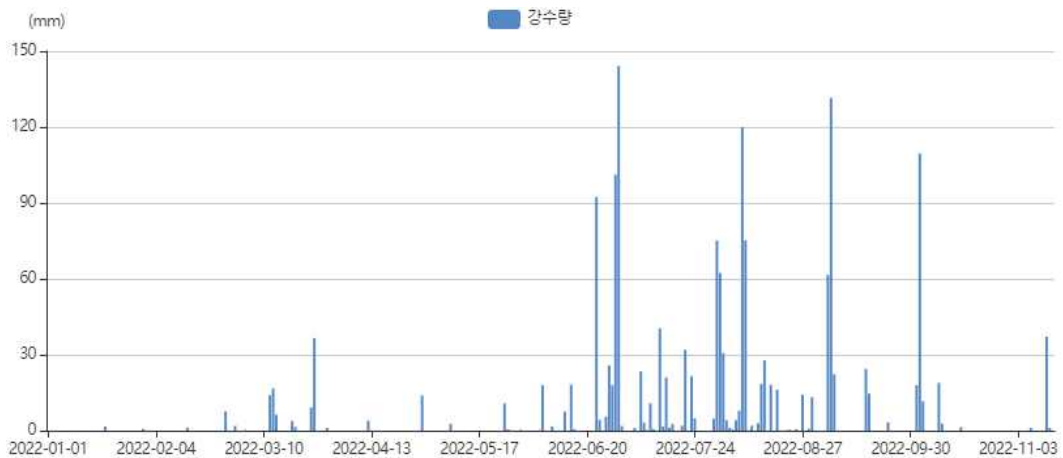


그림 21. 시험 지역(강원 철원) 일별 강수량 추이

처리구별 황기 출아율은 대조구를 제외한 모든 처리구에서 5.1~15.8%의 낮은 출아율을 보였으며 황기 생육특성은 대조구와 비교하여 모든 처리구에서 출현율을 포함하여 모든 항목이 유의적으로 크게 낮아 연작 장애가 심하게 발생하였다고 추정되며 처리구간 유의적인 차이가 없었다(표 12).

표 12. 처리구별 황기 생육특성

구 분	출현율(%)	초장(cm)	경경(mm)	분지수(개)	복엽수(개)
콩	13.9a	10.3a	1.8a	3.0a	5.9ab
고추	5.1a	13.0a	2.2a	3.3a	5.2ab
휴경	5.2a	12.5a	3.7ab	3.5a	4.7a
배추	10.1a	11.6a	1.7a	2.0a	4.8a
호밀	15.8a	16.7a	3.0ab	2.3a	7.1ab
대조구	85.4b	60.7b	6.6b	10.9b	10.0b

*DMRT: $\rho < 0.05$

처리구별 출아율 저조 및 출아 후 생육저해요인이 발생함에 따라 처리구별 출아 및 생육저해 요인이 생물학적 저해요인인지 확인하기 위해 처리구별 토양을 121℃에서 40분간 2회 멸균하여 포트시험을 실시하였다. 실험 결과, 멸균 토양에서는 75.0%의 출현율을 나타냈으나 비멸균 토양에서는 58.8%의 출현율을 나타내 토양 살균에 의해 출현율에 영향을 미치는 생물학적 저해 요인이 일부 해소되었다고 추정되나 콩과 휴경 토양에서는 비멸균토양이 멸균토양보다 출아율이 평균 12.5% 높았다. 결과적으로 황기 유기농 재배시 출아 및 출현율을 높이기 위해 우량종자를 파종하거나 파종립수 증가, 7일 이내 보파 등의 조치가 필요하다고 판단되었다(그림 22, 23).

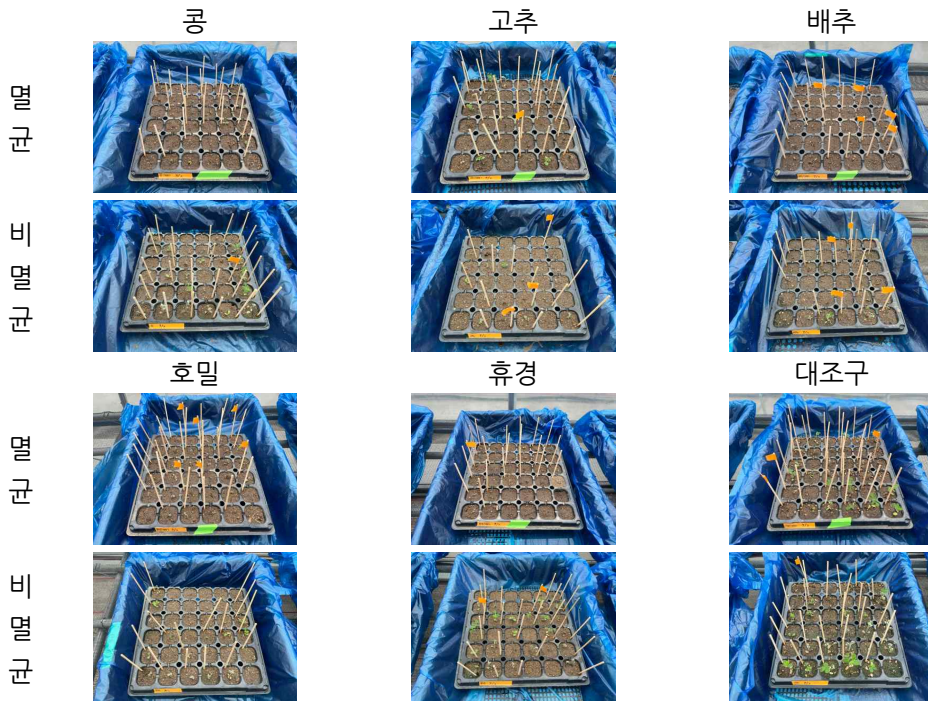
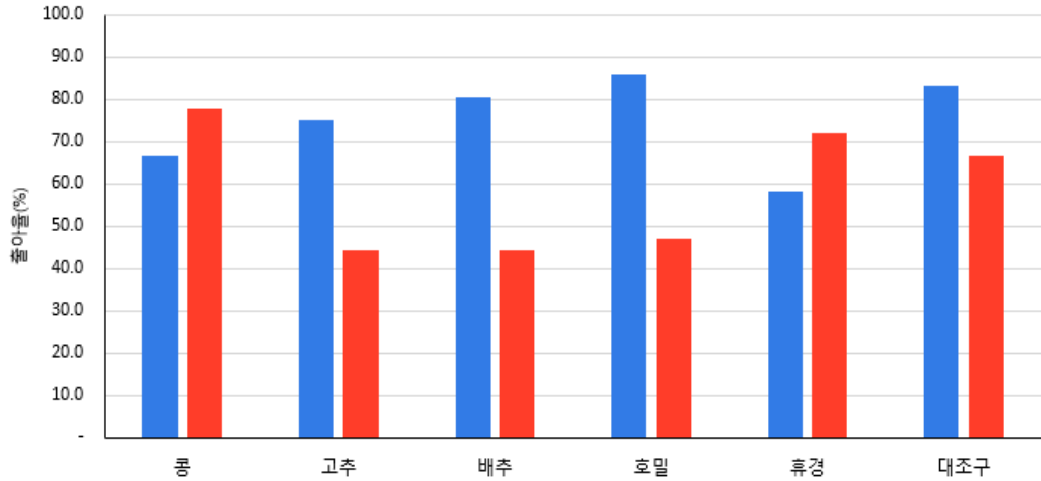


그림 22. 처리구별 최종 출아수 현황



*: 멸균토양은 121℃에서 40분간 2회 멸균 실시

그림 23. 처리구별 출아율 및 생육저해 요인 구명 포트시험

장마가 시작되기 전 6월 하순과 장마가 마무리되는 8월 하순, 2회에 걸쳐 처리구별 토양 미생물상을 분석한 결과, 토양 미생물(세균) 다양성지수(ACE 기준)는 호밀 처리구에서 가장 높았으며 대조구와 비교하여 11% 높은 수치를 보였다. 토양 미생물(세균) 다양성지수는 모든 처리구에서 6월 하순보다 8월 하순에 정체 또는 감소하는 경향을 보였으나 호밀 처리구에서는 소폭 높아지는 경향을 보였다(표 13).

표 13. 시기별(6월-8월) 토양 미생물(세균) 다양성지수 변화

구 분	OTUs*		ACE**		CHAO**		Jackknife**		Shannon	
	6월	8월	6월	8월	6월	8월	6월	8월	6월	8월
공	6,393	4,424	7,055.3	5,434.7	6,786.0	5,191.0	7,467.0	5,661.1	7.53	7.32
고추	7,049	6,756	7,802.7	7,656.2	7,552.6	7,355.8	8,256.0	8,114.0	7.64	7.67
배추	7,266	7,031	8,046.9	7,810.7	7,781.8	7,542.5	8,536.0	8,283.0	7.86	7.52
호밀	7,457	7,500	8,197.2	8,386.0	7,941.6	8,068.7	8,697.0	8,880.0	7.78	7.63
휴경	6,451	5,357	7,134.6	6,282.8	6,890.6	5,974.5	7,574.0	6,608.0	7.69	7.35
대조구	6,684	6,526	7,439.4	7,494.9	7,145.2	7,208.5	7,862.0	7,902.0	7.51	7.12

*: Operational Taxonomic Unit: DNA 시퀀싱 결과에서 유사한 시퀀스끼리 묶는 분류단위

** : 샘플에서 발견되지 않거나 보이지 않는 종이 남아 있을 가능성을 고려하여 발견된 종의 정보를 바탕으로 종에 대한 풍부도를 추정

처리구 시기별 토양 미생물상(세균) 변화를 문(Phylum) 수준에서 비교한 결과, 모든 처리구에서 6월보다 8월에 *Acidobacteria*와 *Bacteroidetes* 문이 낮아지는 경향을 보이고 *Chloroflexi*와 *Actinobacteria*문이 증가하는 경향을 보였다(그림 24).

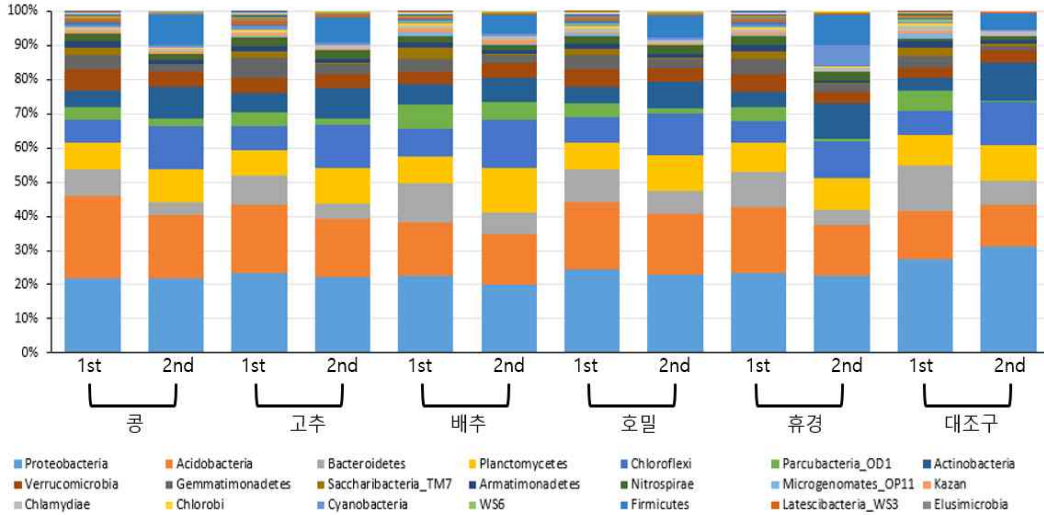


그림 24. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(세균) 변화(문(Phylum) 수준)

위와 동일한 토양 시료의 처리구별 토양 미생물(곰팡이) 다양성지수(ACE 기준)는 세균과는 달리 모든 처리구에서 6월보다 8월에 크게 증가하는 경향을 보였다(표 14).

표 14. 시기별(6월-8월) 토양 미생물(곰팡이) 다양성지수 변화

구 분	OTUs*		ACE**		CHAO**		Jackknife**		Shannon	
	6월	8월	6월	8월	6월	8월	6월	8월	6월	8월
콩	938	1662	949.2	1724.7	942.7	1686.1	967.0	1793.0	4.50	4.41
고추	847	1257	855.8	1288.3	849.8	1268.4	873.0	1334.0	3.87	4.09
배추	1074	1536	1084.9	1576.3	1077.3	1548.8	1107.0	1631.0	3.95	3.66
호밀	1053	1658	1068.2	1702.3	1057.9	1674.8	1096.0	1764.0	3.78	4.48
휴경	1096	1547	1111.8	1611.2	1103.4	1575.7	1138.0	1685.0	4.72	4.71
대조구	792	1169	804.0	1237.2	798.8	1199.9	822.0	1298.0	3.00	2.87

*: Operational Taxonomic Unit: DNA 시퀀싱 결과에서 유사한 시퀀스끼리 묶는 분류 단위

** : 샘플에서 발견되지 않거나 보이지 않는 종이 남아 있을 가능성을 고려하여 발견된 종의 정보를 바탕으로 종에 대한 richness를 추정

*** : 샘플에 존재하는 종의 다양성을 추정된 값으로 값이 클수록 다양성이 큼

처리구별 토양의 토양 미생물(곰팡이)을 문(Phylum) 수준에서 비교한 결과, 모든 처리구는 대조구와 비교하여 *Ascomycota*와 *Mortierellomycota*의 비율이 크게 높았으나 *Mucoromycota*의 비율이 매우 낮았다(그림 25).

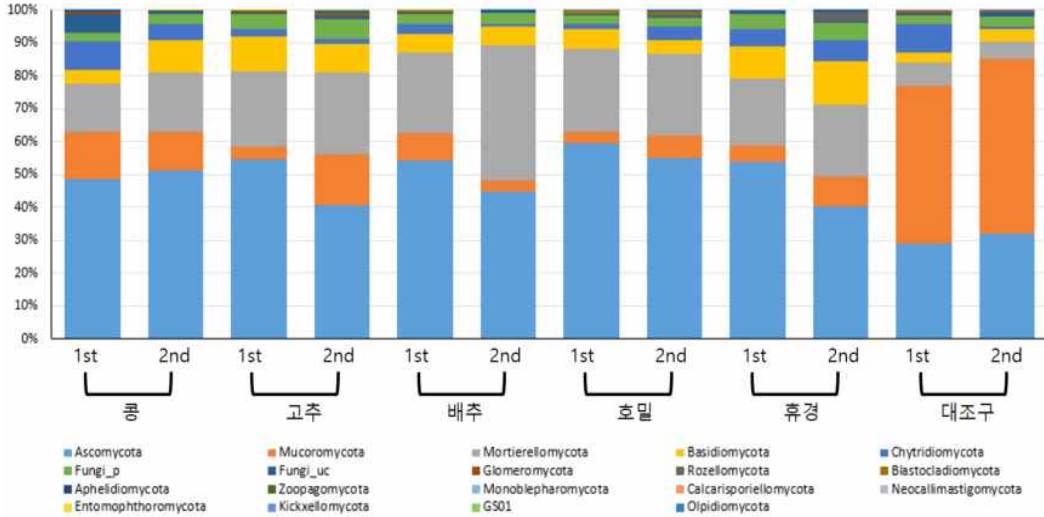


그림 25. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(곰팡이) 변화(문(Phylum) 수준)

황기 토양전염병인 시들음병과 뿌리썩음병은 장마기를 기준으로 6월 하순에는 모든 처리구에서 발병율이 낮았으나 7월 하순에는 처리구간 발병율이 증가하였다. 시들음병은 고추와 휴경지에서 대조구와 비교하여 다소 높게 발생하였으나 유의적인 차이는 없었고 뿌리썩음병 역시 대조구와 비교하여 모든 처리구에서 다소 높게 발생하였으나 유의성이 없었다(표 15).

표 15. 처리구별 황기 토양전염병 발병율 비교

구 분	6월 하순(%)		7월 하순(%)	
	시들음병	뿌리썩음병 (하엽고사 포함)	시들음병	뿌리썩음병 (하엽고사 포함)
콩	0.0a	0.0a	0.0a	26.7a
고추	1.6a	3.6a	14.3a	14.3a
배추	0.0a	2.8a	0.0a	20.0a
호밀	0.0a	0.0a	0.0a	20.0a
휴경	1.6a	0.0a	12.5a	50.0a
대조구	0.0a	0.0a	6.7a	2.2a

*DMRT: $\rho < 0.05$

(시험 6) 유기농 황기 병해충 방제에 적합한 유기농자재 선발

황기 재배시 지상부에 발생하는 병해충으로는 진딧물, 응애, 나방류 등 해충과 흰가루병, 노균병 등 식물병이 있으며 당해연도 시험포에서 다발생한 해충 중 진딧물을 기준으로 평가하였다. 처리구별 유기농자재를 처리하고 24시간 경과 후 진딧물 방제가를 조사한 결과, 고삼추출물이 98.3%로 화학약제와 비슷한 가장 높은 방제율을 나타냈고 황토유황합제가 10.9%의 방제율을 나타냈으나 마요네즈유와 길항미생물은 방제 효과가 없었다(그림 26 및 표 16).

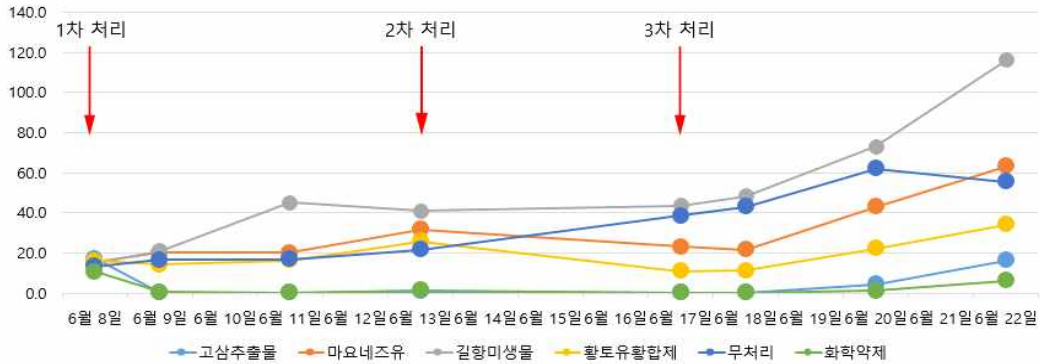


그림 26. 처리구별 해충(진딧물류) 발생 수준 및 방제율 평가

표 16. 처리구별 해충(진딧물류) 방제율 비교

(단위: 마리, %)

구분	고삼추출물	마요네즈유	길항미생물	황토유황합제	화학약제	무처리
처리 전	17.3	15.4	15.2	15.9	10.7	13.4
처리 후*	0.3	20.2	21.1	14.2	0.6	16.5
방제율	98.3	0.0	0.0	10.7	94.4	0.0

*: 처리 후 24시간 경과 후 조사

표 17. 경제성 분석 (단위: 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<p>○ 증가되는 비용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재 처리 비용 · 인건비 : 포장인부(남) 120천원/인×1인×1시간(1/8) ×3회 = 45천원 · 재료비 : 유기농자재* 25천원/병×2.4병×3회 = 180천원 · 기기사용(엔진분무기임대) : 30천원/일×1시간(1/8일) ×3회 = 12천원 <p>* : 고삼추출물(90% 함유) 유기농자재 250ml/병 기준 500배액 살포(10a당 300L)</p> <p>- 계(A) : 237,000원</p>	<p>○ 증가되는 이익</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재 이용 방제에 따른 수량 증가 · (고삼추출물 처리)248kg - (무처리)184kg = 64kg · 64kg×33,000원/kg* = 2,112,000원 <p>* 유기농 황기(건근, 1년생) 33천원/kg 기준</p> <p>- 계(B) : 2,112,000원</p>
<p>○ 추정수익액(A-B) : 1,875,000원(1,000㎡ 기준) = 2,112,000원 - 237,000원</p>	

흰가루병이 크게 발생한 황기 유묘를 대상으로 처리구별 유기농자재를 5일 간격으로 2회 처리 후 방제율을 평가한 결과, 유기농자재 처리구 중 마요네즈유가 78.7%의 방제율로 가장 높았고 황토유황합제가 63.1%의 방제율을 나타냈으며 그 외 처리구는 방제효과가 없었다(표 18 및 그림 27).

표 18. 처리구별 식물병(흰가루병) 발생 수준 및 방제율 평가

(단위: 발병엽수, %)

구분 조사항목	고삼추출물	마요네즈유	길항미생물	황토유황합제	화학약제	무처리
처리 전	53.3	50.0	74.3	112.0	69.7	21.0
처리 후*	89.7	10.7	146.0	41.3	3.0	108.7
방제율	-68.1	78.7	-96.4	63.1	95.7	4

*: 5일 간격 2회 처리 후 10일차에 조사



그림 27. 처리구별 식물병(흰가루병) 방제 결과

표 19. 경제성 분석 (단위: 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<p>○ 증가되는 비용 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재 처리 비용 · 인건비 : 포장인부(남) 120천원/인×1인×1시간(1/8) ×3회 = 45천원 · 재료비 : 마요네즈 12천원/통*×1병×3회 = 36천원 · 기기사용(엔진분무기임대) : 30천원/일×1시간(1/8일)×3회 = 12천원 * : 마요네즈 3.2kg/통 기준 100배액 살포(10a당 300L) - 계(A) : 93,000원 	<p>○ 증가되는 이익</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재 이용 방제에 따른 수량 증가 · (마요네즈 처리)248kg - (무처리)211kg = 37kg · 37kg×33,000원/kg* = 1,221,000원 * 유기농 황기(건근, 1년생) 33천원/kg 기준 - 계(B) : 1,221,000원
<p>○ 추정수익액(A-B) : 1,128,000원(1,000㎡ 기준) = 1,221,000원 - 93,000원</p>	

(시험 7) 유기농 황기재배에 적합한 기비용 유기질비료 선발

표 20. 처리구별 황기 재배 전 화학성

구분	pH	EC (dS/m)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온(cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
처리구	6.51	0.31	59	398	0.59	6.3	2.18
적정범위*	6.0~6.5	2이하	25~30	150~250	0.45~0.55	5.0~6.0	1.5~2.0

*: 황기 재배 적정 범위

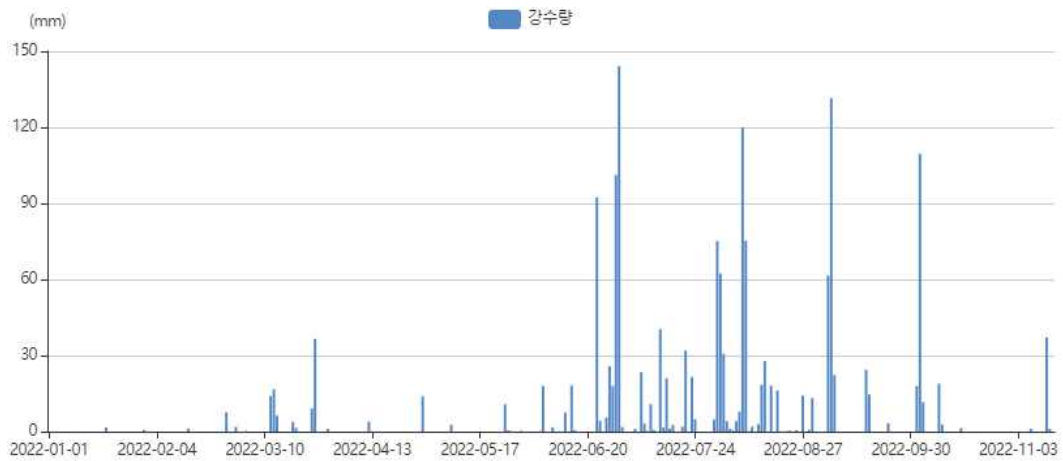


그림 28. 철원지역 일별 강수량 추이

표 21. 처리구별 유기농자재 주성분 및 처리량

구분	비율(%)	유기농자재명	주성분(비율, %)	처리량 (kg/10a)
혼합1	60	부숙 수피	활엽수 부숙 수피(100)	1,500
	30	가축분퇴비	계분(20)+돈분(20)+우분(20)+톱밥(20) 등	
	10	구아노 등	구아노(72)+아주까리유박(20)+랑베나이트(8)	
혼합2	100	구아노 등	구아노(85)+랑베나이트(8)+토탄(5)+해조추출물(2)	120
수피	100	부숙 수피	수피(100)	2,000
관행	100	복합비료	요소(6.5kg)+염화칼리(6.7kg)+용성인비(35kg)	48.2
무시비	-	-	-	-

미생물(세균) 다양성지수(ACE 기준) 변화는 수피 처리구와 혼합 2, 무시비 처리구에서 6월보다 8월에 크게 감소하였으나 혼합 1 처리구와 관행 처리구에서는 소폭 증가하였다(표 22).

표 22. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(세균) 변화(문(Phylum) 수준)

구 분	OTUs*		ACE**		CHAO**		Jackknife**		Shannon	
	6월	8월	6월	8월	6월	8월	6월	8월	6월	8월
혼합1	6,684	6,526	7,439.41	7,494.96	7,145.25	7,208.54	7,862.00	7,902.00	7.51	7.12
혼합2	6,788	4,926	7,610.20	5,955.56	7,331.12	5,720.86	8,037.00	6,199.51	7.56	6.03
수피	6,769	4,735	7,526.54	5,743.13	7,262.62	5,518.02	7,975.00	5,974.62	7.56	5.96
관행	6,447	6,442	7,148.50	7,380.44	6,871.83	7,100.93	7,549.00	7,794.00	7.42	7.08
무시비	6,744	5,792	7,579.74	6,803.49	7,317.19	6,531.57	8,010.00	7,129.73	7.49	6.53

*: Operational Taxonomic Unit: DNA 시퀀싱 결과에서 유사한 시퀀스끼리 묶는 분류단위

** : 샘플에서 발견되지 않거나 보이지 않는 종이 남아 있을 가능성을 고려하여 발견된 종의 정보를 바탕으로 종에 대한 richness를 추정

*** : 샘플에 존재하는 종의 다양성을 추정된 값으로 값이 클수록 다양성이 큼

처리구별 토양의 토양 미생물(세균)을 문(Phylum) 수준에서 비교한 결과, 토양전염병이 크게 증가한 혼합 2와 수피 처리구에서 *Acidobacteria*, *Chloroflexi* 문이 크게 감소하고 *Proteobacteria*, *Bacteroidetes* 문이 크게 증가하는 경향을 보였다(그림 29).

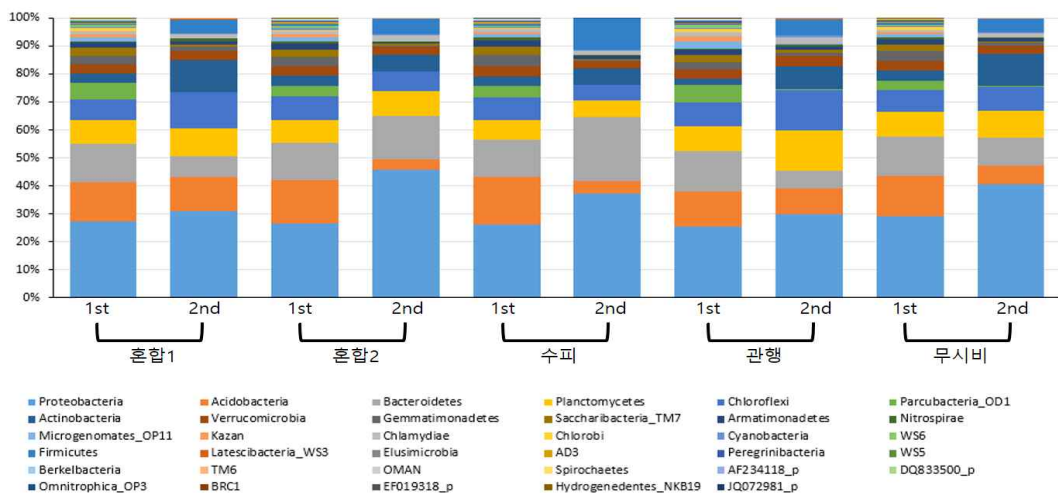


그림 29. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(세균) 변화(문(Phylum) 수준)

위와 동일한 토양 시료의 처리구별 토양 미생물(곰팡이) 다양성지수(ACE 기준)는 시기에 따라 혼합 2 처리구에서는 감소하는 경향을 보였고 그 외 처리구에서는 증가하는 경향을 보였다(표 23).

표 23. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(곰팡이) 변화(문(Phylum) 수준)

구 분	OTUs*		ACE**		CHAO**		Jackknife**		Shannon	
	6월	8월	6월	8월	6월	8월	6월	8월	6월	8월
혼합1	792	1,169	804.0	1,237.2	798.8	1,199.9	822.0	1,298.0	3.00	2.87
혼합2	1,061	727	1,069.4	796.7	1,064.4	759.7	1,090.0	837.0	3.08	2.29
수피	752	846	762.9	926.4	760.5	887.5	780.0	976.0	2.85	2.49
관행	841	1,207	848.2	1,266.0	844.5	1,233.7	863.0	1,328.0	2.45	3.10
무시비	1,008	1,027	1,018.6	1,147.4	1,011.5	1,100.5	1,040.0	1,207.0	2.75	2.96

*: Operational Taxonomic Unit: DNA 시퀀싱 결과에서 유사한 시퀀스끼리 묶는 분류단위

** : 샘플에서 발견되지 않거나 보이지 않는 종이 남아 있을 가능성을 고려하여 발견된 종의 정보를 바탕으로 종에 대한 richness를 추정

***: 샘플에 존재하는 종의 다양성을 추정한 값으로 값이 클수록 다양성이 큼

처리구별 토양의 토양 미생물(곰팡이)을 문(Phylum) 수준에서 비교한 결과, 시기에 따라 모든 처리구는 6월보다 8월에서 *Ascomycota* 문이 증가하는 경향을 보였고 *Mortierellomycota* 문은 감소하는 경향을 보였다. *Mucoromycota* 문은 토양전염병 발병율이 비교적 높은 혼합 2와 수피, 무시비 처리구에서 크게 감소했으나 발병율이 비교적 낮은 혼합 1과 관행 처리구에서는 감소폭이 낮았다(그림 30).

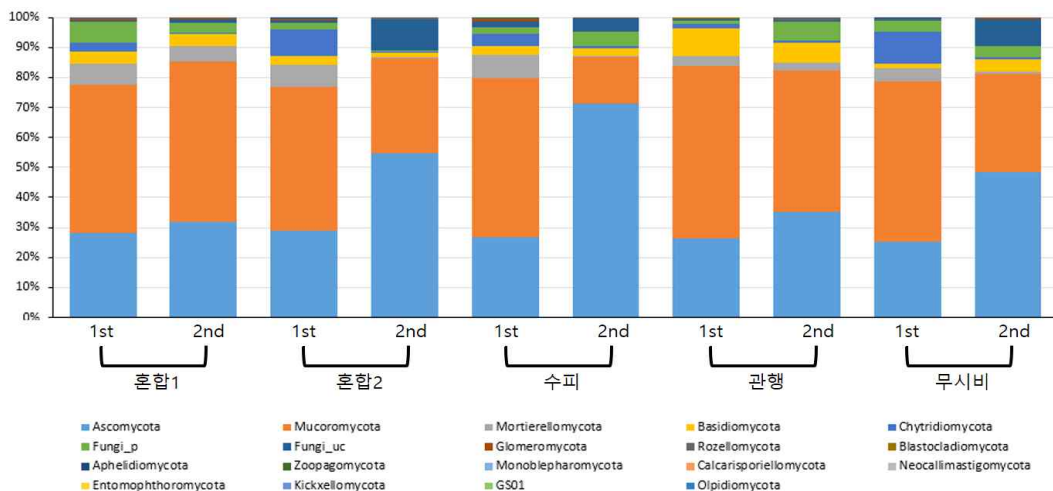


그림 30. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(곰팡이) 변화(문(Phylum) 수준)

황기 토양전염병인 시들음병을 기준으로 시기에 따른 처리구별 발병율을 조사한 결과 관행 처리구가 7.6%로 유의적으로 가장 낮았으며 유기농자재 처리구에서는 혼합 1 처리구가 9.0%로 가장 낮았고 혼합 2 처리구가 29.6%로 가장 높았다. 시기에 따라 토양전염병 발병율이 증가하는 처리구는 세균의 미생물 다양성지수가 감소한 처리구와 일치하였으나 곰팡이의 미생물 다양성지수와는 다소 차이가 있었다. 토양전염병 발병율은 세균의 다양성지수가 높을수록 감소하는 경향을 보이거나 곰팡이 다양성지수와는 반비례하거나 일정한 경향을 보이지 않았다(표 24).

표 24. 처리구별 황기 토양전염병(시들음병) 발병율 추이

구 분	6월 하순(%)	7월 하순(%)	8월 하순(%)
혼합 1	0.0a	6.7a	9.0ab
혼합 2	6.7a	15.6a	29.6b
수피	6.2a	22.2a	28.5ab
관행	2.1a	6.7a	7.6a
무시비	6.2a	13.3a	16.4ab

*DMRT: $p < 0.05$

처리구별 황기 출현율은 혼합 2와 관행 처리구가 가장 높았으나 모든 처리구에서 유의적으로 차이가 없었다. 처리구별 황기 생육특성 중 초장은 혼합2 처리구가 유의적으로 가장 높았으며 혼합1 처리구가 유의적으로 가장 낮았으며 이는 혼합2 처리구의 유기농자재 주성분이 구아노로 질소질 성분에 기인한 것으로 추정되었다(표 25).

표 25. 처리구별 황기 지상부 생육특성

구 분	출현율(%)	초장(cm)	경경(mm)	마디수(개)	분지수(개)	복엽수(개)
혼합1	80.6a	74.8a	9.7a	26.9a	11.3a	16.3a
혼합2	85.4a	93.8b	9.6a	32.0b	13.6a	19.1a
수피	73.7a	87.1ab	8.8a	30.0b	10.7a	18.1a
관행	83.5a	85.5ab	10.4a	30.6b	14.8a	21.8a
무시비	68.3a	84.6ab	9.4a	32.1b	13.0a	19.5a

*DMRT: $p < 0.05$

처리구별 황기 지하부 생육특성은 생근중 기준으로 관행 처리구가 42.0g으로 가장 높았으며 유기농자재 처리구 중에서는 혼합1 처리구가 39.3g으로 가장 높았으나 처리구간 유의성은 없었다(표 26).

표 26. 처리구별 황기 지하부 생육특성

구 분	근장(cm)	근경(cm)	지근수(개)	생근중(g)	건근중(g)	건근율(%)
혼합1	17.7a	15.1a	15.0a	39.3a	16.0a	40.2a
혼합2	24.9a	16.1a	18.6a	34.1a	14.6a	42.6a
수피	27.8a	19.2a	15.6a	31.6a	13.0a	41.5a
관행	18.0a	17.4a	16.6a	42.0a	18.7a	40.6a
무시비	20.4a	14.6a	17.5a	31.2a	12.9a	41.4a

*DMRT: $p < 0.05$

처리구별 황기 지하부 건근수량(kg/10a)은 관행 처리구가 326.7kg으로 유의적으로 가장 높았고 유기농자재 처리구 중에서는 혼합 1 처리구가 265.1kg으로 가장 높았다(표 27 및 그림 31).

표 27. 처리구별 황기 지하부 수량특성

구 분	입모율 (%)	상품화율* (%)	생근수량* (kg/10a)	건근수량 (kg/10a)	수량지수 (%)
혼합1	80.6a	91.0ab	656.6ab	265.1ab	81.1
혼합2	85.4a	70.4b	479.2a	205.0ab	62.7
수피	73.7a	71.5ab	390.9a	161.6a	49.5
관행	83.5a	92.4a	774.3b	326.7b	100.0
무시비	68.3a	83.6ab	428.3a	176.8a	54.1

*DMRT: $p < 0.05$

*: (1-토양전염병 발병율)로 표기, $\{(주당생근중 \times 23,760 \text{주}(10\text{a당}) \times \text{출현율}) / 100 \times \text{상품화율} / 1,000$



그림 31. 처리구별 지하부 수량

표 28. 경제성 분석 (단위: 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<p>○ 증가되는 비용 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재 처리 비용 · 인건비 : 포장인부(남) 120천원/인×1인×4시간(1/2) = 60천원 · 재료비 : 부숙수피 900kg* = 100천원 가축분퇴비 450kg(4.5천원, 20kg/포)×22.5포 = 101천원 유기농자재(구아노포함) 150kg(22천원, 20kg/포)×7.5포 = 165천원 - 계(A) : 426,000원 	<p>○ 증가되는 이익</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재 처리에 따른 수량 증가 · (혼합1)265.1kg - (무처리)176.8kg = 88.3kg · 88.3kg×33,000원/kg* = 1,221,000원 * 유기농 황기(건근, 1년생) 33천원/kg 기준 - 계(B) : 2,913,900원
<p>○ 추정수익액(A-B) : 2,487,900원(1,000㎡ 기준) = 2,913,900원 - 426,000원</p>	

(시험 8) 유기농 황기 잡초방제기술 개발

표 29. 시험포장 일반현황

주소	년생	인증종류	면적(m ²)	고도(m)	경사도(°)	향방향
강원도 홍천군 남면 유치리 17-11	1	유기농	1,500	302	5	남향

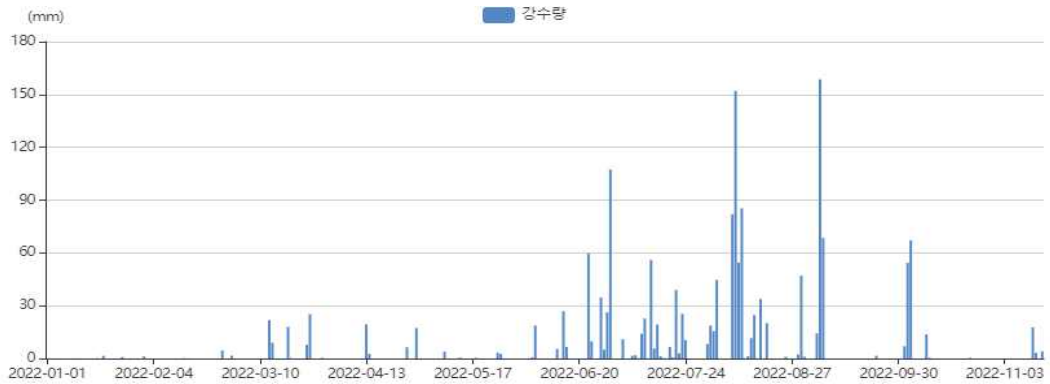


그림 32. 시험포장(홍천) 강수량 추이

표 30. 처리구별 잡초관리 세부계획

구분	5월		6월		7월		8월		9월	
	2주차	4주차	2주차	4주차	2주차	4주차	2주차	4주차	2주차	4주차
잡초관리1		✂		✂				✂		
잡초관리2	✂			✂		✂		✂		
잡초관리3	✂			✂		✂		✂		
잡초관리4	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂
농가제안	✂					✂		✂		
대조구	✂		✂			✂				

*: ✂ 손제초 ■ 전체멀칭(이랑+고랑) □ 부분멀칭(고랑) ▤ 수피멀칭

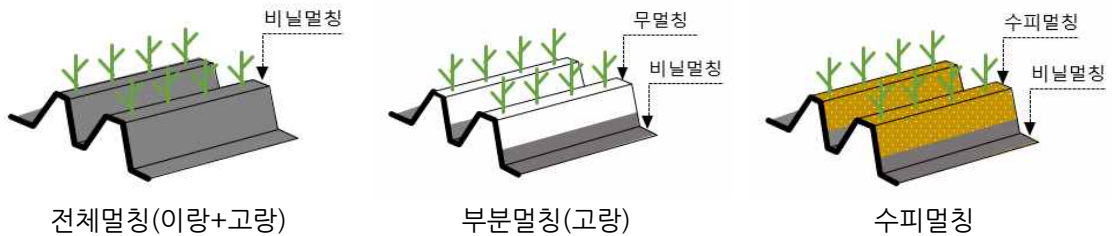


그림 33. 처리구별 멀칭 방법

처리구별 발생잡초 중 피는 중요도에서 36.44로 방제가 가장 필요하고 황기와외의 경합이 가장 높을 것으로 추정되는 잡초였으며 참비름, 명아주 순으로 중요도가 높았다(표 31).

표 31. 처리구별 발생잡초 종류 및 중요치 분석

잡초명	상대밀도	절대빈도	상대빈도	피도	상대피도	피도계급	중요도
명아주	12.5	49.3	13.7	10.4	12.7	2	13.18
쇠비름	19.8	61.1	16.9	2.1	2.5	1	9.73
참비름	21.9	80.6	22.3	13.2	16.1	2	19.20
피	30.2	97.9	27.1	37.5	45.8	3	36.44
붉은서나물	2.6	5.6	1.5	2.1	2.5	1	2.04
봄여뀌	6.3	26.4	7.3	4.2	5.1	1	6.20
고마리	1.6	13.2	3.7	2.1	2.5	1	3.10
기타	2.1	19.4	5.4	6.9	8.5	1	6.93
합 계	3.1	7.6	2.1	3.5	4.2	1	3.18

*피도계급, 방형구를 덮고 있는 면적: 75% 이상, 5; 50-75%, 4; 25-50%, 3; 10-25%, 2; 10% 이하, 1.



명아주

쇠비름

참비름

피



봄여뀌

고마리

붉은서나물

그림 34. 시험포장 발생잡초 종류

모든 처리구는 유기농 재배 농가에서 일반적으로 적용하는 부분멀칭 + 5~7월 총 3회 제초 처리구인 대조구와 비교하였다. 8월 상순까지 처리구별 잡초 제거에 소요된 인력 시간은 잡초관리3에서 가장 적게 소요되었고 대조구와 잡초관리1이 평균 274분으로 가장 많이 소요되었다. 부분 멀칭 처리구인 대조구, 잡초관리1과 비교하여 전체 멀칭 처리구인 잡초관리2와 3에서는 대조구와 비교시 25% 수준으로 제초 인력 시간이 절감되었으며 수피 멀칭 처리구도 절감 효과가 높았다. 또한 잡초 제거 횟수(1회/2주)가 가장 높았던 잡초관리4는 총 181분이 소요되어 대조구보다 제초 인력 시간에서 오히려 36.9%의 절감효과가 있었다(표 32).

표 32. 처리구별 잡초 제거 소요시간 추이(처리구당 면적: 30㎡)

(단위: 분)

구 분	5월 상순	5월 하순	6월 상순	6월 하순	7월 상순	7월 하순	8월 상순	8월 하순	합계
잡초관리1	0	161	0	18	0	0	61	0	261
잡초관리2	41	0	0	16	0	29	0	0	76
잡초관리3	34	0	0	18	0	21	0	0	64
잡초관리4	54	31	25	6	41	11	3	10	181
농가제안	56	0	0	0	0	43	0	0	89
대조구	47	0	143	0	0	50	0	0	287

처리구별 황기 지상부 생육 특성은 대조구와 비교하여 모든 처리구에서 유의적인 생육 차이가 없어 잡초 경합에 의한 생육 저해가 발생하지 않았다고 판단된다(표 33).

표 33. 처리구별 황기 지상부 생육 특성

구 분	출현율 (%)	생초중 (g)	초장 (cm)	주경 마디수(개)	주경장 (cm)	경경 (mm)	최하위 분지장(cm)	분지수 (개)
잡초관리1	68.4a	154.0a	102.9a	22.9a	65.2a	11.9a	72.3a	12.9a
잡초관리2	61.5a	144.3a	106.5ab	21.4a	63.6a	12.7a	79.2a	12.7a
잡초관리3	69.2a	209.5a	110.0ab	22.5a	62.6a	13.6a	86.4a	12.6a
잡초관리4	68.1a	227.3a	114.5b	22.9a	68.5a	13.9a	90.7a	14.6a
농가제안	70.9a	146.6a	106.5ab	22.8a	69.0a	11.5a	80.9a	13.9a
대조구	74.2a	155.3a	106.1ab	23.2a	68.0a	11.4a	84.0a	13.9a

*DMRT: $p < 0.05$

황기 생육기간 동안 처리구별 멀칭 종류에 의한 지온 변화를 확인하기 위해 하루 3회 지온을 측정 한 결과, 무멀칭과 비교하여 비닐멀칭은 최고기온과 최저기온의 온도차가 가장 컸고 수피멀칭은 온도차가 적었으며 낮 동안 가장 낮은 온도를 유지하였다. 비닐멀칭은 높은 온도차로 인해 황기 근비대에 유리할 것으로 판단되나 수피멀칭은 낮은 온도차와 저온 유지로 인해 근비대에 불리할 것으로 판단되었다(그림 35).

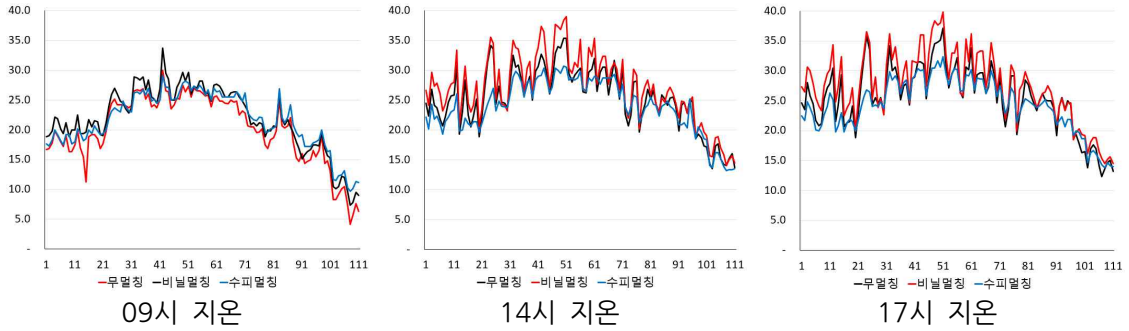


그림 35. 멀칭 종류에 따른 시간대별 지온 변화

처리구별 황기 지하부 생육 특성에서 잡초관리3이 수량지수 115.7로 가장 높았으며 대조구와 비교하여 1,000㎡당 2,023,000원의 추정 수익액을 달성하였다(표 34, 35 및 그림 36).

표 34. 처리구별 황기 지하부 생육 특성

구 분	생근중 (g)	주근경 (mm)	주근장 (cm)	지근수 (개)	잔뿌리정도 (1,3,5)	생근수량 (kg/10a)	수량지수 (%)
잡초관리1	47.6	17.0	31.7	31.4	3.5	229.2	86.5
잡초관리2	52.5	18.3	27.5	27.8	2.5	229.8	86.5
잡초관리3	65.5	20.3	28.4	31.4	1.8	307.2	115.7
잡초관리4	56.6	17.7	31.8	35.6	3.2	265.5	100.0
농가제안	39.2	16.6	26.6	24.0	2.5	158.0	59.5
대조구	37.8	15.8	29.6	27.6	2.6	203.3	76.5

*DMRT: $\rho < 0.05$



그림 36. 처리구별 황기 지하부 생육 현황

표 35. 재배지별 경제성 분석 (단위: 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<p>○ 증가되는 비용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이랑 비닐 멀칭 처리에 따른 비용 증가 : 336,000원 <ul style="list-style-type: none"> · 멀칭비닐 : 30천원(500m/롤)*1.2롤 = 36천원 · 인건비(설치, 남) : 포장인부 120천원/인*3인*1/2일 =180천원 · 인건비(제거, 남) : 포장인부 120천원/인 * 2인 * 1/2일 =120천원 - 계(A) : 336,000원 	<p>○ 증가되는 이익</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수확량 증가에 따른 총수입 증가: 1,039,000원 <ul style="list-style-type: none"> · 처리 수확량 307.2kg*10,000원(kg당) = 3,072천원 · 대조 수확량 203.3kg*10,000원(kg당) = 2,033천원 * 유기농 황기(생근, 1년생) 10천원/kg 기준 - 제초 노동시간 감소에 따른 고용노동비 감소 1,320,000원 <ul style="list-style-type: none"> · 처리(인건비, 여) : 1.2인*4일*100천원 = 480천원 · 대조(인건비, 여) : 6.0인*3일*100천원 = 1,800천원 - 계(B) : 2,359,000원
<p>○ 추정수익액(A-B) : 2,023,000원(1,000㎡ 기준) = 2,359,000원 - 336,000원</p>	

(시험 9) 황기 기비처리용 유기농자재 적정 시용량 설정

2년차 기선발된 혼합유기농자재(표 36)를 황기 재배지 토양 검정 후(표 37), 시비처방서 “10a당 질소 검정 시비 추천량” 에 따라 검정 시비 실시하였다(표 38).

○ 혼합유기농자재 처리 방법

- ① 황기 재배지 토양 검정 후 시비처방서 “10a당 질소 검정 시비 추천량” 확인하여 밀거름(기비용) 기준 검정 시비를 실시하였다(표 36).

표 36. 배양 처리 유기농자재 주성분

구분	비율(%)	유기농자재명	주성분(비율, %)	처리량 (kg/10a)
혼합	60	부숙 수피	활엽수 부숙 수피(100)	1,500
유기	30	가축분퇴비	계분(20)+돈분(20)+우분(20)+톱밥(20) 등	
농자재	10	구아노 등	구아노(72)+아주까리유박(20)+람베나이트(8)	

표 37. 시험 포장 토양 화학성 분석 결과

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅ (mg/kg)
				cmol(+)/kg			
-	6.91	0.17	14	5.4	0.33	1.21	685
적정범위*	6.0~6.5	2이하	25~30	150~250	0.45~0.55	5.0~6.0	1.5~2.0

*: 황기 재배 적정 범위(작물별 비료사용처방_5차 개정본(2022), RDA)

표 38. 토양 화학성 분석 결과에 따른 검정 시비 추천량(kg/10a)

구분	질소	인산	칼리
밀거름(기비용)	6.3	3.0	4.6
웃거름(추비용)	6.3	0.0	4.6

② 기비용 유기농자재 혼합 비율(표 39) 및 각 유기농자재별 성분 함량 확인(표 40)

표 39. 기비용 유기농자재 혼합 비율(%)

처리구	혼합비율(%)	유기농자재	주요성분
기비용	60	농가발효수피	부숙 활엽 수피 100%
유기농자재	30	가축분퇴비	겨분 20%, 우분 20%, 돈분 15%, 톱밥 20%, 벼짖지 15% 등
	10	구아노 함유 유기농자재	구아노 함유

- ③ 검정 시비 추천량 중 밀거름 해당 유기농자재 시용량 계산(kg/10a).
 = 토양 검정 시비 추천 질소시비량(kg/10a) ÷ 각 유기농자재별 질소함량% × 100

표 40. 기비용 유기농자재별 성분 함량(%)

분석항목	농가발효수피	가축분퇴비	구아노 함유 유기농자재
T-N	0.3	1.8	9.0
P ₂ O ₅	0.5	7.9	1.0
K ₂ O	0.7	1.7	2.0
유기물	90.1	42.2	60.0

- ④ 계산된 유기농자재별 시용량 혼합 처리.
 처리구별로 배량(1.0배, 1.5배, 2.0배, 3.0배) 처리(표 41)하여 화학비료 처리구와 비교하였다.

표 41. 유기농자재 질소 함량 기준 처리량(1배량 기준)

유기농자재	혼합 비율(%)	검정 시비 질소 추천량(kg/10a)	질소 함량 기준 처리량(kg/10a)
농가발효수피	60	6.3	1,260
가축분퇴비	30		105
구아노 함유 유기농자재	10		7

토양미생물 다양성지수는 6월에서 9월로 시간이 경과함에 따라 세균과 진균 모두 크게 낮아졌다(표 42).

표 42. 처리구별 토양 미생물 분석 결과

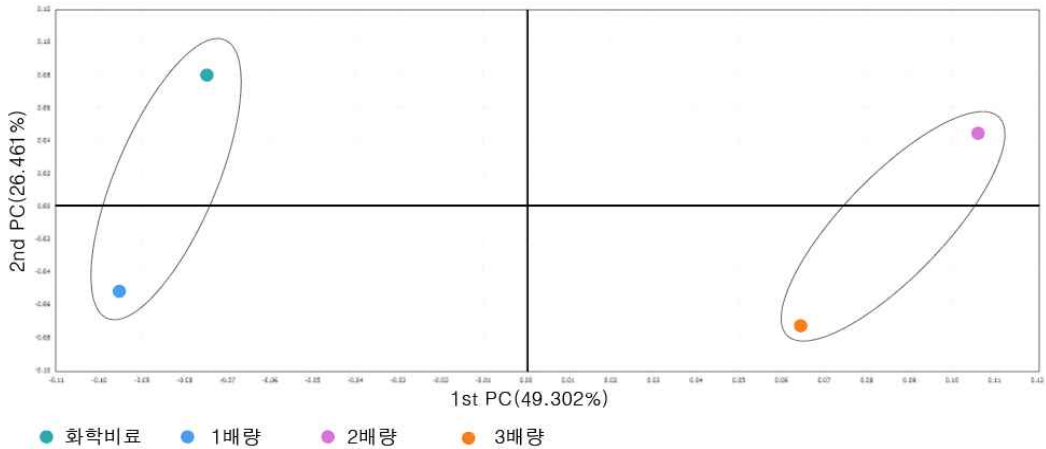
구 분	OTUs*				ACE**				CHAO**			
	세균		진균		세균		진균		세균		진균	
	6월	9월	6월	9월	6월	9월	6월	9월	6월	9월	6월	9월
1.0배량	8192	6264	1481	1007	9281.21	7441.98	1506.74	1048.60	8887.39	7102.30	1491.91	1028.00
2.0배량	8608	5607	1741	996	9701.77	6727.03	1778.65	1029.66	9334.49	6444.32	1754.67	1013.66
3.0배량	8315	5851	1613	1174	9436.18	7087.92	1645.57	1210.40	9069.85	6742.84	1625.56	1189.85
화학비료	7834	5767	1420	1107	8860.51	6763.35	1459.50	1144.42	8568.94	6518.56	1437.97	1128.38

<처리구별 토양 미생물 다양성지수>

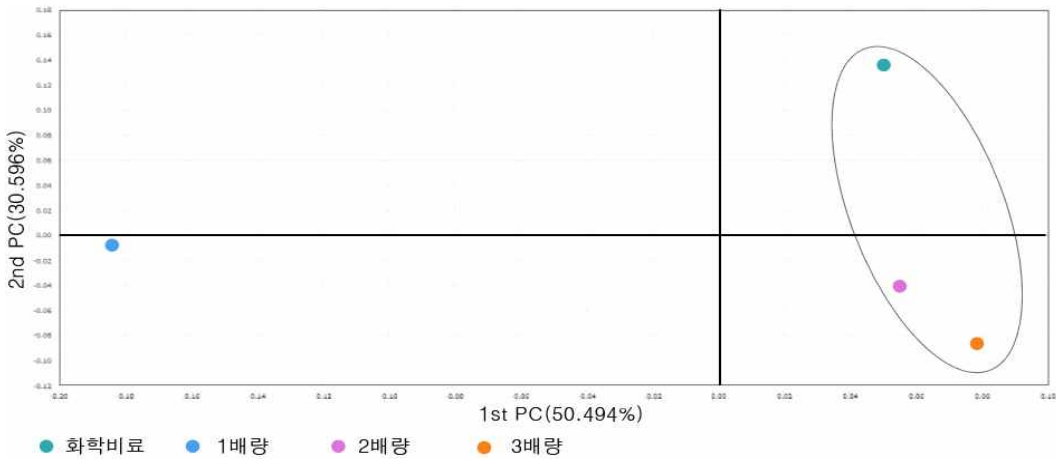
*: Operational Taxonomic Unit: DNA 시퀀싱 결과에서 유사한 시퀀스끼리 묶는 분류단위

** : 샘플에서 발견되지 않거나 보이지 않는 종이 남아 있을 가능성을 고려하여 발견된 종의 정보를 바탕으로 종에 대한 풍부도를 추정

세균 군집의 PCoA 분석에서 유기농자재 처리구는 배량에 따라 1배량은 화학비료와 비슷한 특성을 보이고 2배량은 3배량과 비슷한 특성을 보여 유기농자재 처리량에 따라 세균 군집이 크게 변화하였다 (그림 33). 또한 6월과 9월의 각 시기에 따른 변화양상에서 유기농자재 처리구는 6월과 비교하여 9월 분석에서도 x축과 y축이 크게 변동 없는 안정적인 모습을 보이나 화학비료 처리구는 x축으로 크게 이동 하였는데 이는 유기농자재와 비교하여 속효성인 화학비료의 특성에 기인한 것으로 추정되었다(그림 37).



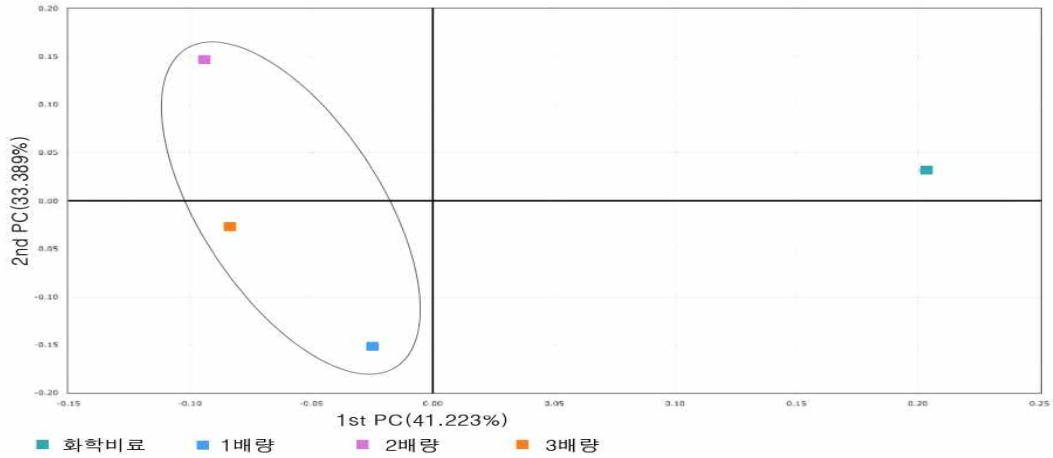
<6월 토양미생물(세균) PCoA 분석>



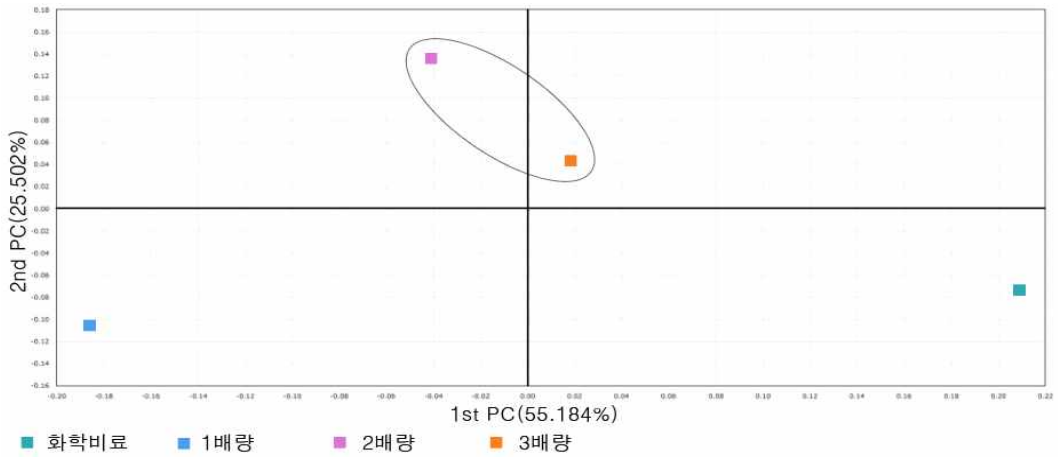
<9월 토양미생물(세균) PCoA 분석>

그림 37. 처리구 시기별 세균 군집 PCoA 분석

진균 군집 역시 PCoA 분석에서 유기농자재 배량 처리구에서 가까운 유연관계를 보이며 화학비료와는 차이를 보였다. 6월과 9월의 각 시기에 따른 변화양상에서는 화학비료 처리구에서 x축으로 크게 이동한 세균 군집과는 달리 진균 군집에서는 유기농자재 처리구에서 x와 y축으로의 이동이 확인되었으나 유연관계는 유기농자재 배량 처리와 화학비료 처리 여부에 따라 구분되었다.



〈6월 토양미생물(진균) PCoA 분석〉



〈9월 토양미생물(진균) PCoA 분석〉

그림 38. 처리구 시기별 진균 군집 PCoA 분석

지상부 생육특성은 출현율에서 화학비료와 3배량이 유의적으로 소폭 높았으나 그 외 조사 항목에서는 유의적으로 큰 차이가 없었다(표 43).

표 43. 처리구별 황기 지상부 생육 특성

구 분	출현율 (%)	초장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개)	마디수 (개)	복엽수 (개)	시들염병 발생율(%)	생육정도 (1-3)
1.0배량	72.3ab	77.5a	8.7a	13.9a	10.1a	18.2a	1.1a	2.3a
1.5배량	66.8b	86.2a	8.7a	15.9a	10.4a	18.1a	1.4a	2.5a
2.0배량	71.5ab	83.2a	9.5a	15.3a	11.5a	22.3a	1.5a	2.7a
3.0배량	73.8a	85.4a	9.0a	15.9a	9.8a	21.2a	1.0a	2.5a
화학비료	75.7a	79.0a	8.0a	15.7a	9.8a	18.8a	0.9a	1.7a

*DMRT: $\rho < 0.05$

지하부 생육 특성에서는 생근중에서 1.5배량의 유의적으로 높았다(표 44). 처리구별 수량 특성은 건근수량 기준 수량지수에서 1.5배량과 1.0배량이 화학비로 처리구와 비슷한 수준을 보였으며 2.0배량과 3.0배량 대비 유의적으로 높았다(표 45).

표 44. 처리구별 황기 지하부 생육 특성

구 분	생근중 (g)	근장 (cm)	근경 (mm)	지근수 (개)	세근수 (1~5)	뿌리썩음병 발생률(%)	뿌리혹 발생률(%)
1.0배량	45.4b	14.2a	59.0a	9.3a	2.2a	0.4a	0.0a
1.5배량	51.4a	15.0a	62.5a	12.5a	2.8a	0.0a	2.5a
2.0배량	43.3b	14.3a	57.3a	9.1a	2.9a	2.1b	7.9a
3.0배량	40.2b	14.3a	53.5a	7.8a	2.5a	0.4a	3.8a
화학비료	45.0b	14.9a	56.5a	10.5a	2.3a	0.4a	2.5a

*DMRT: $\rho < 0.05$

표 45. 처리구별 황기 지하부 수량 특성

구 분	입모율(%)	상품화율(%)	생근수량 (kg/10a)	건근수량 (kg/10a)	수량지수
1.0배량	71.3ab	99.6a	765.5a	240.9a	100.6a
1.5배량	65.8b	100.0a	803.0a	256.4a	107.1a
2.0배량	70.8ab	97.9a	710.6b	227.4b	95.0b
3.0배량	73.1a	99.6a	697.1b	216.5b	90.4b
화학비료	74.8a	99.6a	796.6a	239.5a	100.0a

*DMRT: $\rho < 0.05$, 생근수량=주당생근중*23,760주(10a당)*(입모율/100)*(상품화율/100)/1,000

표 46. 경제성 분석 (단위: 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<p>○ 증가되는 비용 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재 처리 비용 · 인건비 : 포장인부(남) 120천원/인×1인×4시간(1/2) = 60천원 · 재료비* : 부숙수피 1,350kg* = 150천원 가축분퇴비 675kg(4.5천원/20kg/포)×34포 = 153천원 유기농자재(구아노포함) 225kg(2천원/20kg/포)×11.3포 = 248.6천원 - 계(A) : 551,600원 <p>* : 검정시비 기준시 포장별 토양 화학성 분석 결과에 따라 시비량이 달라질 수 있으므로 절대 사용량으로 계산함.</p>	<p>○ 증가되는 이익</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재 처리에 따른 수량 증가 · (1.5배량)256.4kg - (무처리*)176.8kg = 79.6kg · 79.6kg * 33,000원/kg* = 2,626,800원 * : 2년차 시험 3. 무시비 처리구 기준 * 유기농 황기(건근, 1년생) 33천원/kg 기준 - 계(B) : 2,626,800원
<p>○ 추정수익액(A-B) : 2,075,200원(1,000㎡ 기준) = 2,626,800원 - 551,600원</p>	

(시험 10) 황기 잡초방제용 멀칭재 선발

멀칭 재료별 토양 수분 양상에서 투명필름 멀칭시 측정기간 동안 가장 낮은 토양 수분량을 보였고 흑색필름과 흑백필름에서 가장 높은 토양 수분량을 보였으며 무멀칭의 경우 강우시마다 토양 수분량이 크게 증가하여 변동폭이 가장 컸다. 멀칭 재료별 지온 양상은 측정기간 동안 투명필름 멀칭시 최고 지온과 최저 지온의 변동폭이 가장 컸으며 흑백필름과 생분해필름, 무멀칭에서 변동폭이 가장 작았고 흑색필름은 중간 수준을 보였다(그림 39).

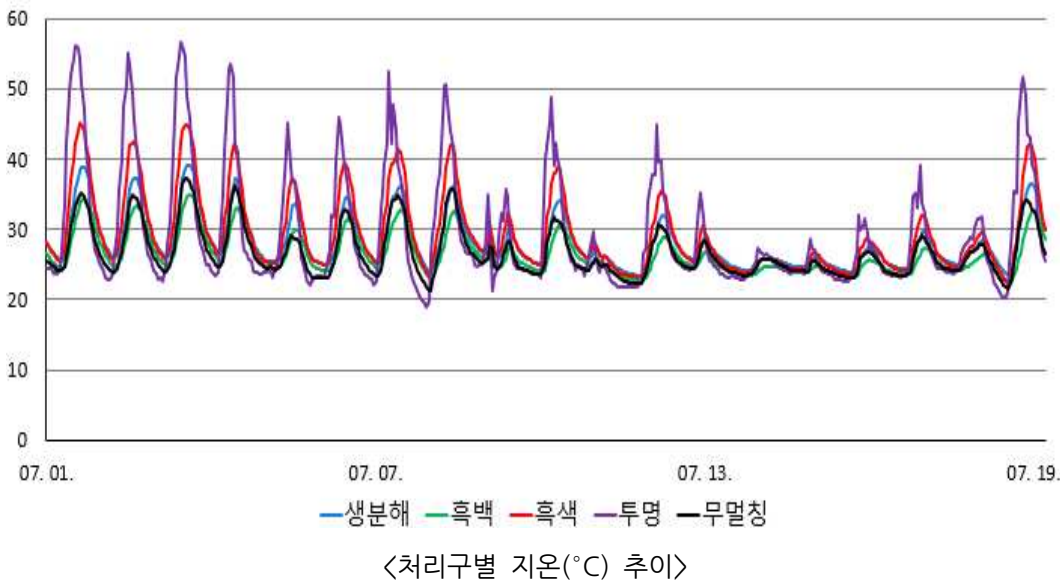
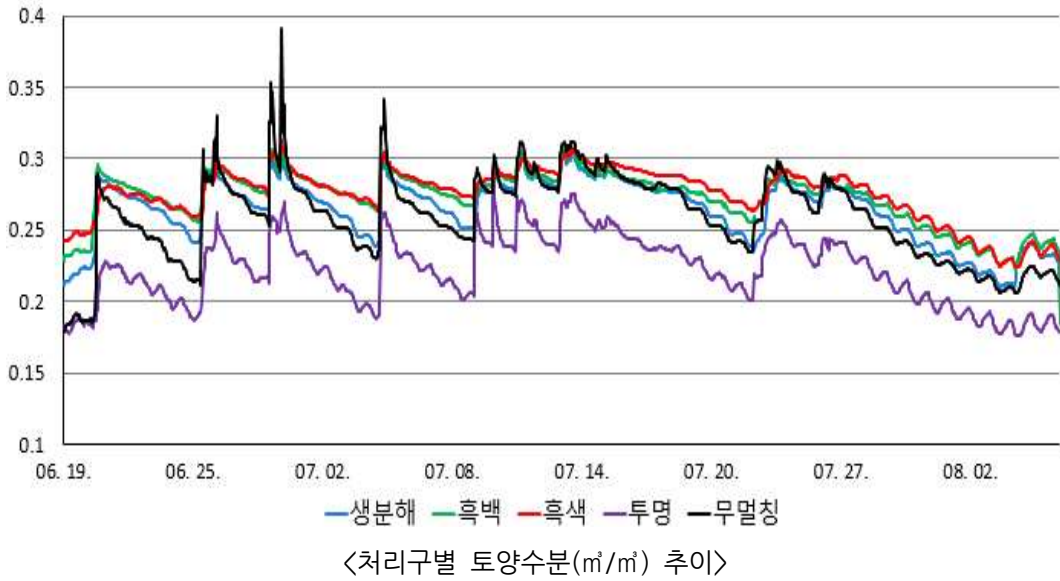


그림 39. 처리구별 토양 수분 및 지온 변화

흑색필름이 출현율과 분지수, 마디수에서 유의적으로 높았으며 투명필름과 무멀칭에서 출현율이 유의적으로 가장 낮았다(표 47). 투명필름 처리시 지근수와 세근수가 유의적으로 가장 높았는데 이는 투명필름에서 토양 수분량이 가장 낮게 유지되는 것과 관계있는 것으로 추정되었다(표 48).

표 47. 처리구별 지상부 생육 특성

구 분	출현율 (%)	초장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개)	마디수 (개)	복엽수 (개)	시들음병 발생율(%)	생육정도 (1-3)
흑색필름	61.1ab	82.8a	8.8a	12.8a	10.6ab	23.8a	0.7a	2.7a
흑백필름	73.3a	86.6a	9.6a	16.5b	13.3b	24.9a	0.9a	2.7a
투명필름	56.8b	76.4a	8.7a	13.4ab	9.2a	19.7a	1.5a	1.8a
생분해필름	65.7ab	84.6a	8.0a	13.5ab	10.5ab	17.6a	1.2a	2.3a
무멀칭	58.3b	79.9a	8.8a	12.1a	9.1a	17.4a	0.5a	2.0a

*DMRT: $\rho < 0.05$

표 48. 처리구별 지하부 생육 특성

구 분	생근중 (g)	근경 (mm)	근장 (cm)	지근수 (개)	세근수 (1~5)	뿌리썩음병 발생율(%)	뿌리혹 발생율(%)
흑색필름	51.9a	14.8ab	61.6a	11.8ab	3.1ab	0.7a	2.0a
흑백필름	42.1a	14.8ab	73.2a	9.8ab	3.0ab	0.0a	0.4ab
투명필름	49.0a	15.3ab	56.8a	15.7a	3.7a	0.7a	1.6ab
생분해필름	43.5a	18.1a	61.4a	8.1b	2.5b	0.3a	0.0b
무멀칭	39.1a	12.7b	54.7a	8.6ab	2.6b	0.0a	0.4ab

*DMRT: $\rho < 0.05$

처리구별 지하부 수량 특성에서는 흑색필름이 건근수량 기준 수량지수에서 160.2로 가장 높았으며 수량지수에는 입모율이 가장 큰 영향을 미친 것으로 판단되었다(표 49 및 그림 40).

표 49. 처리구별 수량 특성

구 분	입모율(%)	상품화율(%)	생근수량 (kg/10a)	건근수량 (kg/10a)	수량지수
흑색필름	60.5ab	99.3a	855.5a	268.2a	160.2
흑백필름	72.6a	99.6a	740.8a	229.3a	136.9
투명필름	56.7b	99.3a	740.5a	219.9a	131.3
생분해필름	64.9ab	99.3a	710.1ab	218.3ab	130.4
무멀칭	58.3b	100.0a	542.2b	167.4b	100.0

*DMRT: $\rho < 0.05$, 생근수량=주당생근중*23,760주/1,000㎡*(입모율/100)*(상품화율/100)/1,000



흑색필름



흑백필름



투명필름



생분해필름



무멀칭

그림 40. 처리구별 지하부 특성

표 50. 경제성 분석 (단위: 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<p>○ 증가되는 비용</p> <p>- 흑색필름 멀칭 처리에 따른 비용 증가 : 336,000원</p> <ul style="list-style-type: none"> · 멀칭비닐 : 30천원(500m/롤)*1.2롤 = 36천원 · 인건비(설치, 남) 포장인부 120천원/인*3인*1/2일 =180천원 · 인건비(제거, 남) : 포장인부 120천원/인*2인*1/2일 =120천원 <p>- 계(A) : 336,000원</p>	<p>○ 증가되는 이익</p> <ul style="list-style-type: none"> - 흑색필름 멀칭 처리에 따른 수량 증가 · (흑색필름)268.2kg - (무처리*)167.4kg = 100.8kg · 100.8kg * 33,000원/kg* = 3,326,400원 * 유기농 황기(건근, 1년생) 33천원/kg 기준 <p>- 계(B) : 3,326,400원</p> <p>* 제초 노동시간은 고려하지 않았으며 이를 고려할 경우 노동시간 감소만큼 증가 이익이 커질 수 있음</p>
<p>○ 추정수익액(A-B) : 2,990,400원(1,000㎡ 기준) = 3,326,400원 - 336,000원</p>	

<제3세부과제 : 황기 유기농재배 종합생산기술 현장실증 연구>

(시험 1) 황기 재배 환경요인 및 현황 분석

- 가. 황기 재배지별 A층 깊이는 유기농 재배지가 30~40cm로 관행재배지 22~25cm보다 다소 높았고 용적밀도도 유기농 재배지가 1.31~1.58Mg m⁻³(표토 기준)로 관행재배지보다 0.21~0.38Mg m⁻³ 낮았음
- 나. 중량수분함량은 관행 재배지가 유기농 재배지보다 높았으며 4개소 모두 입단 발달이 양호하였음
- 다. 재배지별 pH는 적정 범위 초과 재배지가 3개소였으며 EC는 관행재배지가 높은 경향이었고 유기물 함량은 유기농 재배지가 높은 경향이었음. 호기성 세균은 재배유형별 차이가 없었고 곰팡이균은 8월을 기점으로 감소하다 증가하는 경향을 보였음
- 라. 재배지별 토양 미생물 다양성은 1년생은 재배유형과 상관없이 비슷하였으나 2년생은 유기농 재배지가 64.2% 높았고 전반적으로 유기농 재배지의 다양성이 높았음

(시험 2) 황기 재배 현장투입 기술요인 및 현황 분석

- 가. 황기 친환경인증농가의 연령과 재배경력은 관행농가에 비해 낮았으며, 재배면적은 유기농 인증농가가 평균 5,212㎡로 가장 작고 관행농가가 28,228㎡, 무농약인증농가 32,534㎡ 순으로 넓었음
- 나. 황기 재배시 농자재 구입 비용은 친환경인증농가의 66.7%가 1,000㎡ 당 5만원 미만으로 투입 비용이 낮았음
- 다. 토양 및 양분관리기술에서 밀거름과 덧거름 사용은 유기농인증농가가 유기농자재를 적극적으로 사용하나 무농약인증농가의 75%는 일체 사용하지 않았음
- 라. 병해충 관리에서는 관행농가의 83%가 등록약제로 적극 방제중이었으나 친환경인증농가는 대부분 방제하지 않았음

(시험 3) 황기 주요 병해충 발생 양상 및 피해도 조사

- 가. 재배지별 병해충 발생 양상에서는 재배유형과 상관없이 흰가루병과 토양전염병은 7월 이후 발생하였으며 주요 해충인 진딧물은 모든 재배지에서 크게 발생하지 않았고 응애와 노린재는 관행 재배지에서 발생율이 비교적 낮았음

(시험 4) 황기 재배유형별 생육 특성 및 수량 평가

- 가. 지상부 생육 특성은 재배유형별로 큰 차이가 없었으나 1년생이 경과할수록 유의적인 증가를 보이며 지하부 생육 특성 역시 비슷한 경향을 보임, 지하부 발병 특성에서도 1년생이 증가할수록 증가하는 경향을 보임

(시험 5) 유기농 황기 작부체계 확립을 위한 전작물 선정

가. 황기 수확한 포장에 고추 등 전작물 재배에 따른 황기 재작시 황기 출현율은 황기 초작 지인 대조구와 비교하여 5.1~15.8%로 매우 부진하였음

(시험 6) 유기농 황기 병해충 방제에 적합한 유기농자재 선발

가. 황기에 발생하는 진딧물 방제시 고삼추출물이 98.3%의 방제율을 보였고 흰가루병 방제 시 마요네즈유가 78.7%의 방제율을 보였음

(시험 7) 유기농 황기재배에 적합한 기비용 유기질비료 선발

가. 기비용 유기농자재 선발에서는 부숙수피 60%+가축분퇴비 30+구아노 등 10 혼합한 유기 농자재를 기비로 사용할 경우 화학비료를 사용한 대조구 대비 81.1%의 수량지수를 나타냄

(시험 8) 유기농 황기 잡초방제기술 개발

가. 황기 유기농재배시 잡초방제는 이랑과 고랑 모두 흑색비닐 멀칭 후 5월 상순과 6월 하순, 7월 하순에 각 1회씩 손제초할 경우 유기재배농가에서 일반적으로 관리하는 무멀칭 후 5월 상순과 6월 상순, 7월 하순 각 1회 손제초와 비교하여 소요시간을 약 77% 단축할 수 있었음

(시험 9) 황기 기비처리용 유기농자재 적정 사용량 설정

가. 시험 7에서 선발한 유기농자재(부숙수피 60%+가축분퇴비 30+구아노 등 10)를 1.5배량 처리 시 1.0배량과 비교하여 수량지수가 107.1 로 가장 우수하였음

(시험 10) 황기 잡초방제용 멀칭재 선발

가. 잡초 방제를 위한 멀칭재 선발에서 흑색필름 멀칭시 수량지수가 무멀칭 대비 160.2로 가장 높았으며 추정수익액은 10a 기준 2,990천원으로 나타남

5 인용문헌

- Altieri, M.A. 2002. Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agric. Ecosyst. Environ.* 93:1-24.
- Gomiero, T., D. Pimentel, and M. G. Paoletti. 2011. Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs. Organic agriculture. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 30: 95-124.
- Korea Agricultural statistics Service(KASS). (2022). 2019 Year Special crop production statistics. Korea Agricultural Statistics Service. Sejong, Korea.

Man Chul Jung, Ui Dong Yang, Gab Sang Yoo. (2020). A study on the greenhouse gas reduction effect of low carbon certified organic agriculture. 131-131.

Paul Mader, Andreas Flie bach, David Dubois, Lucie Gunst, Padruot Fried,Urs Niggli. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming, Science. (2002), May 31;296(5573):1694-7.

R. Gelsomino, M. Vancanneyt, T.M. Vanderckhove, J. Swings. 2004. Development of a 16S rRNA primer for the detection of Brevibacterium spp. Lett. Appl. Microbiol., 28 (2004), pp. 532-535.

Sugiyama A, Vivanco JM, Jayanty SS, Manter DK.. 2010. Pyrosequencing assessment of soil microbial communities in organic and conventional potato farms. Plant Dis 94: 1329-1335.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2021(1년)	컨설팅	황기 유기농재배 연구 현장 기술지원
	학술발표	강원지역 황기 친환경재배 실태조사
	홍보	강원도농업기술원, 황기 재배지 중점 관리 등 3건
2022(2년)	컨설팅	황기 유기농재배 현장 기술지원 컨설팅-홍천 1농가
	컨설팅	황기 유기농재배 현장 기술지원 컨설팅-영주 1농가
	학술발표	황기 유기농재배시 기비종류별 토양미생물상 비교
	홍보	춘천 BBS, 지속가능한 유기농 약초 재배 기술
2023(3년)	컨설팅	황기 유기농재배농가 현장기술 지원 컨설팅-홍천 1농가
	컨설팅	황기 유기농재배농가 현장기술 지원 컨설팅-영주 1농가
	학술발표	황기 유기농 재배시 잡초 발생 양상과 제초방법별 경제성 평가
	기술보급서	황기 유기재배 매뉴얼
	동영상	10분안에 끝내는 유기농 황기 재배 등 2건
	홍보	KBS강원, 강원도농업기술원, 유기농 황기 생산유통 협의체 운영 등 3건

성과지표	연도	1년차 (2021)		2년차 (2022)		3년차 (2023)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문 게재	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-
	비SCI	-	-	30	-	-	-	30	-
학술 발표	국제	-	-	-	-	-	-	-	-
	국내	1	1	1	1	1	1	3	3
영농 활용	기술	-	-	-	-	-	-	-	-
	정보	-	-	-	-	1	1	1	1
기술보급서		-	-	-	-	1	1	1	1
동영상		-	-	-	-	2	2	2	2
홍보		-	3	1	-	1	3	2	6
현장컨설팅		1	1	2	2	2	2	5	5
계		2	5	34	3	8	10	44	18

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'21	'22	'23
과제책임자	전북도원	농업연구관	서상영	과제 총괄	-	○	○
세부책임자	작물연구과	농업연구사	이기욱	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	"	농업연구사	이재형	시험수행 및 평가	○	○	-
	"	"	모영문	현장조사 지원	○	○	○
	"	"	이안수	"	-	-	○
	"	농업연구관	박종열	평가분석 지원	-	-	○
	"	"	김영진	"	-	-	○
	"	공업주사보	최병철	현장조사 지원	-	-	○
	농식품연구소	농업연구관	엄남용	평가분석 지원	○	○	-
	연구협력과	"	고병대	"	○	○	-
	산채연구소	농업연구사	윤병성	현장조사 지원	○	○	-
	"	공업서기	박준영	"	○	○	-
	"	운전서기보	조태희	"	○	○	-
	작물연구과	공무직	이은열	"	○	○	-
	산채연구소	"	허지성	"	○	○	-
	작물연구과	"	김정미	"	○	○	-
	산채연구소	"	홍지은	"	○	○	-

전략체계	혁신 - 3 - 2		수행시기	완료	
기술분야코드	V2	기술유형코드	S02	작목구분코드	IC-03-19ZZ
과제종류	공동연구		과제번호	PJ016665	
과제명	고위도 지역 재배 단삼 생산량 및 효능 평가				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	정진태		농업연구사	국립원예특작과학원	
연구기간	2022 ~ 2023		참여연구기관	농촌진흥청 등	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
2) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 재배 특성 및 생산량 평가			작물연구과	이기욱	'22~'23
키워드	고위도, 수량, 단삼, 탄시논, 심혈관계질환				

ABSTRACT

This study evaluated the yield and efficacy of *Salvia miltiorrhiza* cultivation in high-latitude areas, conducted at the test field of the Ginseng and Medicinal Plants Research Institute (currently the Wild Plants Research Institute, Vegetable Experiment Station) located in Kimhwa-eup, Cheorwon-gun, Gangwon-do (38°15'06.07"N 127°23'21.31"E). The evaluation included the optimal planting time and harvest time for *S. miltiorrhiza* in this region. In the northern region of Gangwon, the optimal planting time for *S. miltiorrhiza* was found to be late March (March 31st), with the highest dry root weight per plant at 84.5g when planted at this time. Planting in early April (April 13th) resulted in a dry root weight of 77.0g, indicating that planting before early April is most advantageous. The optimal harvest time for *S. miltiorrhiza* planted in April, showed that harvesting in November of the same year resulted in a significantly higher dry root yield compared to October, making it more advantageous. Furthermore, harvesting in November of the following year resulted in a substantial increase in dry root weight per plant, at 239.5g compared to 133.5g in October, suggesting that November harvests would be most beneficial. To select the most suitable *S. miltiorrhiza* variety and lineage for cultivation in the northern Gangwon area, two varieties, Gossan and Dasan, along with four breeding lines including the pending Hongdan, were planted in April and harvested in November to evaluate their yield. The emergence rate of Dasan, Gossan, and the pending variety Hongdan was significantly higher than that of other breeding lines. In terms of dry root weight, Hongdan (pending variety registration), Gossan, and Dasan were significantly higher

than the other three lineages. Regarding the content of two effective components, Salviannic acid B was highest in Hongdan, and Tanshinone IIA was highest in Dasan.

1 연구목표

지난 100년 동안 세계의 평균기온은 0.7℃, 우리나라는 이보다 더 높은 1.5℃ 상승하였으며 IPCC (기후변화 관련 정부 간 협의체)는 현재 추세로 온실가스 배출 시, 2100년 전 세계 평균 기온은 4.7℃, 우리나라는 이보다 높은 5.7℃가 상승할 것으로 예측하고 있다. 고위도 지역이란 위도상 적도 기준으로 남극과 북극에 가까운 곳을 의미하고 기후변화에서 적도 및 저위도 보다 높은 온도상승률을 나타내는 지역이다. 특히 우리나라는 적도 북쪽인 북위 33~39°에 위치하며 이중 강원도 전체 면적을 포함하여 남한 면적의 25%가 북위 37~38°에 위치하는 고위도 지역에 해당한다. 기후변화가 약용작물에 미치는 영향은 일반적인 식량작물에서 나타나는 재배면적의 감소, 생산성 저하의 문제뿐만 아니라 약성을 발휘하는 이차대사산물의 성분 종류와 함량이 환경 변화에 의해 달라져 약용작물의 품질기준에 영향을 미칠 수 있다. 약용작물은 대부분 한약재나 기능성 식품 등의 원료로 사용되기 때문에 원료 및 지표성분 함량이 품질 평가의 기준이 되며 재배 최적지와 재배환경의 조절을 통해 표준화하는 것이 필수적이다. 기후 변화에 따라 주요 약용작물인 천궁 당귀 등 일부 작목에 대해 “모의전자기후도”를 작성한 결과(RDA., 2017), 총재배 가능지 (재배적지+재배가능지) 면적이 인삼, 당귀, 천궁 모두 지속적으로 감소하였으며 재배면적의 감소와 생산성 저하 뿐만 아니라 유효성분의 변화 등도 환경에 의해 달라져 약용작물의 품질 기준에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 단삼(뿌리)은 국내에서 사용되는 한약재 중의 하나로 그동안 전량 중국에서 수입되어 오다가 2010년부터 국내 재배를 시작하였으며 Choi 등 (2020)은 농업 경영성 측면에서 노동절감형 작목으로 판단하여 농촌 고령화에 따른 대안으로 재배농가와 면적이 확대될 것으로 예측하고 있다. 단삼의 약리작용에 관한 연구에서는 크게 두 가지 형태의 화합물인 lipid-soluble diterpenoids와 water-soluble polyphenolic의 화합물로 나눌 수 있으며, 이것은 항산화 활성의 산화방지에 대하여 혈관 및 피부 세포조직질화에 중요한 요인으로 여겨지고 있다. (Zhou *et al.*, 2005). 단삼의 유효성분은 대부분이 tanshinone I, IIA, IIB, dihydrotanshinone, cryptotanshinone, neotanshinone A, B, C, isotanshinone I, IIB, isocryptotanshinone 등과 danshensu(salviannic acid A), rosmarinic acid, lithospermate B, magnesium lithospermate B 같은 페놀성 화합물이 알려져 있으며(Li *et al.*, 2010), 효능으로는 항염, 항바이러스와 cardiovascular와 관련된 치료에 효과적이며 다양하게 사용되고 있다.

약용작물은 지표성분의 함량이 품질 평가의 기준이 되고 이는 단삼 역시 마찬가지인데 기후변화에 대응하기 위해서는 고위도 지역 환경에서의 생산성과 품질에 대한 평가와 예측이 중요하며 이와 관련한 적정 재배기술의 개발도 필요하다. 이에 본 연구에서는 단삼의 원료 생산과 지표성분 안전성 확보를 위한 생산시스템 등 고위도 지역에서의 지역적 특성을 살린 연구 개발을 통해 수입에 의존하는 원료의 국내 생산 전환을 목표로 한다.

〈제1세부과제 : 고위도 지역(강원 북부) 단삼 재배 특성 및 생산량 평가〉

(시험 1) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 정식적기 설정('22~'23, 1년차)

본 시험에서는 강원 북부 지역에서의 단삼 정식적기 설정을 위해 강원특별자치도 철원군 김화읍에 위치한 강원특별자치도농업기술원 인삼약초연구소(현 산채연구소 과채류시험장) 시험포장에서 2022년부터 2023년까지 2년간 실시하였다. 정식적기 설정을 위해 전년도에 노지 정식하여 정상 생육한 단삼 종근을 정식 전 수확하여 직경 0.5~0.8cm, 길이 5cm로 잘라 준비하였다. 정식 시기는 3월 하순(3월 31일), 4월 상순(4월 13일), 4월 하순(4월 27일), 5월 상순(5월 11일)과 5월 하순(5월 25일)까지 총 5시기에 정식하였으며 재배법은 농업기술잡이(RDA, 0000) 일반 재배기술에 준하여 영양번식 방법으로 실시하였다. 모든 처리구는 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2012)에 따라 조사하였으며 수확은 11월 상순 일시 수확하였다.

(시험 2) 강원북부 지역 단삼 최적 수확시기 설정('22~'23)

본 시험에서는 단삼 최적 수확시기를 구명하기 위해 2022년부터 2023년까지 시험 1 과 동일한 시험포장에서 수행하였으며 처리내용은 수확 시기를 달리하여 당해연도 10월 수확, 11월 수확 및 차년도 3월 수확, 10월 수확, 11월 수확으로 총 5시기에 걸쳐 수확하였다. 모든 처리구는 당해연도 4월 13일 정식하였으며 그 외 모든 재배법은 시험 1과 동일하였다.

(시험 3) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 정식적기 설정('22~'23, 2년차)

본 시험은 시험 1의 연차 변이를 확인하기 위해 2022년 시험 내용과 마찬가지로 동일하게 수행하였다.

(시험 4) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 수확적기 설정('23~'24)

본 시험은 시험 2의 연차 변이를 확인하기 위해 2022년 시험 내용과 마찬가지로 동일하게 수행하였다.

(시험 5) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 적품종 및 계통 선발('23~'24)

본 시험은 고위도 지역에서의 단삼 적품종 및 계통 선발을 위해 육성된 단삼 2 품종(다산, 고산)과 육성종인 4 계통(고산, Y-10-001-21, Y-10-001-27, Y-10-001-31)을 대상으로 실시하였다. 모든 품종 및 계통의 정식 시기는 시험 2와 마찬가지로 4월 13일로 그 외 모든 재배법은 위 시험과 동일하게 수행하였다.

(시험 6) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 발근촉진 기술 개발

본 시험은 단삼의 종근을 이용한 영양번식시 종근의 정식 후 출아시까지 소요되는 기간을 단축하고자 실시하였으며 루톤분제를 농도별로 희석하여 침지 후 무처리 종근과 생육 특성을 비교하였다. 정식시기는 4월 13일이며 그 외 모든 재배법은 시험 2와 동일하게 수행하였다.

3 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 고위도 지역(강원 북부) 단삼 재배특성 및 생산량 평가>

(시험 1) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 정식시기 설정('22~'23, 1년차)

○ 시험지역 기상환경

시험지역은 생육에 문제가 없는 기상 조건으로 시험지역의 월별 평균기온은 7월이 25.2℃로 가장 높았고 월 강수량은 6월부터 9월에 집중되었으며 총강수량은 1,733.2mm이었다(그림 1, 2 및 표 1).

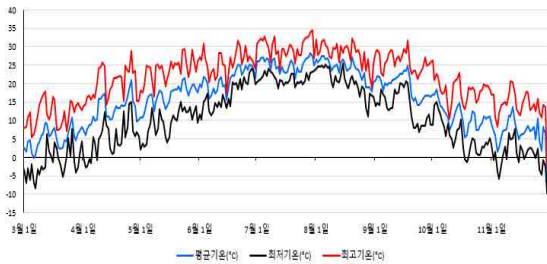


그림 1. 철원 평균기온 추이(2022년)

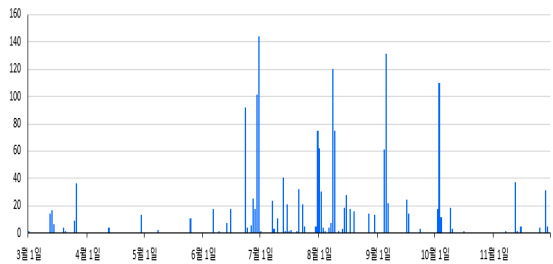


그림 2. 철원 일별 강수량 추이(2022년)

표 1. 시험지역(철원) 월별 평균기온 및 강수량

구분	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
평균기온 (°C)	5.2	12.6	16.7	21.2	25.2	24.0	19.4	11.4	6.6
강수량 (mm)	90.9	17.9	14.5	437.2	247.6	420.4	257.4	162.1	85.2

○ 지상부 출현특성

정식시기별 지상부 출현특성에서 출현소요일수는 4월 하순 정식이 14일로 가장 짧았으며 3월 하순 정식이 33일로 가장 길었으며 각 정식시기별 출현율은 81.3~95.2%로 유의적인 차이가 없었다(표 2).

표 2. 지상부 출현특성

구분*	출현시(월, 일)	출현기(월, 일)	출현소요일수(일)	출현율(%)
3월 하순	5월 3일	5월 11일	33d	95.2a
4월 상순	5월 6일	5월 12일	23c	93.4a
4월 하순	5월 11일	5월 20일	14a	95.1a
5월 상순	6월 1일	6월 10일	21b	81.3a
5월 하순	6월 17일	6월 27일	23c	86.4a

* 3월 하순은 3월 31일 정식하였으며 4월 상순은 4월 13일, 4월 하순은 4월 27일, 5월 상순은 5월 11일, 5월 하순은 5월 25일에 실시하였음, DMRT(p<0.05)

○ 지상부 생육특성

정식시기별 지상부 생육특성은 정식시기가 빠른 처리구에서 생육정도가 높았으나 3월 하순과 4월 상순 두 처리구 간에는 유의적인 차이가 없었으나 4월 하순 이후의 처리구에서는 시기에 따라 유의적으로 차이가 있어 강원 북부지역에서는 4월 상순에 정식하는 것이 지상부 생육에 가장 유리할 것으로 판단되었다(표 3).

표 3. 지상부 생육특성

구 분	초장 (cm)	꽃대길이 (cm)	경수 (매/주)	엽수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생육정도 (1-3)
3월 하순	40.3c	58.8bc	5.4c	193.9c	8.6a	6.0a	3.0b
4월 상순	41.6c	60.9c	5.4c	191.7c	8.5a	6.3a	3.0b
4월 하순	37.0bc	54.7bc	4.4bc	143.5b	8.8a	6.0a	3.0b
5월 상순	30.4b	45.7b	3.6b	136.5b	9.2a	6.0a	2.8ab
5월 하순	13.5a	15.7a	1.4a	75.5a	9.1a	5.9a	2.6a

* DMRT(p<0.05)

○ 지상부 개화특성

정식시기별 개화시와 개화기는 정식시기가 빠를수록 앞당겨졌으며 3월 하순과 4월 상순은 개화율이 90% 이상으로 거의 완료되었으나 4월 하순은 개화율이 84.6%로 소폭 낮아졌고 5월 상순은 54.5%, 5월 하순은 3.5%로 정상적인 개화율에 도달하지 못했다. 또한 40%가 개화하는데 소요되는 개화소요일수는 정식시기가 늦을수록 유의적으로 앞당겨졌다(표 4).

표 4. 지상부 개화특성

구 분	개화시(월,일)	개화기(월,일)	개화율(%)	개화소요일수*(일)
3월 하순	6월 27일	7월 3일	93.4d	94b
4월 상순	7월 1일	7월 5일	90.2cd	94b
4월 하순	7월 5일	7월 11일	84.6c	72a
5월 상순	7월 21일	8월 1일	54.5b	68a
5월 하순	8월 14일	8월 24일	3.5a	56c

* DMRT(p<0.05), 개화소요일수는 파종 후 개화기(40% 개화)까지의 기간

○ 지상부 병해충 발생 특성

정식시기별 지상부 병해는 모든 처리구에서 발생하지 않았으나 질소결핍에 의한 생리장해가 모든 처리구에서 일정하게 발생하였으며 충해는 나방 유충에 의해 5월 하순 처리구를 제외한 모든 처리구에서 10% 미만으로 발생하였다. 5월 하순 처리구는 생육이 저조해 충해 발생이 유의적으로 낮았다(표 5).

표 5. 지상부 병해충 발생 특성

구 분	병해(0-9)	충해(0-9)
3월 하순	0a	1.7a
4월 상순	0a	1.1a
4월 하순	0a	1.1a
5월 상순	0a	1.5a
5월 하순	0a	1.5a

* DMRT(p<0.05)

○ 지하부 생육특성

정식시기에 따라 지하부 근장은 차이가 없었으나 근수와 근경은 정식시기가 빠를수록 증가하는 경향을 보였고 생근중과 건근중 역시 3월 상순과 4월 상순 처리구가 4월 하순 이후 처리구보다 유의적으로 증가하였다(표 6 및 그림 3).

표 6. 지하부 생육특성

구 분	근장 (cm)	근수 (개/주)	근경 (mm)	주당생근중 (g/주)	주당건근중 (g/주)	건근율 (%)
3월 하순	43.7a	26.2a	26.6a	246.9a	84.5a	34.3b
4월 상순	38.5ab	25.2ab	25.9a	227.2a	77.0a	33.9b
4월 하순	35.2b	20.8abc	22.6b	165.1b	57.0b	34.6ab
5월 상순	36.7ab	19.6bc	21.4ab	151.9b	54.1b	35.6ab
5월 하순	37.9ab	16.4c	18.7c	144.4b	54.0b	37.4a

* DMRT(p<0.05)

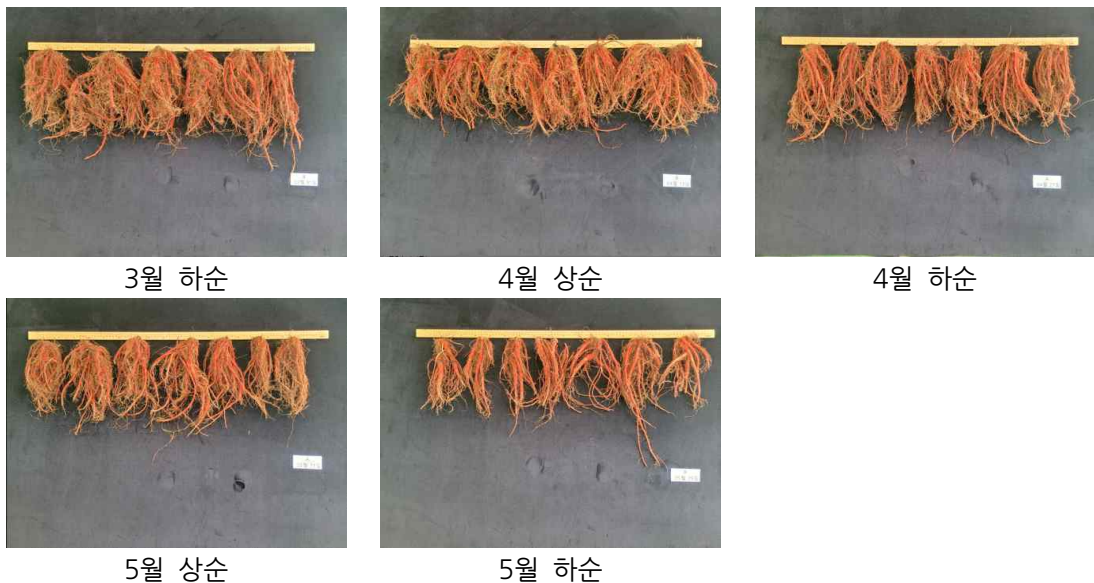


그림 3. 정식시기별 지하부 생육 현황

○ 지하부 유효성분 특성

처리별 단삼 시료는 각 1 g을 칭량하여 50 ml의 methanol를 첨가하고, 상온 (25℃)에서 30 분간 초음파를 처리 후, 다시 30 분간 교반 (500 rpm)하여 추출하였다. 추출 후 각 추출액을 filter paper (No. 6, Whatman International Ltd., Maidstone, England)로 1차 여과 후 감압 농축 (Eyela Co., Ltd., Tokyo, Japan)하고 Bond Elut C18 SPE 카트리지(Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)로 2차 여과 후 다시 감압 농축하여 추출물을 제조하였다. 추출 및 농축된 시료는 Syringe filter (13JP050AN, 0.50 μ m, Advantec Mfs. Inc., Dublin, CA, USA)에 여과한 후 HPLC 분석에 사용하였음. HPLC system은 Agilent 1290 Infinity II (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA) 을 사용하였으며, Column은 InfinityLab Poroshell 120 EC-C18(2.1 \times 50 mm, 1.9 μ m) (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)을 사용하였다 (표 7).

표 7. 단삼 지하부 유효성분 추출 HPLC 분석 조건

Instrument	Agilent 1290 Infinity II		
Column	InfinityLab Poroshell 120 EC-C18, 2.1 \times 50 mm, 1.9 μ m		
Detector	UV-VIS detector (280 nm)		
Solvent A	Water : Acetic acid = 99.2 : 0.8		
Solvent B	Acetonitrile: Acetic acid = 99.2 : 0.8		
Flow rate	0.4 ml/min		
oven	30 $^{\circ}$ C		
Injection volume	1 μ l		
Gradient elution system			
Time	%A	%B	
0	90	10	
5	80	20	
13	60	40	
20	40	60	
25	80	20	
30	90	10	

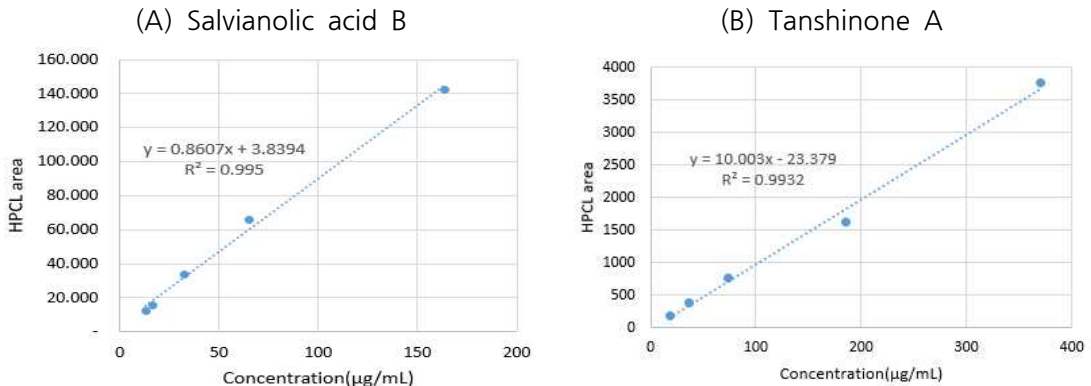


그림 4. 유효성분 2종 표준품의 검량선

정식시기에 따른 단삼의 지표성분 함량에서 Salvianolic acid B의 함량은 4월 하순 정식구에서 가장 높았으며 Tanshinone IIA 함량은 5월 상순 정식구에서 가장 높았다. 두 유효성분은 분석 조건 등의 차이로 진부와 음성 지역에서의 결과와 차이가 있었다(표 8).

표 8. 처리구별 단삼 지하부 유효성분 2종 농도

Treatment	Content ($\mu\text{g/g-EX}$)		
	Salvianolic acid B	Tanshinone IIA	
1년차 (2022년)	3월 하순	17.09 \pm 7.71	1.214 \pm 0.36
	4월 상순	11.27 \pm 2.60	0.803 \pm 0.07
	4월 하순	48.54 \pm 8.13	1.653 \pm 0.17
	5월 상순	30.02 \pm 4.69	2.087 \pm 0.29
	5월 하순	17.25 \pm 4.31	1.931 \pm 0.09

(시험 2) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 정식적기 설정('22~'23, 1년차)

○ 지상부 생육특성

수확시기별 지상부 생육특성은 수확시기 22년 10월 처리구를 기준으로 조사하였으며 시험 1. 정식적기 처리구 중 4월 상순 처리구와 비슷한 생육 특성을 보여 정상 생육하였다(표 9).

표 9. 지상부 생육특성

구 분	출현율 (%)	초장 (cm)	경수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생육정도 (1-3)
22년 10월	87.2	35.8	5.8	8.8	6.1	3.0
비교(4월 상순)	93.4	32.9	3.9	8.4	5.8	3.0

○ 지상부 개화 및 병해충 발생 특성

수확시기별 지상부 개화 및 병해충 발생 특성 역시 수확시기 22년 10월 처리구를 기준으로 조사하였으며 정상 범위 내에서 크게 발생하지 않았다(표 10).

표 10. 지상부 개화 및 병해충 발생 특성

구 분	개화시 (월,일)	개화율 (%)	병해 (0-9)	총해 (0-9)
22년 10월	6월 29일	91.3	0.0	1.1
비교(4월 상순)	7월 1일	90.2	0.0	1.1

○ 지하부 생육 및 수량 특성

수확시기별 지하부 생육특성은 그해 수확시 10월 수확이 11월 수확보다 생근중에서 소폭 높았고 건근중에서는 11월 수확이 높았으나 모두 유의성은 없었고 건근율에서는 11월 수확이 10월보다 유의적으로 높았다. 그해 수확과 다음 해 수확에서는 다음 해 10월과 11월 수확시 생근중과 건근중에서 유의적으로 크게 증가하였으며 건근율도 증가하는 경향을 보였으나 다음 해 3월 수확 시에는 생근중과 건근중 모두 감소하여 월동 기간 지하부의 양분 소모를 추정할 수 있었다(표 11, 12).

표 11. 지하부 생육특성

구 분	근장 (cm)	근수 (개/주)	근경 (mm)	주당생근중 (g/주)	주당건근중 (g/주)	건근율 (%)
22년 10월	44.5a	32.8b	30.6a	312.5c	88.9c	28.5d
22년 11월	44.5a	23.5c	22.2c	290.9c	89.8c	30.8c
23년 3월	44.6a	28.1bc	24.9b	267.6c	71.3c	26.7e
23년 10월	38.1a	44.4a	21.6c	403.3b	133.5b	32.9b
23년 11월	45.9a	31.5b	18.1d	617.2a	239.5a	38.7a

* 22년 10월 처리구는 22년 10월 13일 수확하였고 22년 11월 처리구는 11월 17일 수확하였으며 23년 3월 처리구는 23년 3월 15일, 23년 10월 처리구는 10월 13일 수확, 23년 11월 처리구는 23년 11월 17일에 수확하였음, DMRT(p<0.05)

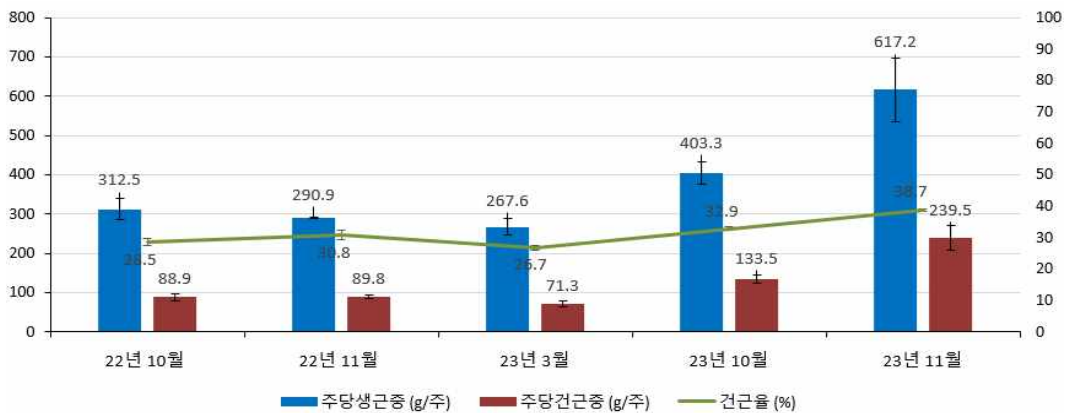


그림 5. 지하부 생육특성

표 12. 지하부 수량특성

구 분	생근수량(kg/10a)	건근수량(kg/10a)	수량지수
22년 10월	1533.0c	436.3c	99.0
22년 11월	1426.9c	440.7c	100.0
23년 3월	1312.8c	349.9c	79.4
23년 10월	1978.4b	655.0b	148.6
23년 11월	3027.3a	1174.7a	266.5

* DMRT(p<0.05)

○ 지하부 유효성분 특성

처리별 단삼 시료의 추출물 제조 방법과 HPLC 분석 조건은 시험 1과 동일하였다(표 13). 수확 시기별 단삼 유효성분 2종의 함량은 그 해 수확시보다 다음 해 3월에 수확할 경우 Salvianolic acid B 와 Tanshinone IIA 모두 가장 높았으며 Salvianolic acid B의 경우 다음 해 10월과 11월 수확 시 그 해 10월과 11월 수확시보다 증가하였으나 Tanshinone IIA는 큰 차이가 없었다(표 14).

표 13. 단삼 지하부 유효성분 추출 HPLC 분석 조건

Instrument	Agilent 1290 Infinity II	
Column	InfinityLab Poroshell 120 EC-C18, 2.1 × 50 mm, 1.9 μm	
Detector	UV-VIS detector (280 nm)	
Solvent A	Water : Acetic acid = 99.2 : 0.8	
Solvent B	Acetonitrile: Acetic acid = 99.2 : 0.8	
Flow rate	0.4 ml/min	
oven	30℃	
Injection volume	1 μl	
Gradient elution system		
Time	%A	%B
0	90	10
5	80	20
13	60	40
20	40	60
25	80	20
30	90	10

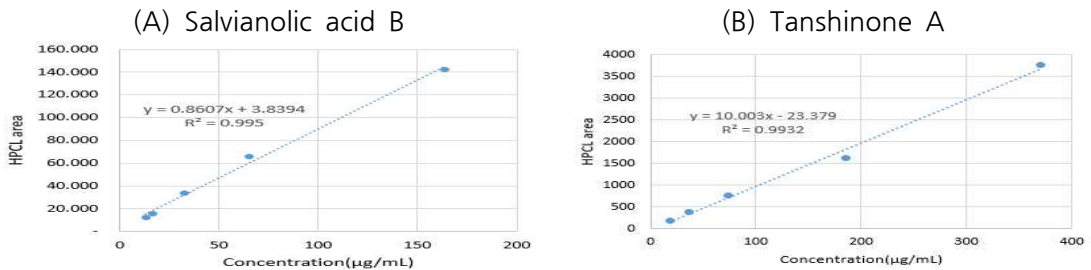


그림 6. 유효성분 2종 표준품의 검량선

표 14. 처리구별 단삼 지하부 유효성분 2종 농도

Treatment	Content (μg/mg·EX)		
	Salvianolic acid B	Tanshinone IIA	
1년차	22년 10월	21.67±4.18	4.38±0.06
	22년 11월	22.22±3.69	5.77±0.11
('22 ~'23년)	23년 3월	97.75±13.26	10.03±1.13
	23년 10월	49.41±9.91	4.58±0.59
	23년 11월	83.53±7.36	4.88±0.41

* DMRT: $p < 0.05$

(시험 3) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 정식작기 설정('22~'23, 2년차)

○ 시험지역 기상환경

시험지역의 월별 평균기온은 7월이 25.4℃로 가장 높았으며 월 강수량은 7월이 가장 많았으나 전년도와 비교하여 4월부터 11월까지 비교적 고른 강우가 지속되었고 총 강수량은 1,355.6 mm로 377.6mm 적었다(그림 7, 8 및 표 15).

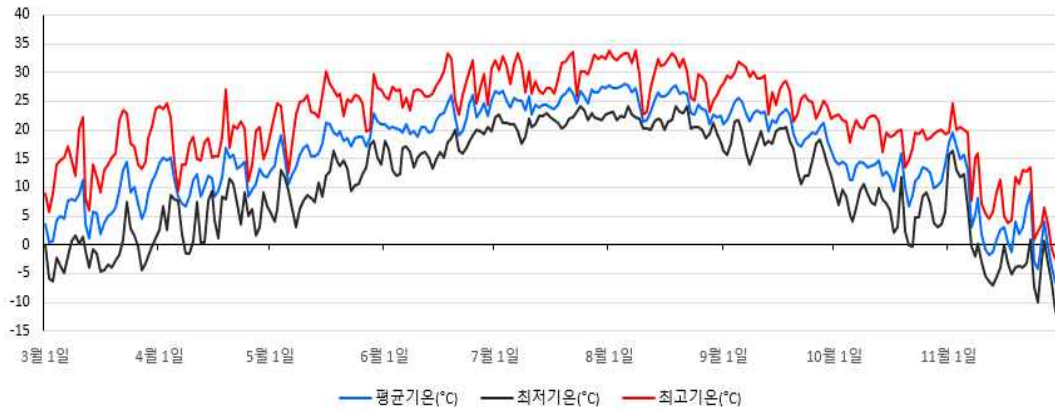


그림 7. 철원 평균기온 추이(2023년)

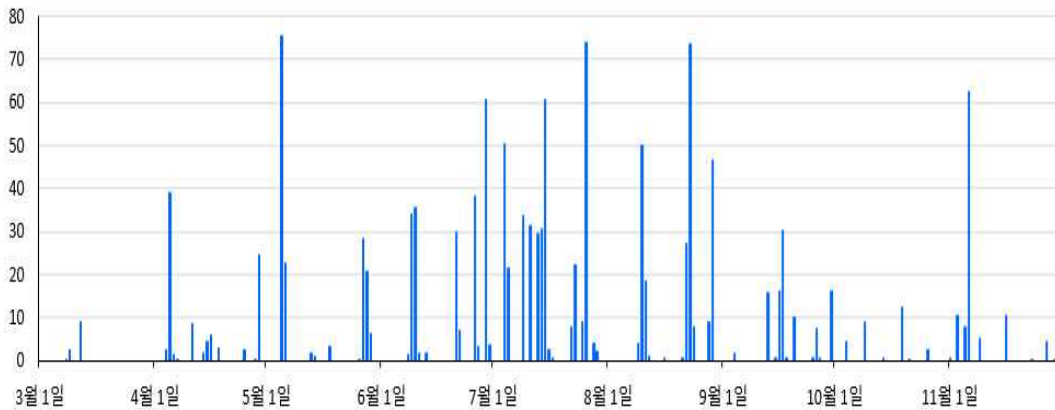


그림 8. 철원 일별 강수량 추이(2023년)

표 15. 시험지역(철원) 월별 평균기온 및 강수량

구분	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
평균기온(℃)	6.7	11.7	17.4	21.7	25.4	25.1	21.3	12.4	4.3
강수량합(mm)	12.5	97.5	161.9	220.4	383.4	241.6	102.9	30.5	104.9

○ 지상부 출현 특성

정식시기별 지상부 출현 특성에서 출현 소요일수는 4월 하순 정식이 24일로 가장 짧았으며 3월 하순 정식이 43일로 가장 길었다. 출현율은 3월 하순과 4월 상순이 유의적으로 가장 높았으며 5월 하순이 가장 낮았다(표 16).

표 16. 지상부 출현특성

구 분	출현시 (월, 일)	출현기 (월, 일)	출현소요일수 (일)	출현율 (%)
3월 하순	5월 13일	5월 18일	43일	95.6c
4월 상순	5월 15일	5월 21일	32일	93.3c
4월 하순	5월 21일	5월 29일	24일	86.7b
5월 상순	6월 8일	6월 10일	28일	92.2bc
5월 하순	6월 22일	7월 4일	28일	48.9a

*DMRT: $p < 0.05$, 3월 하순은 3월 31일 정식하였으며 4월 상순은 4월 12일, 4월 하순은 4월 27일, 5월 상순은 5월 11일, 5월 하순은 5월 25일에 실시하였음.

○ 지상부 생육특성

정식시기별 지상부 생육특성에서 초장과 꽃대길이는 3월 하순부터 4월 하순까지 유의적으로 가장 높았으며 생육정도 역시 해당 처리구가 유의적으로 가장 높았다. 경수와, 엽장, 엽폭은 처리별 차이가 없었다(표 17).

표 17. 지상부 생육특성

구 분	초장 (cm)	꽃대길이 (cm)	경수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생육정도 (1-3)
3월 하순	35.2a	48.6a	2.0a	8.1a	6.4a	3.0a
4월 상순	38.3a	53.5a	1.6a	8.3a	5.5a	3.0a
4월 하순	37.8a	55.4a	1.9a	8.8a	6.2a	3.0a
5월 상순	23.8b	34.0b	2.0a	7.9a	5.2a	2.6b
5월 하순	16.6b	10.6c	1.9a	8.3a	6.0a	1.6c

* DMRT: $p < 0.05$

○ 지상부 병해충 발생 특성

지상부 병해는 발생하지 않았고 질소결핍에 의한 생리장해가 일정하게 발생하였으며 총해는 나방 유충에 의해 모든 처리구에서 10~30% 수준으로 발생하였으나 처리구간 차이는 없었다(표 18).

표 18. 지상부 병해충 발생 특성

구 분	병해(0-9)	총해(0-9)
3월 하순	0a	1.4a
4월 상순	0a	1.1a
4월 하순	0a	1.5a
4월 상순	0a	1.5a
5월 하순	0a	1.0a

* DMRT: $p < 0.05$, 병·총해 발생정도(0~9) : 엽면적 기준 0(무발생), 1(10%미만), 3(10~30%), 5(30~40%), 7(40~60%) 9(60%이상)

○ 지하부 생육특성

생근중과 수량에서 4월 상순 정식 때 유의적으로 가장 높았으며 3월 하순 > 4월 하순 > 5월 상순 > 5월 하순 순이었다. 이에 강원 북부 지역에서는 단삼 정식시 4월 상순 이전에 정식하는 것이 가장 유리할 것으로 판단된다(표 19 및 그림 9).

표 19. 지하부 생육특성

구 분	근장 (cm)	근경 (mm)	근수 (개/주)	생근중 (g/주)	건근중 (주)	생근수량 (kg/10a)	건근수량 (kg/10a)
3월 하순	36.9ab	19.8ab	30.4a	218.1ab	69.3ab	1,174.2ab	373.1ab
4월 상순	33.8b	22.1a	31.1a	259.6a	82.8a	1,363.0a	435.0a
4월 하순	38.5a	16.2b	21.5b	202.2bc	61.6bc	986.4bc	300.5bc
5월 상순	33.4b	18.0ab	20.3b	156.0c	47.4cd	813.2c	247.0c
5월 하순	36.1ab	18.8ab	15.2b	155.6c	42.3d	430.1d	116.9d

* DMRT: $p < 0.05$



그림 9. 정식시기별 지하부 생육 결과

(시험 4) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 수확시기 설정('23~'24)

○ 지상부 생육특성

수확시기별 지상부 생육특성은 정식시기가 동일하므로 처리구간 차이가 없고 모든 처리구에서 정상 수준의 생육을 보였다(표 20).

표 20. 지상부 생육특성

구 분	출현율 (%)	초장 (cm)	꽃대높이 (cm)	경수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생육정도 (1-3)
23년 10월	82.8	33.4	51.5	1.7	8.8	6.5	3.0
23년 11월	87.2	35.3	49.3	2.2	8.5	5.9	3.0
24년 3월	86.1	35.3	50.0	1.7	8.4	5.8	3.0
24년 10월	82.8	36.0	48.5	1.7	8.5	6.2	3.0
24년 11월	81.1	32.3	46.8	2.0	8.3	5.8	3.0

○ 지상부 개화 및 병해충 발생 특성

병해충 발생 양상도 모든 처리구에서 비슷한 경향이였다(표 21).

표 21. 지상부 개화 및 병해충 발생 특성

구 분	병해(0-9)	충해(0-9)
23년 10월	0.0	1.3
23년 11월	0.0	1.1
24년 3월	0.0	1.2
24년 10월	0.0	1.2
24년 11월	0.0	0.1

○ 지하부 생육특성

생근중과 생근수량 모두 11월 수확할 경우 10월과 비교하여 높았다. 강원 북부 지역에서는 단삼 수확시 11월에 수확하는 것이 10월과 비교하여 수량에서 유리할 것으로 판단된다(표 22 및 그림 10).

표 22. 지하부 생육특성

구 분	근장 (cm)	근경 (mm)	근수 (개/주)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	생근수량 (kg/10a)	건근수량 (kg/10a)
23년 10월	33.6	20.8	34.1	223.7	69.3	1,045.9	323.8
23년 11월	38.3	17.9	24.9	262.3	93.9	1,292.2	462.5



23년 10월



23년 11월

그림 10. 수확시기별 지하부 생육 결과

(시험 5) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 적품종 및 계통 선발('23~'24)

○ 지상부 출현특성

계통별 출현율은 다산 등 3품종이 유의적으로 높았으며 21 등 3계통은 매우 낮았다(표 23).

표 23. 지상부 출현특성

구 분	출현시(월, 일)	출현기(월, 일)	출현소요일수(일)	출현율(%)
다산	5월 17일	5월 23일	34일	80.6b
고산	5월 17일	5월 28일	34일	76.1b
홍단	5월 17일	5월 24일	34일	78.9b
Y-10-001-21	5월 17일	5월 27일	34일	33.9a
Y-10-001-27	5월 24일	5월 31일	41일	12.2a
Y-10-001-31	5월 22일	5월 28일	39일	28.3a

* DMRT: $p < 0.05$

○ 지상부 생육특성

지상부 생육특성에서 초장은 홍단이 유의적으로 가장 높았으며 생육정도를 기준으로 다산, 고산, 홍단이 유의적으로 높았으며 Y-10-001-21, 27, 31이 낮았다(표 24).

표 24. 지상부 생육특성

구 분	초장 (cm)	꽃대길이 (cm)	경수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (개/주)	생육정도 (1-3)
다산	33.8ab	47.9ab	1.7ab	8.3b	5.6cd	310.7a	3.0a
고산	28.5abc	46.2ab	2.1ab	9.5ab	6.8a	276.2a	3.0a
홍단	35.8a	56.6a	2.5a	9.6a	6.3abc	348.8a	3.0a
Y-10-001-21	24.2bc	33.4b	1.5b	6.9c	5.2d	501.7a	2.4b
Y-10-001-27	24.1bc	36.5b	2.4ab	8.3b	6.0bc	224.8a	2.3b
Y-10-001-31	22.0c	30.2b	1.8ab	9.1ab	6.4ab	221.8a	2.0b

* DMRT: $p < 0.05$

○ 지상부 병해충 발생 특성

지상부 병해와 충해는 모든 처리구에서 10% 미만으로 발생하였으며 처리구별 차이가 없었다(표 25).

표 25. 지상부 병해충 발생 특성

구 분	병해(0-9)	충해(0-9)
다산	0	1.1
고산	0	0.9
홍단	0	1.0
Y-10-001-21	0	1.1
Y-10-001-27	0	1.2
Y-10-001-31	0	1.1

*병충해 발생정도(0-9): 엽면적 기준 0(무발생), 1(10%미만), 3(10~30%), 5(30~40%), 7(40~60%) 9(60%이상)

○ 지하부 생육특성

생근중에서는 모든 품종과 계통에서 유의적인 차이가 없었으나 출현율이 고려된 수량 기준으로 다산과 홍단, 고산이 유의적으로 가장 높았으며 강원 북부지역에서는 홍단 > 다산 > 고산 순으로 적합할 것으로 판단되었다(표 26 및 그림 11).

표 26. 지하부 생육특성

구 분	근장 (cm)	근경 (mm)	근수 (개/주)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	생근수량 (kg/10a)	건근수량 (kg/10a)
다산	38.9ab	18.1	23.4	259.3a	76.8a	1,166.2a	345.6a
고산	42.1a	15.7	15.0	218.0a	64.9a	927.2a	276.1a
홍단	36.9ab	16.2	27.5	272.8a	78.5a	1,250.4a	357.9a
Y-10-001-21	34.6b	15.9	22.3	188.4a	53.9a	366.8b	106.0b
Y-10-001-27	39.5ab	14.3	19.4	226.5a	58.6a	139.5b	37.8b
Y-10-001-27	41.5a	16.9	10.9	170.7a	45.5a	273.3b	72.9b
평균	38.9	16.2	19.8	222.6	63.0	687.2	199.4

*DMRT: $p < 0.05$



그림 11. 품종 및 계통별 지하부 생육 결과

○ 지하부 유효성분 특성

처리별 단삼 시료의 추출물 제조 방법과 HPLC 분석 조건은 시험 1과 동일하였다(표 27 및 그림 12). 강원 북부지역에서의 품종 및 계통별 단삼 유효성분 2종의 함량은 Y-10-001-21 계통이 Salvianolic acid B 와 Tanshinone IIA 모두 가장 높았으며 Salvianolic acid B의 경우 홍단 > Y-10-001-31 > 다산 > 고산 > Y-10-001-27 순이었으며 Tanshinone IIA는 다산 > Y-10-001-27 > Y-10-001-31 > 고산 > 홍단 순이었다(표 28).

표 27. 단삼 지하부 유효성분 추출 HPLC 분석 조건

Instrument	Agilent 1290 Infinity II
Column	InfinityLab Poroshell 120 EC-C18, 2.1 × 50 mm, 1.9 μm
Detector	UV-VIS detector (280 nm)
Solvent A	Water : Acetic acid = 99.2 : 0.8
Solvent B	Acetonitrile: Acetic acid = 99.2 : 0.8
Flow rate	0.4 ml/min
oven	30℃
Injection volume	1 μl
Gradient elution system	
Time	%A %B
0	90 10
5	80 20
13	60 40
20	40 60
25	80 20
30	90 10

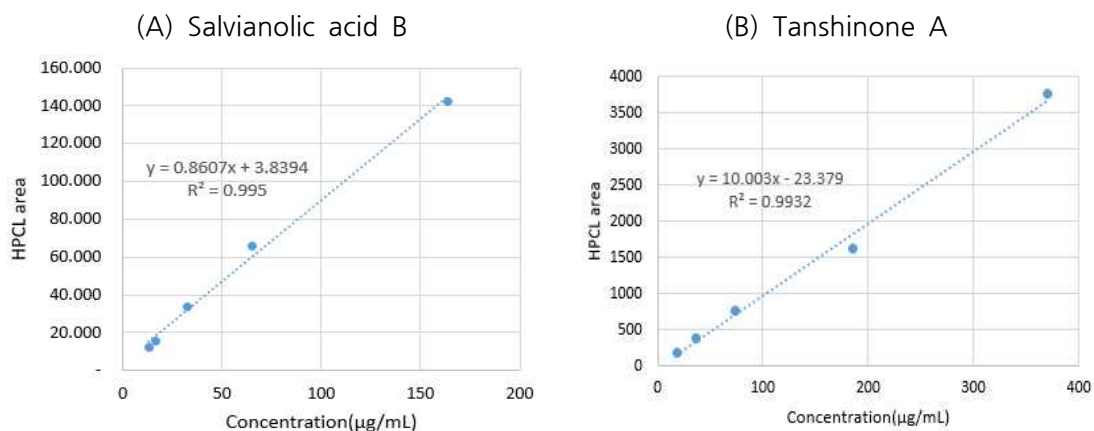


그림 12. 유효성분 2종 표준품의 검량선

표 28. 처리구별 단삼 지하부 유효성분 2종 농도

Treatment	Content (μg/mg·EX)		
	Salviaolic acid B	Tanshinone II A	
다산	46.40±1.95	1.23±0.05	
고산	44.37±3.19	1.15±0.10	
적품종	홍단	59.57±10.79	1.09±0.10
선발	Y-10-001-21	66.69±8.30	1.84±0.02
	Y-10-001-27	44.31±6.74	1.23±0.10
	Y-10-001-31	46.55±10.81	1.20±0.07

(시험 6) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 발근촉진 기술 개발

○ 지상부 출현특성

처리구별 출현율은 유의적으로 큰 차이가 없었다(표 29).

표 29. 지상부 출현특성('23. 7. 9. 기준)

구 분	출현시(월, 일)	출현기(월, 일)	출현소요일수(일)	출현율(%)
×1*	5월 15일	5월 21일	32일	99.4a
×3	5월 15일	5월 23일	32일	95.1a
×5	5월 15일	5월 20일	32일	94.4a
×10	5월 15일	5월 20일	32일	98.1a
×20	5월 15일	5월 23일	32일	98.8a
무처리	5월 15일	5월 20일	32일	99.4a

* : ×1,000배(ppm), **DMRT: $\rho < 0.05$

○ 지상부 생육특성

처리구별 지상부 생육특성은 큰 차이가 없었다(표 30).

표 30. 지상부 생육특성('23. 7. 12. 기준)

구 분	초장 (cm)	꽃대길이 (cm)	경수 (매/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생육정도 (1-3)
×1	29.3a	42.2a	2.3a	8.5a	6.0a	2.8a
×3	33.1a	44.6a	2.6a	8.5a	6.3a	2.7a
×5	32.0a	44.4a	2.6a	8.0a	6.0a	2.9a
×10	30.3a	44.2a	2.4a	8.7a	6.4a	2.9a
×20	32.1a	41.5a	2.5a	8.5a	6.1a	2.8a
무처리	33.5a	49.0a	2.8a	8.2a	5.9a	2.9a

*DMRT: $\rho < 0.05$

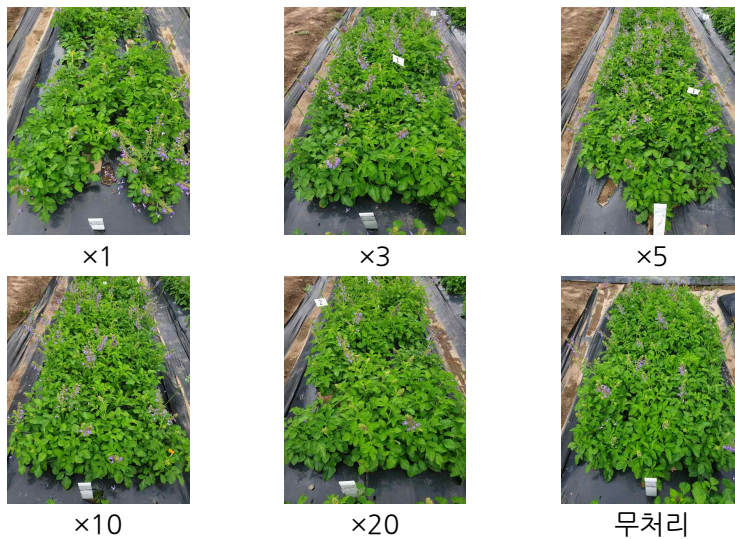


그림 13. 루톤 처리별 지상부 생육 현황

○ 지하부 생육특성

모든 처리구에서 루톤 분제 처리에 따른 지하부 수량이 유의적 차이를 보이지 않았다(표 31).

표 31. 지하부 생육특성

구 분	근장 (cm)	근경 (mm)	근수 (개/주)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	생근수량 (kg/10a)	건근수량 (kg/10a)
×1	33.9	163.3	28.6	231.8	75.3	1,274.2	413.8
×3	35.0	16.7	21.8	205.3	67.9	1,084.4	358.6
×5	33.5	18.6	32.7	220.5	69.8	1,152.1	364.9
×10	33.4	17.4	32.7	194.2	63.2	1,052.2	342.3
×20	35.2	17.5	23.9	224.3	74.0	1,223.0	403.1
무처리	38.8	20.3	30.2	223.6	73.8	1,249.1	412.3

4

적 요

(시험 1) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 정식적기 설정('22~'23, 1년차)

가. 강원 북부 지역에서 단삼 정식 적기는 지하부 주당 건근중 기준 3월 하순(3월 31일) 정식 시 84.5g으로 가장 높았으며 4월 상순(4월 13일) 77.0g 으로 4월 상순 이전 정식이 가장 유리하였음

(시험 2) 강원 북부 지역 단삼 최적 수확시기 설정('22~'23)

가. 강원 북부 지역의 단삼 최적 수확시기는 당해연도 수확시 건근율에서 11월 수확이 10월 수확보다 유의적으로 높아 유리하였으며 다음 해 수확에서는 11월 수확시 주당 건근중 기준 239.5g으로 10월 수확시 133.5g보다 크게 증가하여 유리할 것으로 판단됨

(시험 3) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 정식적기 설정('22~'23, 2년차)

가. 강원 북부 지역에서 단삼 정식 적기의 연차 변이를 확인한 결과, 4월 상순(4월 12일) 정식 시 주당 건근중 기준 82.8g으로 가장 높았으며 3월 하순, 4월 하순 순이었음

(시험 4) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 수확적기 설정('23~'24)

가. 강원 북부 지역에서의 단삼 최적 수확시기 연차 변이는 당해연도 10월과 11월 수확 시 11월 수확하는 것이 주당 건근중 기준 93.9g으로 10월 수확시보다 유리함

(시험 5) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 적품종 및 계통 선발('23~'24)

가. 강원 북부 지역에서 단삼 적품종 및 계통은 출현율에서 다산, 고산, 흥단 등 3 품종이 그 외 육성 계통보다 유의적으로 크게 높았으며 지하부에서도 건근 기준 흥단, 고산, 다산이 3 계통보다 유의적으로 높았으나 품종 간 유의성은 없었음

나. 품종별 유효성분 2종에 대한 함량에서는 Salvianolic acid B의 경우 홍단이 가장 높았으며 Tanshinone IIA는 다산이 가장 높았음

(시험 6) 고위도 지역(강원 북부) 단삼 발근촉진 기술 개발

가. 발근 촉진을 위한 루톤 분제 희석 침지 처리에서는 모든 처리구에서 큰 차이가 없었음

5 인용문헌

Choi DW, Kim DC, Lee HA and Lim CR. (2020). Statistical difference of production efficiency in medicinal crop farm. Journal of Korean Society for Quality Management. 48:453-462.

Zhou L, Zuo Z and Chow MSS. (2005). Danshen: An overview of its chemistry, pharmacology, pharmacokinetics, and clinical use. The Journal of Clinical Pharmacology. 45:1345-1359.

Li W and Qu H. (2010). Rapid quantification of phenolic acids in Radix *Salvia miltorrhiza* extracts solutions by FT-NIR spectroscopy in transreflective mode. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 52:425-431.

RDA. (2017). Impact Assessment based on Climate Change Scenarios (RCP) in Apple, Grape, Mandarin, Ginseng, Cnidium, and Korean Angelica

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2022(1년)	학술발표	강원 북부지역 단삼 정식시기별 생육 평가
	컨설팅	단삼 재배농가 현장지원 및 컨설팅
2023(2년)	컨설팅	단삼 재배농가 현장지원 및 컨설팅

성과지표		연도	1년차 (2022)		2년차 (2023)		계	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적
학술 발표	국제	-	-	-	-	-	-	
	국내	-	1	1	-	1	1	
현장컨설팅		1	1	1	1	2	2	
계		1	2	2	1	3	3	

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'22	'23
과제책임자	원예특작과학원	농업연구사	정진태	과제 총괄	-	○
세부책임자	작물연구과	농업연구사	이기욱	세부주관 수행	○	○
공동연구자	작물연구과	농업연구사	모영문	현장조사 지원	○	○
	작물연구과	농업연구관	김영진	평가분석 지원	-	○
	작물연구과	농업연구사	이안수	현장조사 지원	-	○
	작물연구과	농업연구관	최병철	평가분석 지원	-	○
	작물연구과	공업서기보	박종열	현장조사 지원	-	○
	연구협력과	농업연구관	고병대	평가분석 지원	○	-
	농업환경연구과	농업연구사	이재형	현장조사 지원	○	-
	산채연구소	"	윤병성	"	○	-
	농식품연구소	농업연구관	엄남용	평가분석 지원	○	-
	산채연구소	공업서기	박준영	현장조사 지원	○	○
	산채연구소	운전서기보	조태희	"	○	○
	작물연구과	공무직	김정미	"	○	○
	작물연구과	"	이은열	"	○	○
산채연구소	"	허지성	"	○	○	