전 략 체 계	2 - 1 - 3		수행시기	**완료**	
기술분야코드	V2	기술유형코드	GS02	작목구분코드	IC-03-1924
과 제 종 류	공동연구		과 제 번 호	PJ015733	
과 제 명	**지역별 소면적 유기농작물 종합생산기술 체계 확립 현장연구**				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	서상영		농업연구관	전라북도농업기술원	
연 구 기 간	2023 ~ 계속		참여연구기관	전라북도농업기술원 등	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
3) 황기 유기농재배 종합생산기술 현장실증 연구			작물연구과	이기욱	'21~'23
키 워 드	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 weedings 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 순조롭게 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 at 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 기개발된 단위기술을 개선하고 기존의 유기재배 선도농가들의 현장기술을 평가하여 현장 적용이 용이한 종합생산기술로써 체계화하고자 수행하였다.

2 재료 및 방법

<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 이화학성, 토양 미생물체량 등 다양한 환경 요인 및 현황을 분석하였다. 황기 재배지는 재배유형별로 1년생과 2년생을 각 1개소씩 선정하였으며 유기 재배지의 경우 방임관리 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, 파종시기, 이랑 성형 등 일반 재배기술, 병해관리용 농자재 종류 등 병해충 관리기술로 나눠 총 28문항이었으며 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

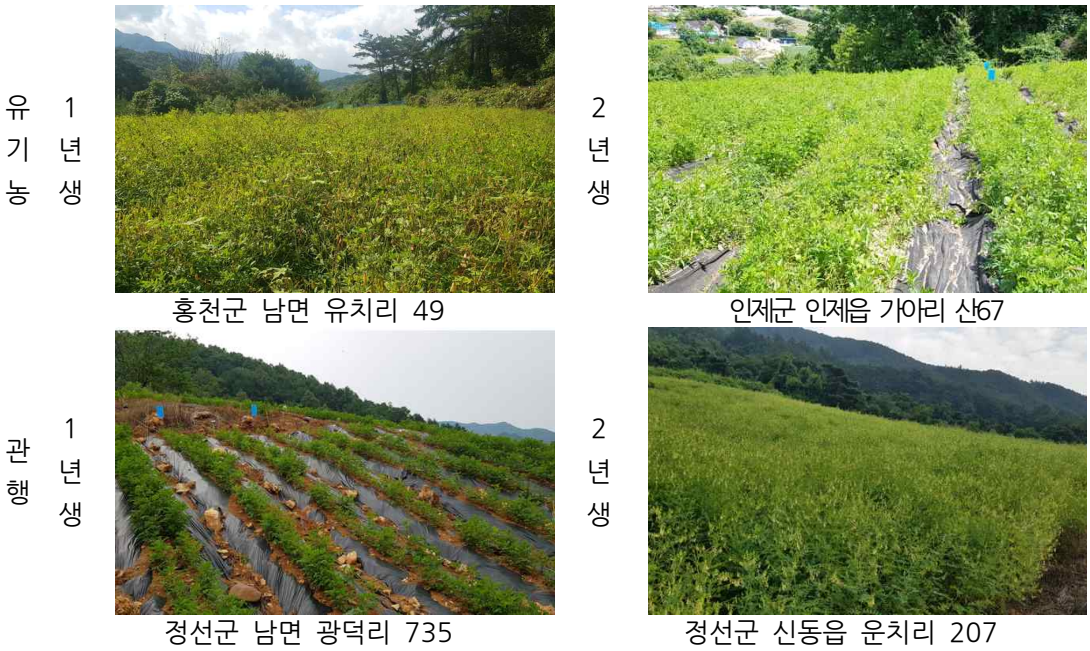
<제3세부과제 : 황기 유기농재배 종합생산기술 현장실증 연구>

(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(㎡)	고도(m)	경사도(°)	향방향
1	유기농	1	O-W49	홍천군 남면 유치리 49	850	302	0	-
2		2	O-G67	인제군 인제읍 가아리 산67	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



홍천군 남면 유치리 49 인제군 인제읍 가아리 산67

정선군 남면 광덕리 735 정선군 신동읍 운치리 207

그림 1. 황기 재배유형별 조사대상 재배지 4개소 현황

황기 재배지별 토양 물리성 분석 결과, 4개소의 A층 깊이는 유기농 재배지가 30~40cm로 관행 재배지 22~25㎝보다 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(%) 고상	액상	기상	A층 (㎝)
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 식양토 특성과 붉은색을 띄었다. 또한 재배지 4개소의 모두 비교적 입단 발달이 양호하였다(그림 2).

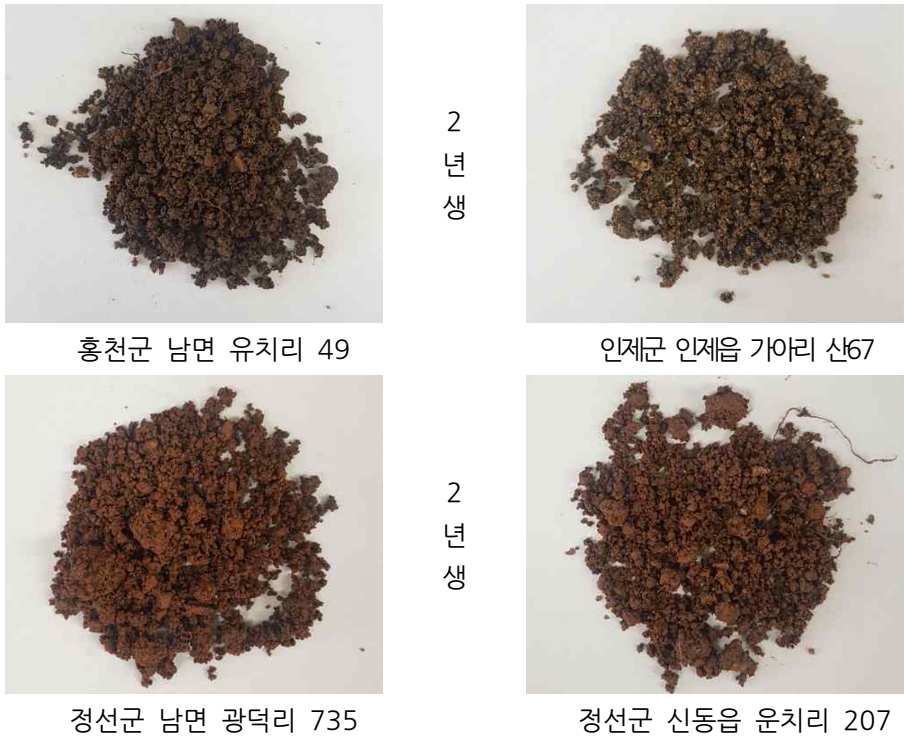


그림 2. 조사대상 재배지 4개소 토성 및 입단 비교

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).

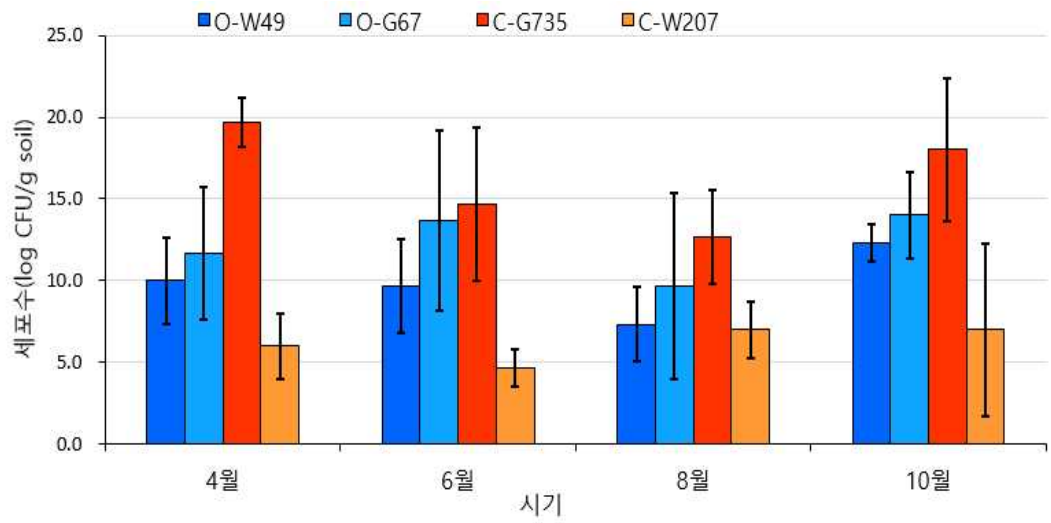


그림 3. 조사대상 재배지 시기별 Aerobic Bacteria($\times 10^6$) 미생물체량

곰팡이균의 경우 8월까지 감소하는 경향을 보이나 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).

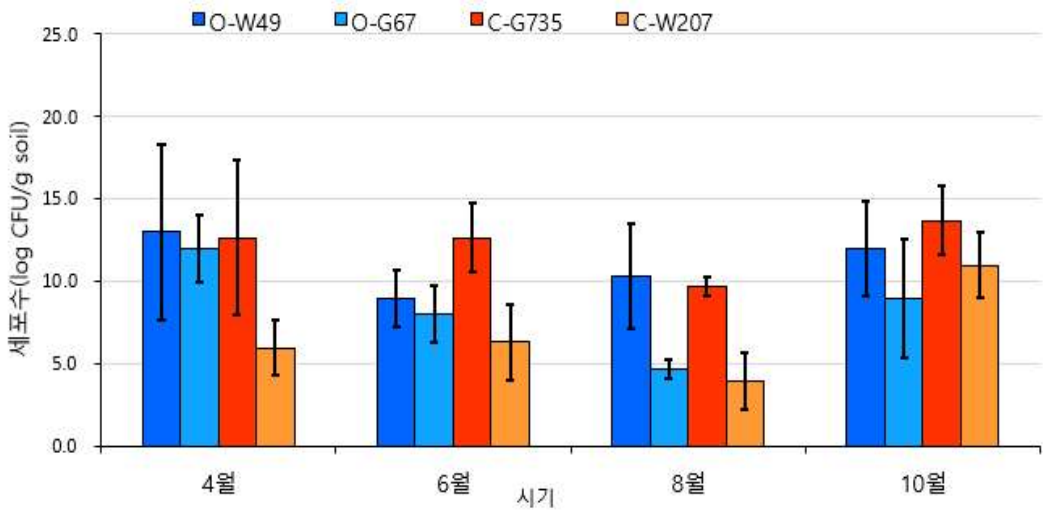


그림 4. 조사대상 재배지 시기별 Fungi($\times 10^3$) 미생물체량

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).

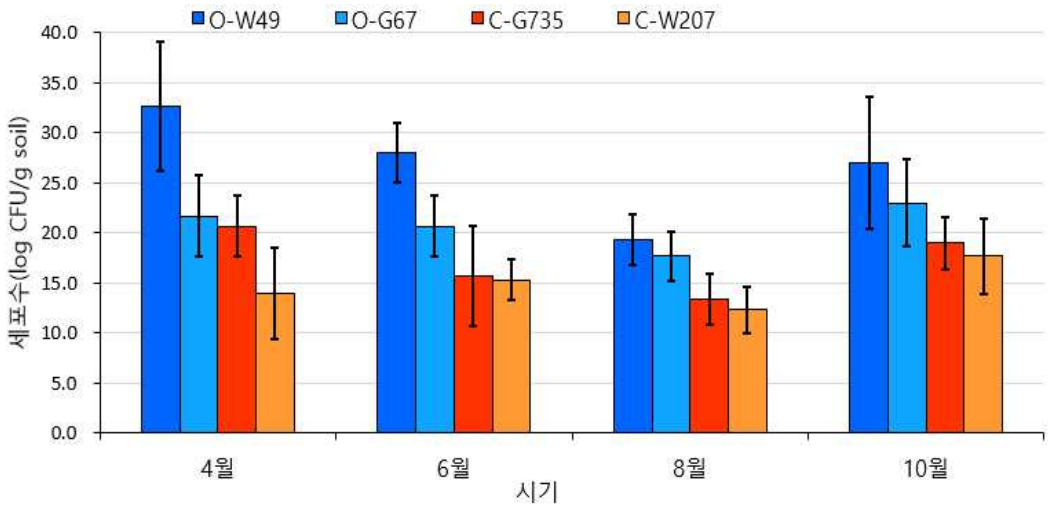


그림 5. 조사대상 재배지 시기별 *Azotobacter* sp.($\times 10^3$) 미생물체량

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).

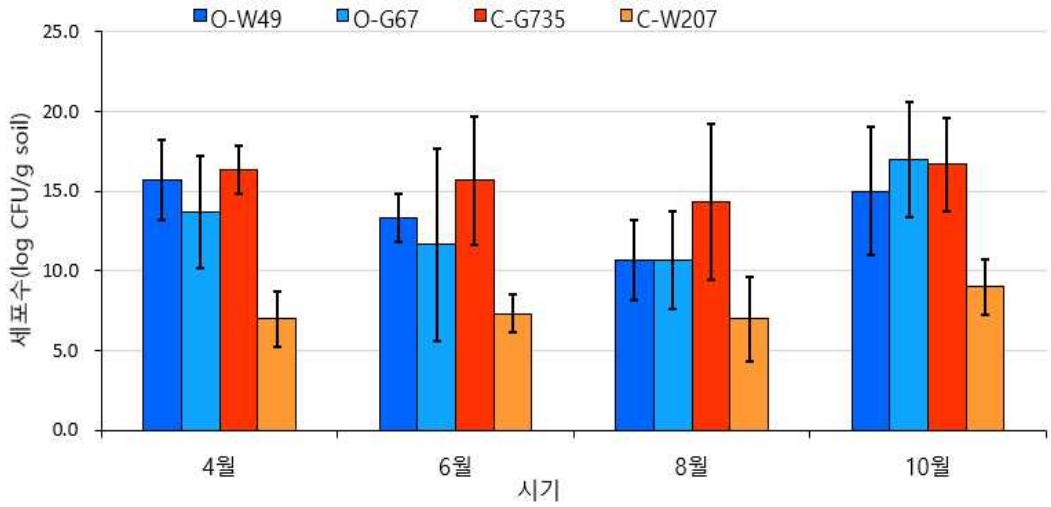


그림 6. 조사대상 재배지 시기별 Actinomycetes($\times 10^5$) 미생물체량

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

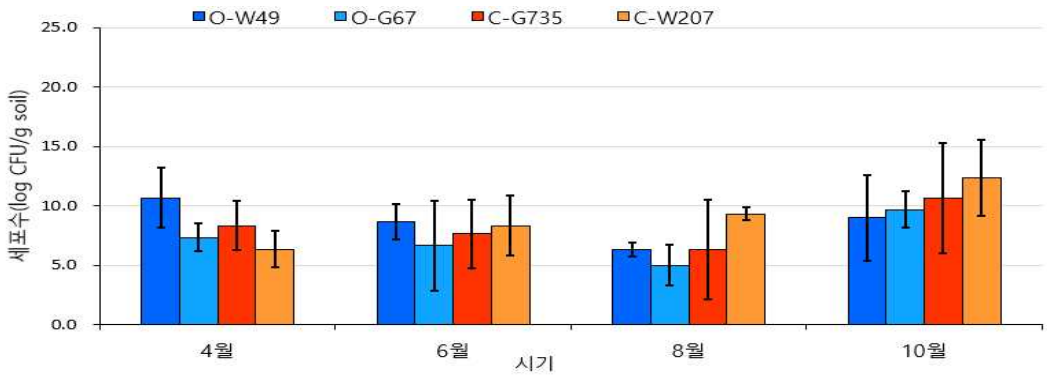
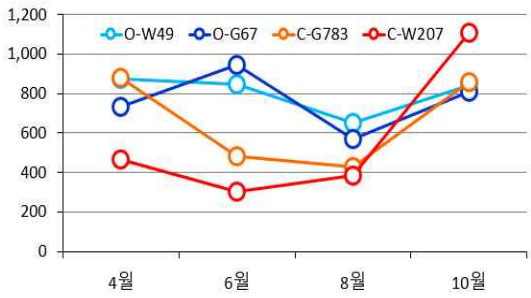
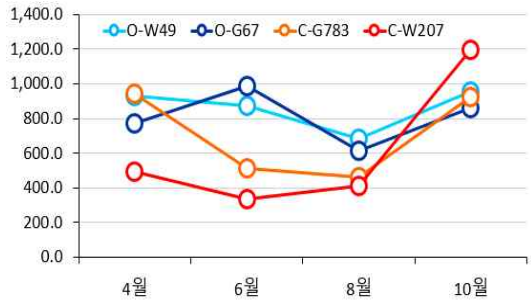


그림 7. 조사대상 재배지 시기별 Fluorescence *Pseudomonas* sp.(×10^4) 미생물체량

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 안정적이나 관행 재배지에서는 급격히 변화하는 경향을 보였다. 또한 재배유형에 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 집중강우 등을 지나면서 토양전염성 병해 등이 급격히 증가하는 시기와 일치하였다(그림 8).



재배지별 OTUs* 변화 추이



재배지별 ACE Index** 변화 추이

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

*: Operational Taxonimic 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 유기농인증농가가 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).

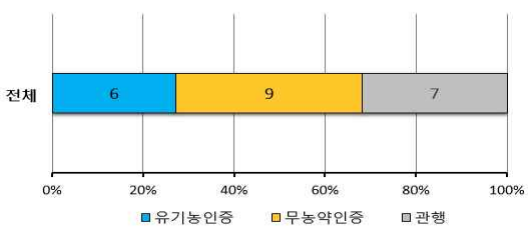
표 4. 전국 황기 친환경인증 농가 현황(2021. 1. 기준)

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

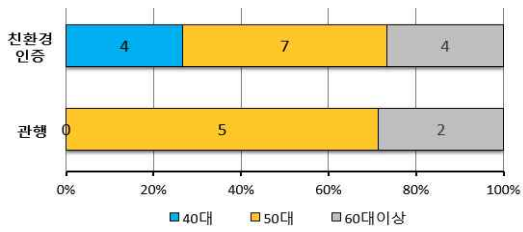
표 5. 황기 친환경인증 및 관행재배 실태조사 응답 농가 현황

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	-	-

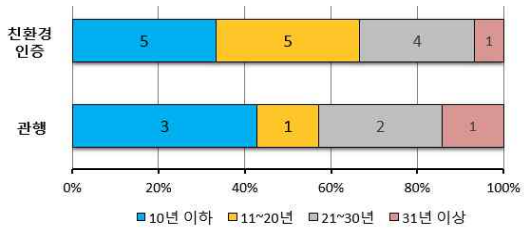
<인증유형>



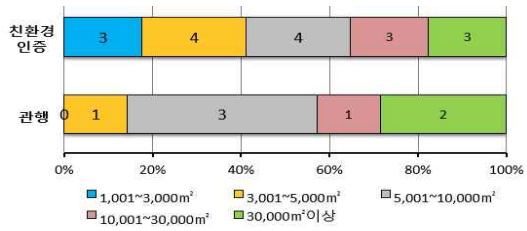
<연령>



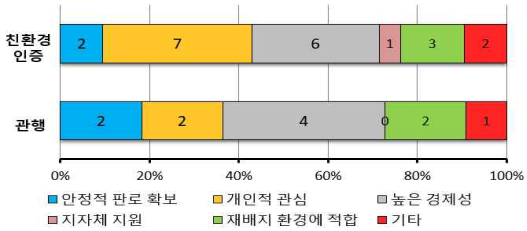
〈황기 재배경력〉



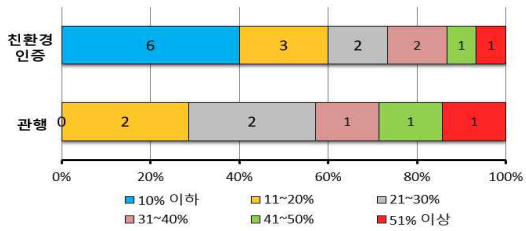
〈황기 재배면적〉



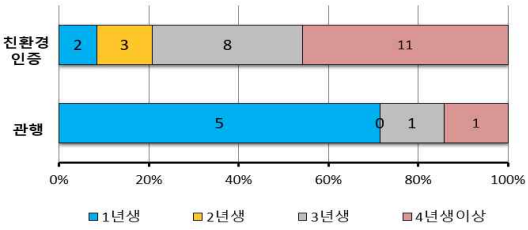
〈황기 재배 동기〉 ※중복 답변 포함



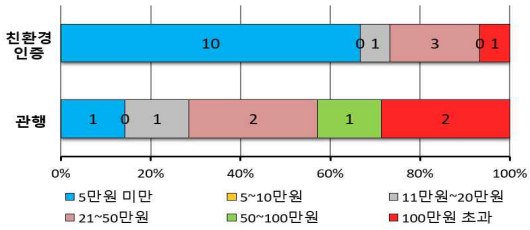
〈전체 영농규모 대비 황기 재배비율(소득 기준)〉



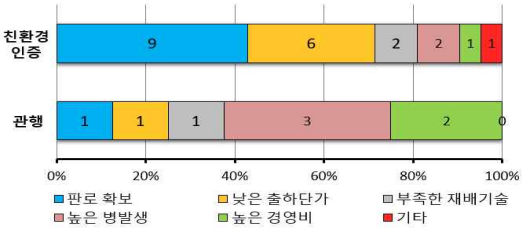
〈황기 수확 년생〉 ※중복 답변 포함



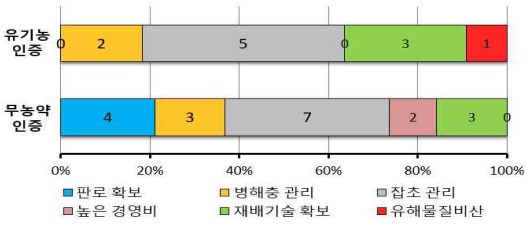
〈황기 재배시 농자재 구입비용(1,000㎡ 기준)〉



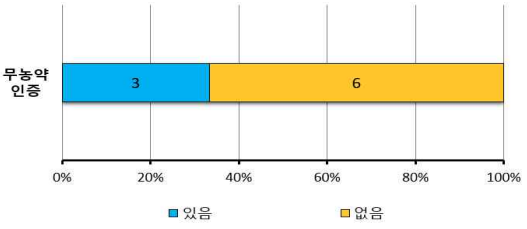
〈황기 재배시 장애요인〉 ※중복 답변 포함



〈친환경 재배시 장애요인〉 ※중복 답변 포함



〈유기농인증 전환 의향 여부〉



〈유기농재배 전환 기피 요인 〉※중복 답변 포함

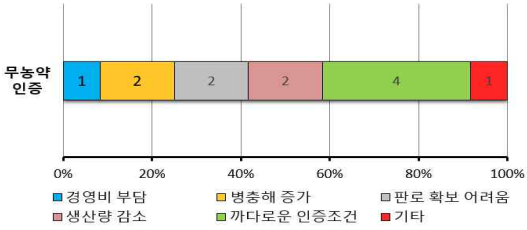


그림 9. 황기 실태조사 응답 재배농가 일반 현황

황기 일반재배기술에서는 파종 시기의 경우 재배유형과 상관없이 3월 하순부터 4월 상순이 가장 많았으나 두둑 높이의 경우 친환경인증농가는 평휴가 많았으나 관행 재배농가는 30~39㎝ 로 비교적 고휴 재배가 많았다. 파종 방법에서도 관행 재배농가는 대부분 점뿌림과 줄뿌림하였으나 친환경인증농가의 경우 흩어뿌림도 다수 차지했다. 멀칭 실시 여부에서도 친환경인증농가는 멀칭하지 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 밑거름과 덧거름 시용은 유기농인증농가의 경우 유박과 가축분 등 유기농자재를 적극적으로 시비하고 있었으나 무농약인증농가의 경우 재배기간 동안 밑거름과 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).

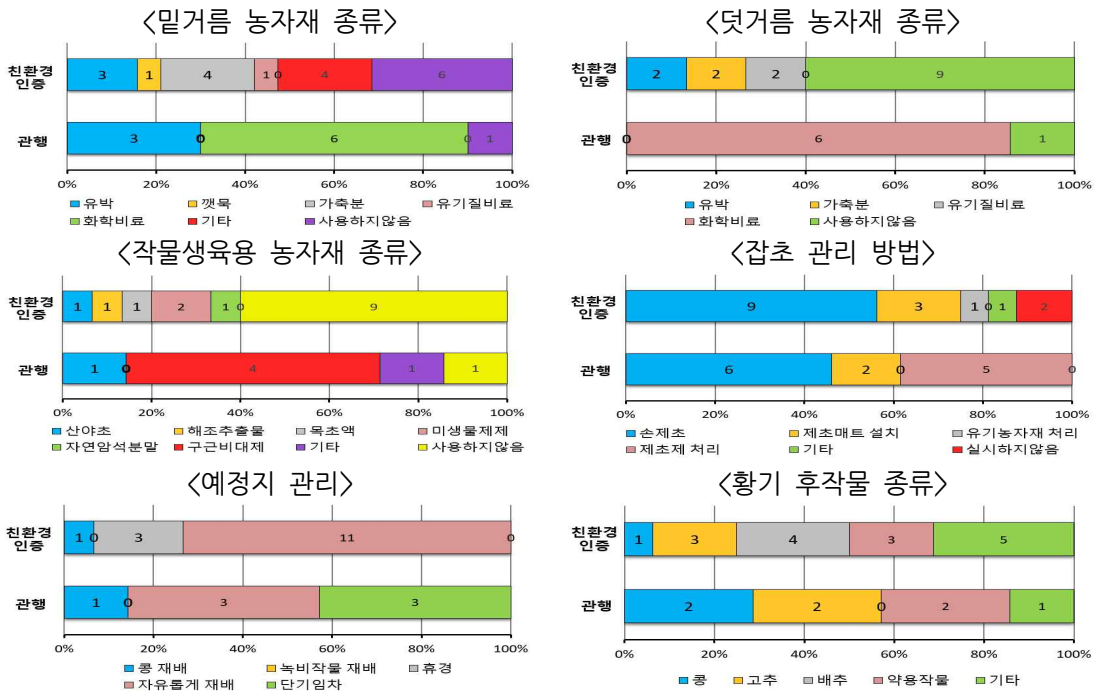


그림 11. 토양 및 양분관리기술(시비 종류 및 방법, 윤작 등)

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).

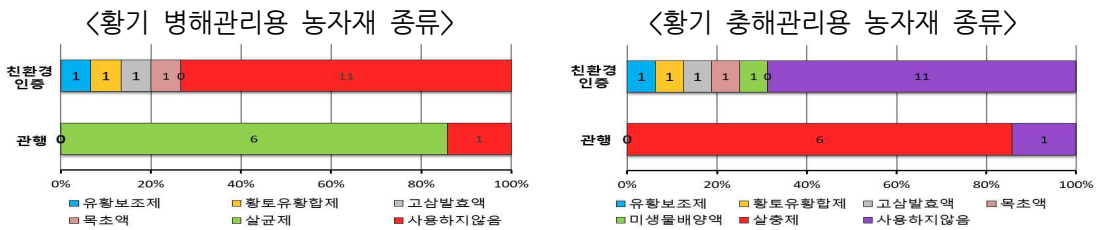


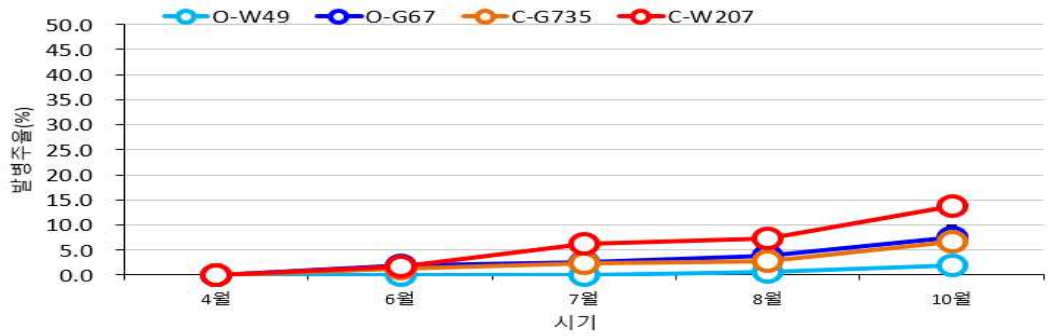
그림 12. 병해충 관리기술(병충해 농자재 종류)

(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

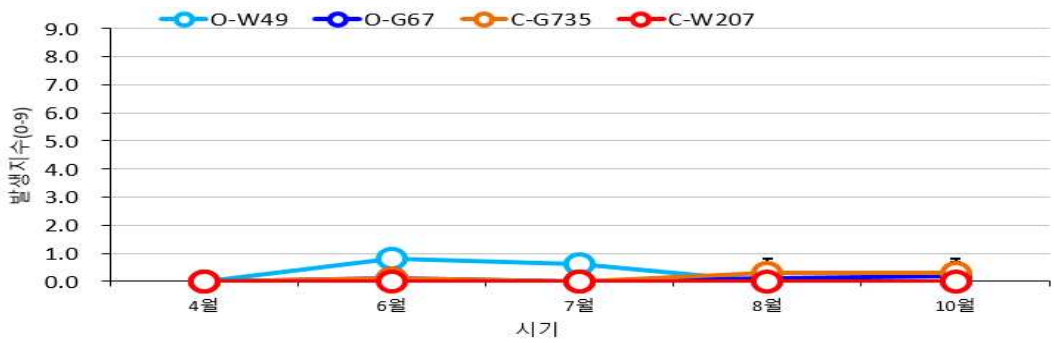
그림 13. 조사대상 재배지 4개소 시기에 따른 흰가루병 발생 양상



* 발병주율 : (발병주수/조사주수) × 100

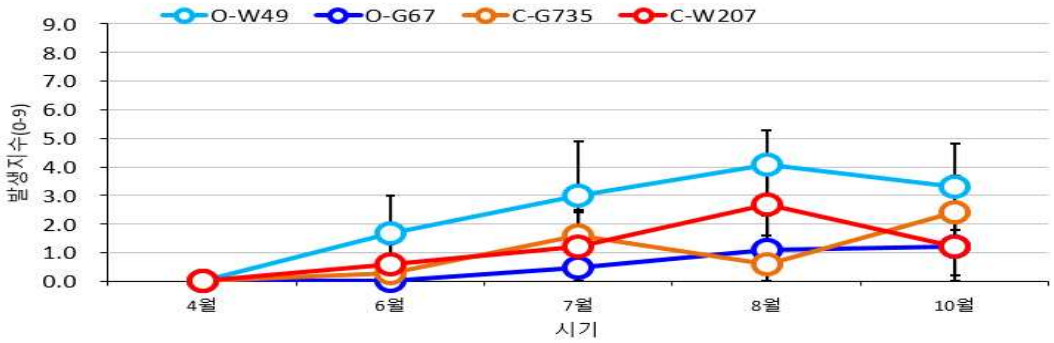
그림 14. 재배유형별 4개소 시기에 따른 토양전염병(시들음병 및 뿌리썩음병) 발생 양상

황기 재배지 4개소 모두 충해 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 충해(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 충해(응애) 발생 양상

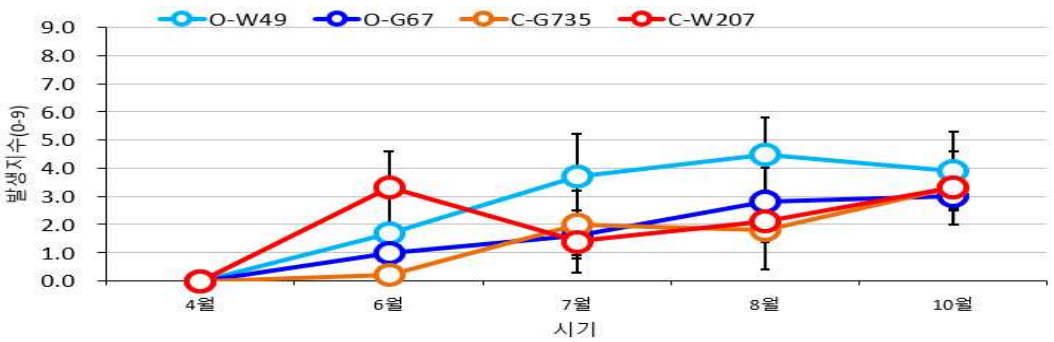


그림 17. 재배유형별 4개소 시기에 따른 충해(노린재류) 발생 양상

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).

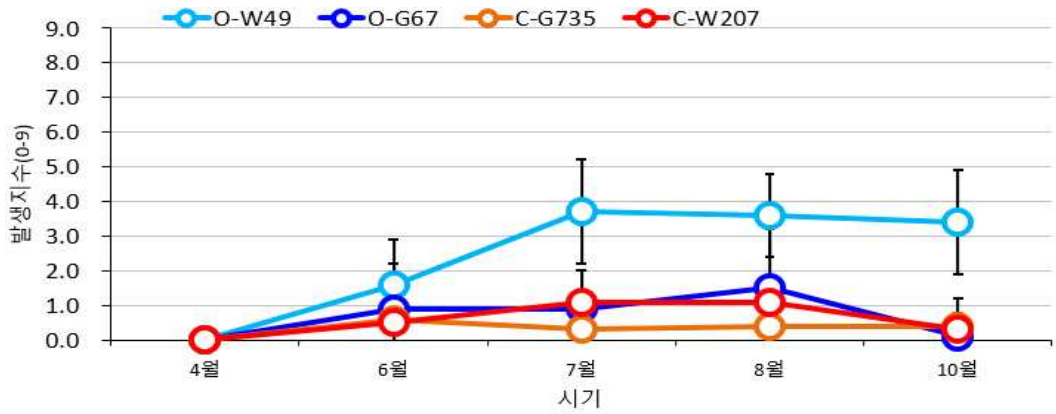


그림 18. 재배유형별 4개소 시기에 따른 충해(나방류) 발생 양상

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

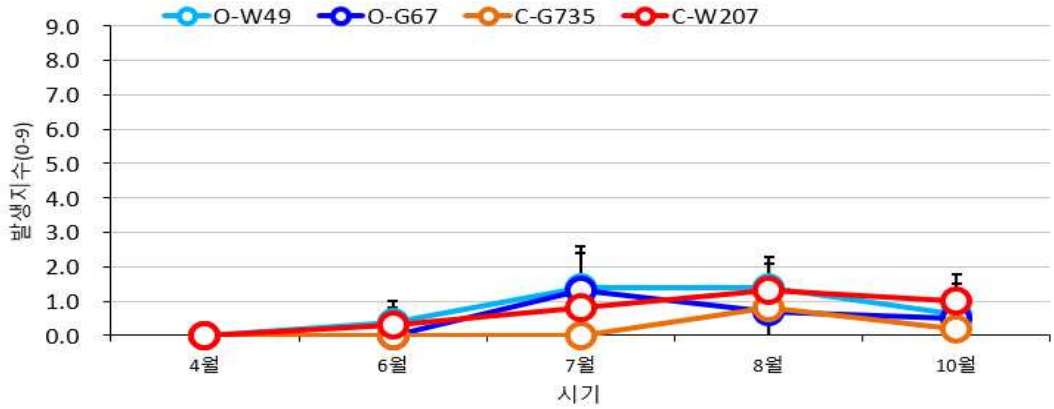


그림 19. 재배유형별 4개소 시기에 따른 충해(굴파리류) 발생 양상

(시험 4) 황기 재배유형별 생육 특성 및 수량 평가

초장 및 경굵기, 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 경합과 광합성 저해가 심각하였으며 이로 인한 개체의 웃자람 등으로 경굵기와 분지수, 복엽수가 크게 감소하였다(표 6).

표 6. 황기 재배유형별 4개소 지상부 생육 특성

유형	년생	재배지	초장 (㎝)	경굵기 (㎝)	분지수 (개)	복엽수 (개)	엽병장 (㎝)	정소엽 가로 (㎝)	정소엽 세로 (㎝)
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 (㎝)	근경 (㎜)	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($p<0.05$)

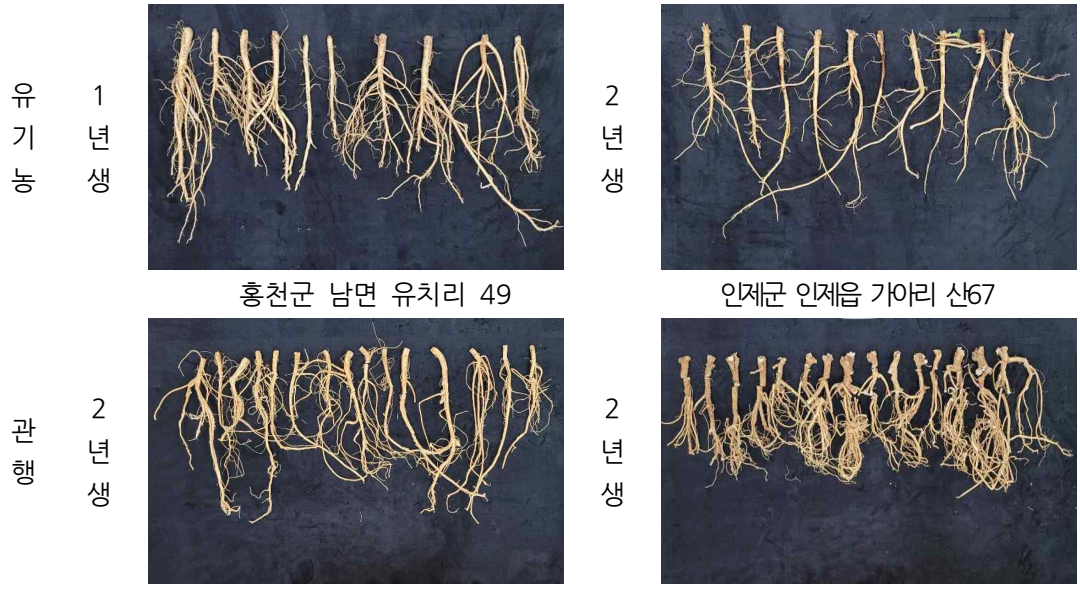


그림 20. 재배유형별 4개소 지하부 수량 특성

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 4개소에서도 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 년간 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)

<table>
<tr><td colspan="2">O-W49(황기 1년생(유기농), 강원도 홍천군 남면 유치리 49, 권○○농가)</td></tr>
<tr><td>o 총 수입액(A) : 3,323.1천원
- 유기농황기(건근, 2년생) :
33천원/kg*100.7kg/10a♪ = 3,323,100원

♪ : 건근수량 = 생근수량♩*(건근율/100)
♩ : 생근수량 = (주당생근중*파종수(1,000㎡당)
(생존율/100)(상품화율/100))/1,000</td><td>o 총 지출액(B) : 1,628.5천원
- 경작지 임대비용 : 0원(본인소유)
- 경운 및 이랑성형
· 트랙터임대 : 30천원/일*2시간(1/4일)
=7.5천원(농기계임대사무소)
· 트랙터연료 : 1천원/L(경유, 면세)*5L = 5천원
- 밑거름 및 덧거름 시용
· 밑거름* : 25천원/포*6포 = 150천원
* : 엔비올트리플(20kg/포)
· 덧거름* : 25천원/포*2포 = 50천원
* : 엔비올트리플(20kg/포)
· 인건비 : 0원(자체 시비)
- 파종
· 종자 : 0원(자가 채종)
· 인건비 : 포장인부 100천원/인*2인*1일 = 200천원
- 고랑 멀칭
· 제초매트 : 50천원(200m/롤)*3롤 = 150천원
· 인건비 : 포장인부 120천원/인*2인*1일 = 240천원
- 병해충 방제
· 유기농자재* : 11천원/병*1병*1회 = 11천원
* : 모두싹(500g/병)
· 인건비 : 0원(자체 살포)
- 적심 : 0원(자체실시)
- 김매기 : 100천원/인*2인*2회 = 400천원
- 수확
· 굴삭기임대 : 150천원/일*4시간(1/2일) = 75천원
· 인건비 : 포장인부 120천원/인*2인*1일 = 240천원
- 기타 : 잡비 100천원</td></tr>
<tr><td colspan="2">o 추정수익액(A-B) : 1,694,600원(1,000㎡ 기준) = 3,323,100원 - 1,628,500원</td></tr>
</table>

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

o 총 수입액(A) : 1,834천원

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

♪ : 건근수량 = 생근수량♩*(건근율/100)

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

o 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) : 미실시
- 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) : 미실시
- 적심 : 0원(자체실시)
- 김매기(1년차) : 100천원/인*2인*2회 = 200천원
- **김매기(2년차) : 미실시**
- 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

o 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)

o 총 수입액(A) : 1,821.6천원

- 관행황기(건근, 1년생):
  23천원/kg*79.2kg/10a♪ = 1,821,600원

♪ : 건근수량 = 생근수량♩*(건근율/100)

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

o 총 지출액(B) : 2,159천원

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

o 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)

o 총 수입액(A): 4,581.9천원

- 관행황기(건근, 2년생) :
  27천원/kg*169.7kg/10a♪ = 4,581,900원

♪ : 건근수량 = 생근수량♩*(건근율/100)
♩ : 생근수량 = (주당생근중*파종수(1,000㎡당)
(생존율/100)(상품화율/100))/1,000

o 총 지출액(B) : 2,612천원

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

o 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

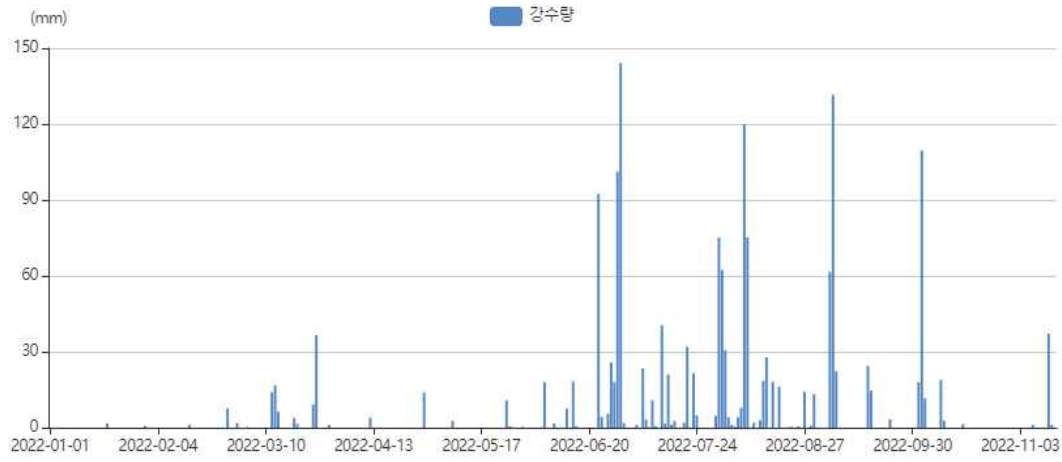


그림 21. 시험 지역(강원 철원) 일별 강수량 추이

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 장해가 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 생육저해요인이 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 저해요인이 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).

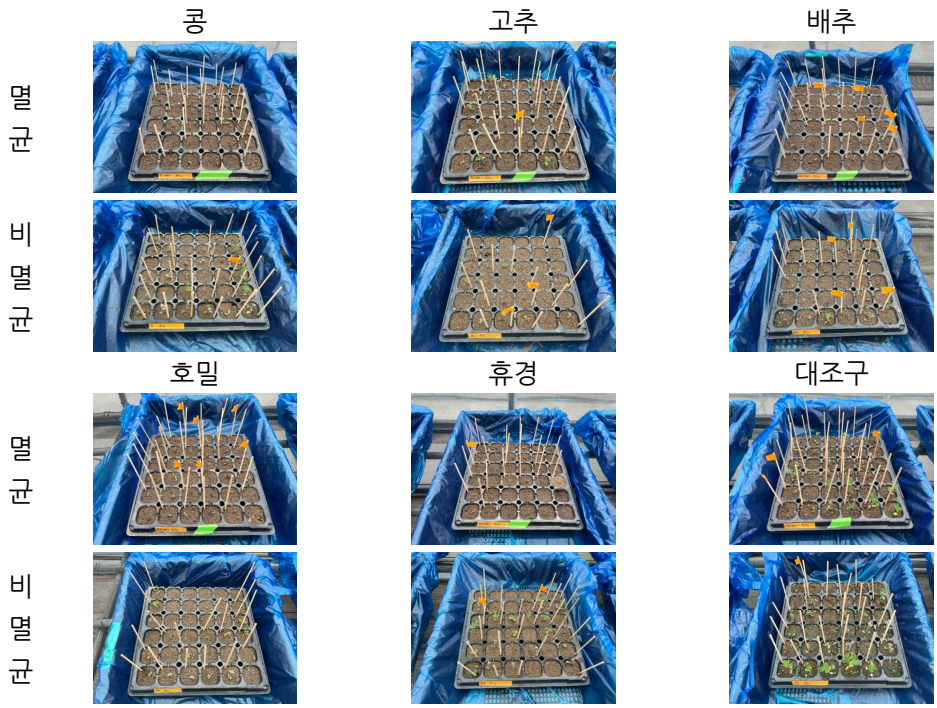
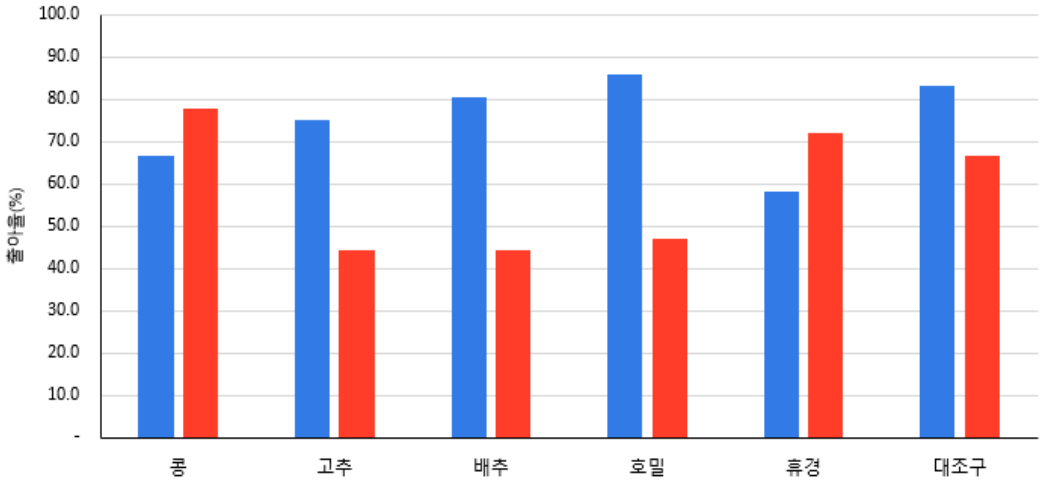


그림 22. 처리구별 최종 출아수 현황



*: 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
콩	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).

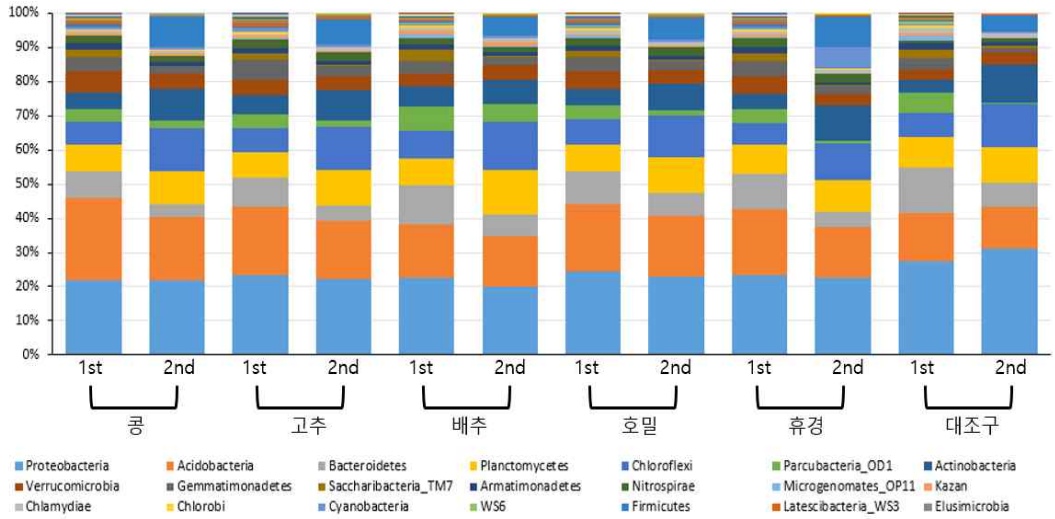


그림 24. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(세균) 변화(문(Phylum) 수준)

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 추정한 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).

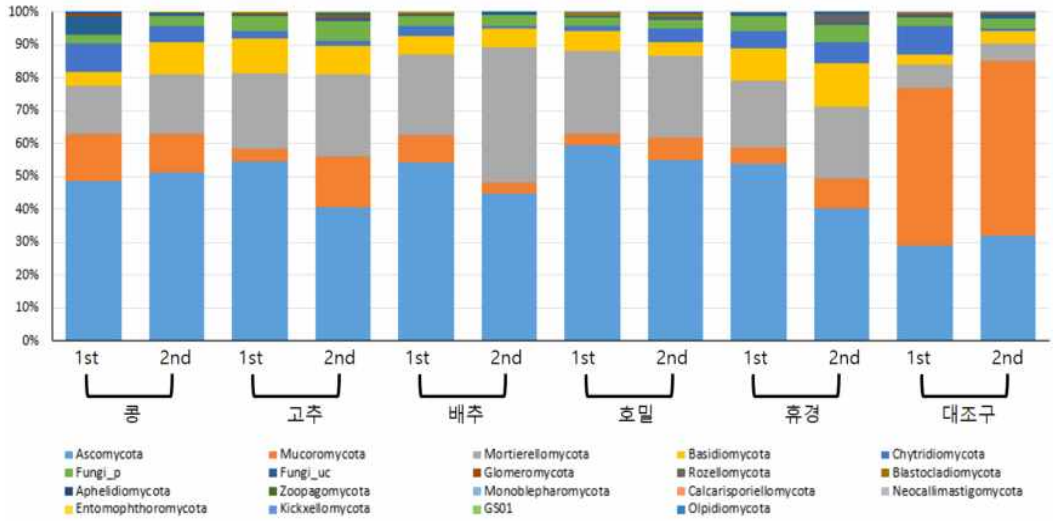


그림 25. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(곰팡이) 변화(문(Phylum) 수준)

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).

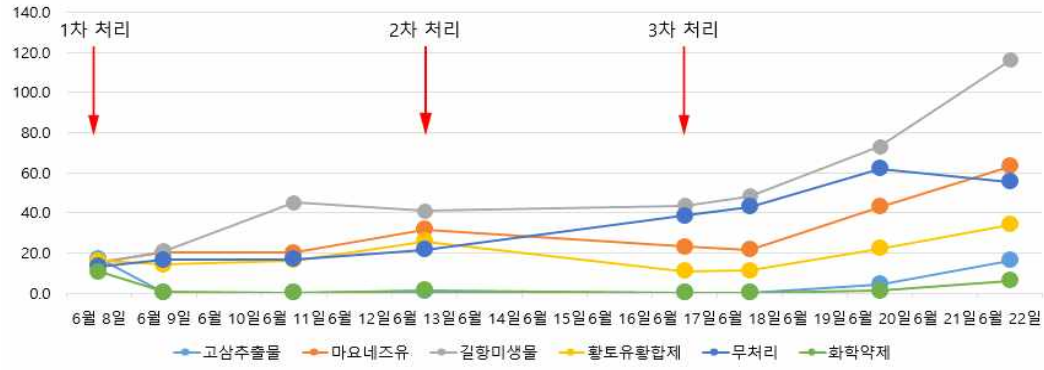


그림 26. 처리구별 해충(진딧물류) 발생 수준 및 방제율 평가

표 16. 처리구별 해충(진딧물류) 방제율 비교

(단위: 마리, %)

구분 / 조사항목	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)
o 증가되는 비용 - 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 * : 고삼추출물(90% 함유) 유기농자재 250㎖/병 기준 500배액 살포(10a당 300L) - 계(A) : 237,000원	o 증가되는 이익 - 유기농자재 이용 방제에 따른 수량 증가 · (고삼추출물 처리)248㎏ - (무처리)184㎏ = 64㎏ · 64㎏×33,000원/㎏* = 2,112,000원 * 유기농 황기(건근, 1년생) 33천원/㎏ 기준 - 계(B) : 2,112,000원
o 추정수익액(A-B) : 1,875,000원(1,000㎡ 기준) = 2,112,000원 - 237,000원	

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)
o 증가되는 비용 : - 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	o 증가되는 이익 - 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
o 추정수익액(A-B) : 1,128,000원(1,000㎡ 기준) = 1,221,000원 - 93,000원	

(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

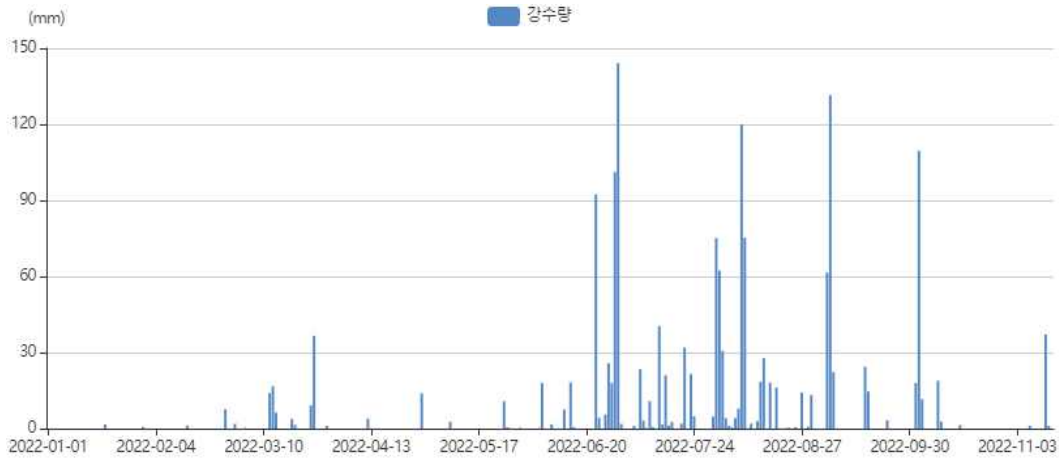


그림 28. 철원지역 일별 강수량 추이

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 추정한 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).

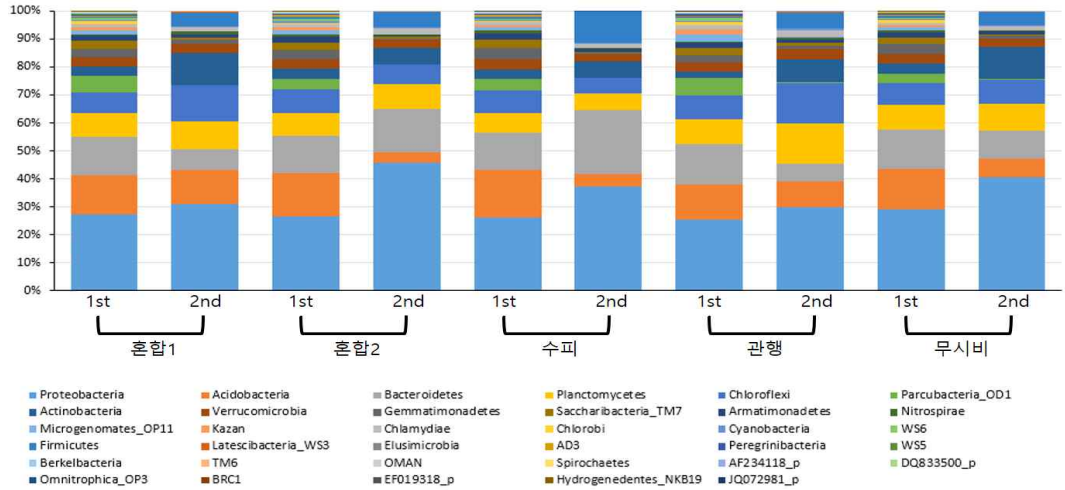


그림 29. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(세균) 변화(문(Phylum) 수준)

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 M*ortierellomycota* 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).

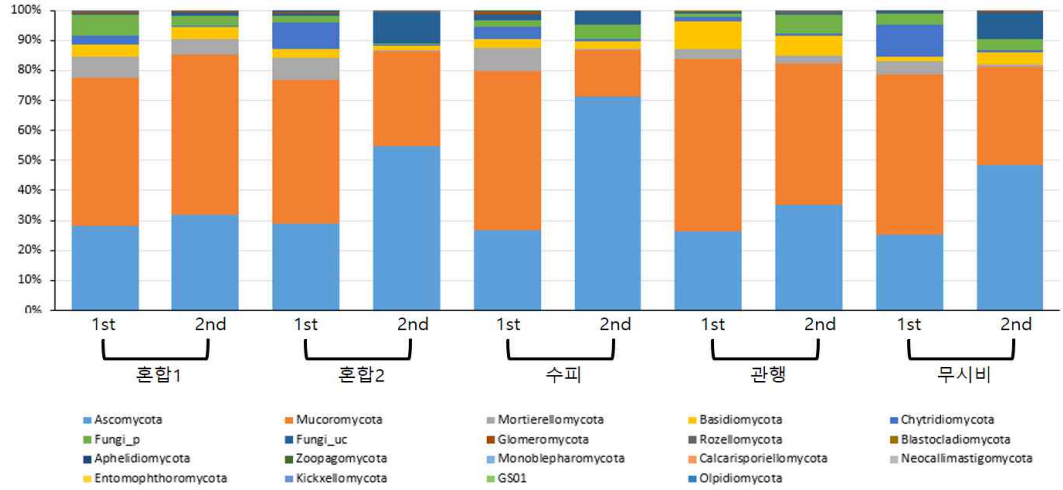


그림 30. 시기별(6월-8월) 토양 미생물상(곰팡이) 변화(문(Phylum) 수준)

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 보이나 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: $\rho < 0.05$

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(㎝)	경경(㎜)	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: $\rho < 0.05$

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(㎝)	근경(㎝)	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: $\rho < 0.05$

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: ρ < 0.05
*: (1-토양전염병 발병율)로 표기, {(주당생근중*23,760주(10a당)*출현율)/100*상품화율/1,000

그림 31. 처리구별 지하부 수량

표 28. 경제성 분석 (단위: 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
o 증가되는 비용 : - 유기농자재 처리 비용 · 인건비 : 포장인부(남) 120천원/인×1인×4시간(1/2) = 60천원 · 재료비 : 부숙수피 900㎏* = 100천원 가축분퇴비 450㎏(4.5천원, 20㎏/포)×22.5포 = 101천원 유기농자재(구아노포함) 150㎏(22천원, 20㎏/포)×7.5포 = 165천원 - 계(A) : 426,000원	o 증가되는 이익 - 유기농자재 처리에 따른 수량 증가 · (혼합1)265.1㎏ - (무처리)176.8㎏ = 88.3㎏ · 88.3㎏×33,000원/㎏* = 1,221,000원 * 유기농 황기(건근, 1년생) 33천원/㎏ 기준 - 계(B) : 2,913,900원
o 추정수익액(A-B) : 2,487,900원(1,000㎡ 기준) = 2,913,900원 - 426,000원	

(시험 8) 유기농 황기 잡초방제기술 개발

표 29. 시험포장 일반현황

주소	년생	인증종류	면적(㎡)	고도(m)	경사도(°)	향방향
강원도 홍천군 남면 유치리 17-11	1	유기농	1,500	302	5	남향

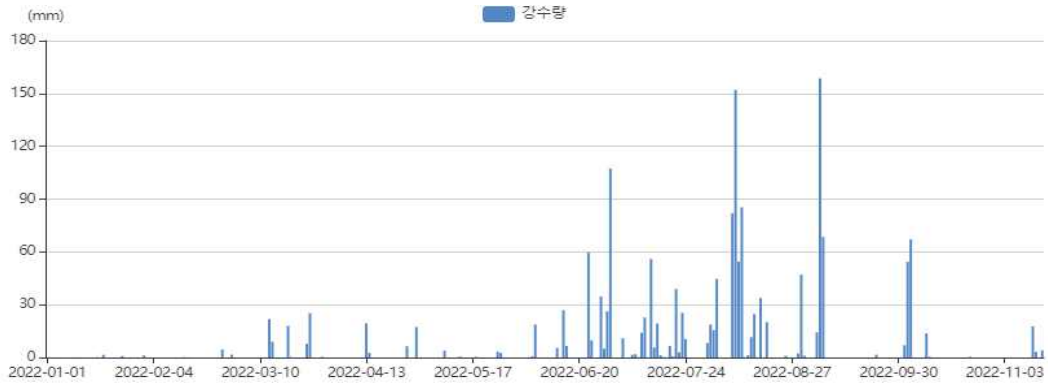
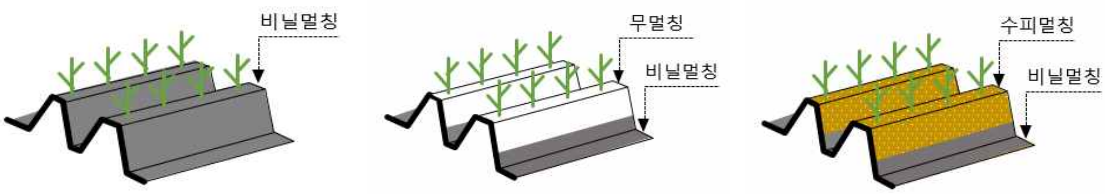


그림 32. 시험포장(홍천) 강수량 추이

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



전체멀칭(이랑+고랑) 부분멀칭(고랑) 수피멀칭

그림 33. 처리구별 멀칭 방법

처리구별 발생잡초 중 피는 중요도에서 36.44로 방제가 가장 필요하고 황기와의 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.

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

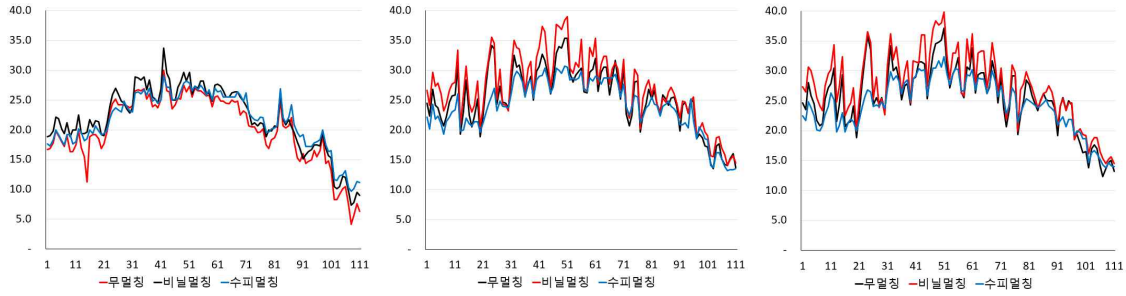
처리구별 황기 지상부 생육 특성은 대조구와 비교하여 모든 처리구에서 유의적인 생육 차이가 없어 잡초 경합에 의한 생육 저해가 발생하지 않았다고 판단된다(표 33).

표 33. 처리구별 황기 지상부 생육 특성

구 분	출현율 (%)	생초중 (g)	초장 (㎝)	주경 마디수(개)	주경장 (㎝)	경경 (㎜)	최하위 분지장(㎝)	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: $\rho < 0.05$

황기 생육기간 동안 처리구별 멀칭 종류에 의한 지온 변화를 확인하기 위해 하루 3회 지온을 측정한 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).



09시 지온 14시 지온 17시 지온

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 (㎜)	주근장 (㎝)	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: $\rho < 0.05$

잡초관리1 잡초관리2 잡초관리3

잡초관리4 농가제안 대조구

그림 36. 처리구별 황기 지하부 생육 현황

표 35. 재배지별 경제성 분석 (단위: 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
○ **증가되는 비용** - **이랑 비닐 멀칭 처리에 따른 비용 증가 : 336,000원** · 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	○ **증가되는 이익** - **수확량 증가에 따른 총수입 증가: 1,039,000원** · 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** · 처리(인건비, 여) : 1.2인*4일*100천원 = 480천원 · 대조(인건비, 여) : 6.0인*3일*100천원 = 1,800천원 - 계(B) : 2,359,000원
o **추정수익액(A-B) : 2,023,000원(1,000㎡ 기준) = 2,359,000원 - 336,000원**	

(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 밑거름(기비용) 기준 검정 시비를 실시하였다(표 36).

표 36. 배량 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)+랑베나이트(8)	

표 37. 시험 포장 토양 화학성 분석 결과

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	P_2O_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
밑거름(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	혼합 비율(%)	유기농자재	주요성분
기비용 유기 농자재	60	농가발효수피	부숙 활엽 수피 100%
	30	가축분퇴비	계분 20%, 우분 20%, 돈분 15%, 톱밥 20%, 버섯배지 15% 등
	10	구아노 함유 유기농자재	구아노 함유

③ 검정 시비 추천량 중 밑거름 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_2O_5		0.5	7.9	1.0
K_2O		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

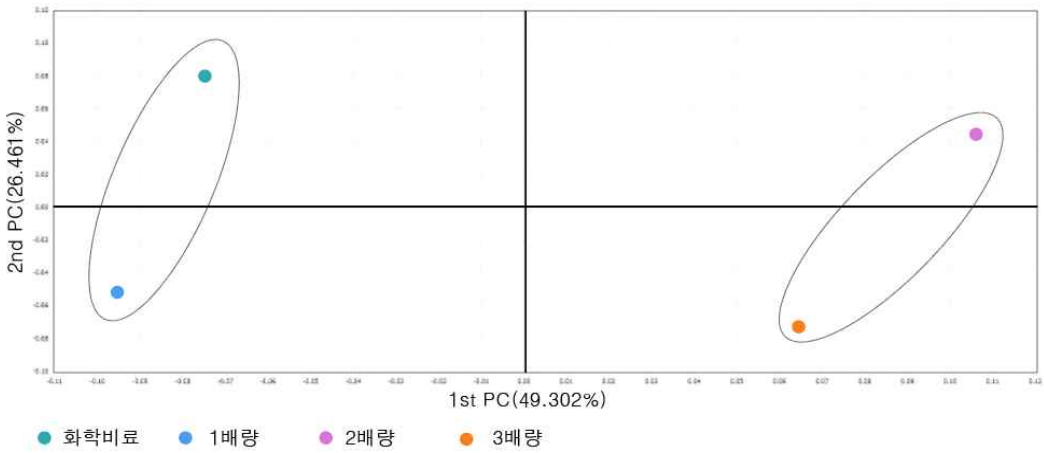
구 분	OTUs*				ACE**				CHAO**			
	세균		진균		세균		진균		세균		진균	
	6월	9월	6월	9월	6월	9월	6월	9월	6월	9월	6월	9월
1.0배량	8192	6264	1481	1007	9281.21	7441.98	1506.74	1048.60	8887.39	7102.30	1491.91	1028.00
2.0배량	8608	5607	1741	996	9701.77	6727.03	1778.65	1029.66	9334.49	6444.32	1754.67	1013.66
3.0배량	8315	5851	1613	1174	9436.18	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>

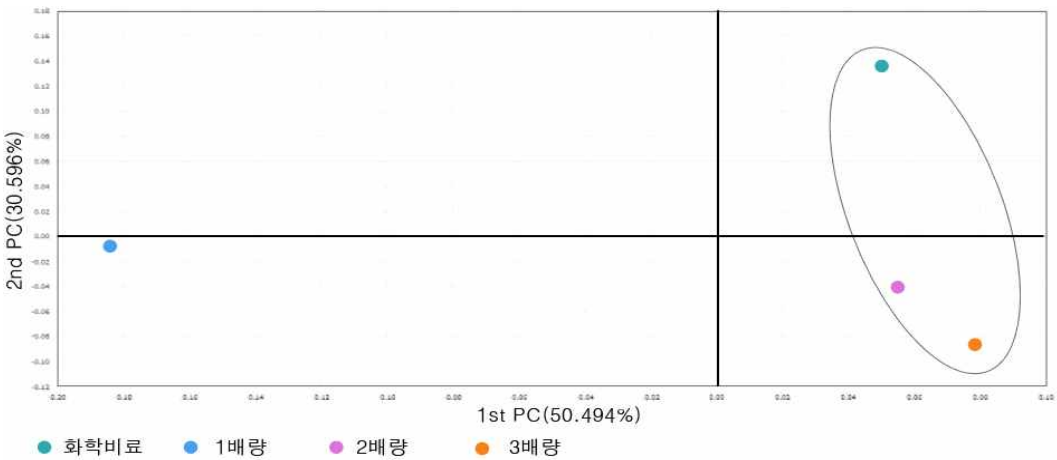
*: Operational Taxonomic Unit: DNA 시퀀싱 결과에서 유사한 시퀀스끼리 묶는 분류단위

**: 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 이동하였는데 이는 유기농자재와 비교하여 속효성인 화학비료의 특성에 기인한 것으로 추정되었다(그림 37).



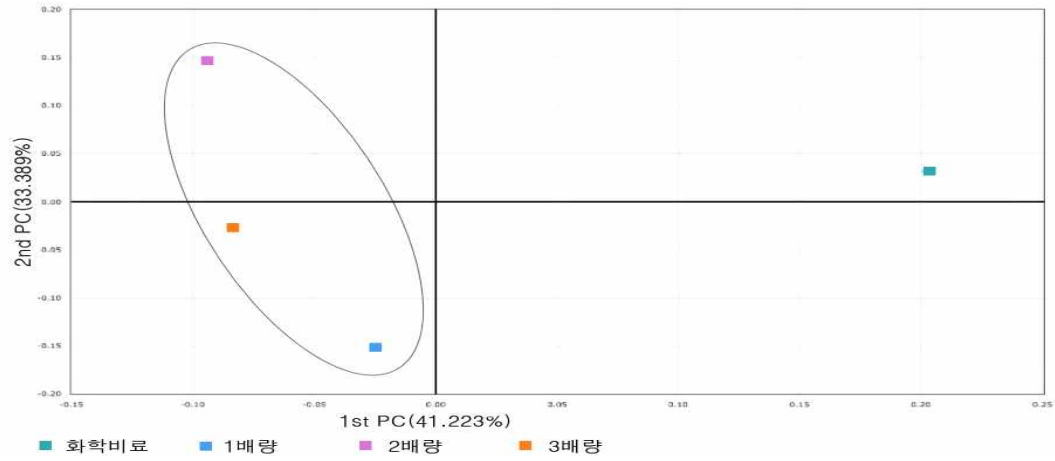
<6월 토양미생물(세균) PCoA 분석>



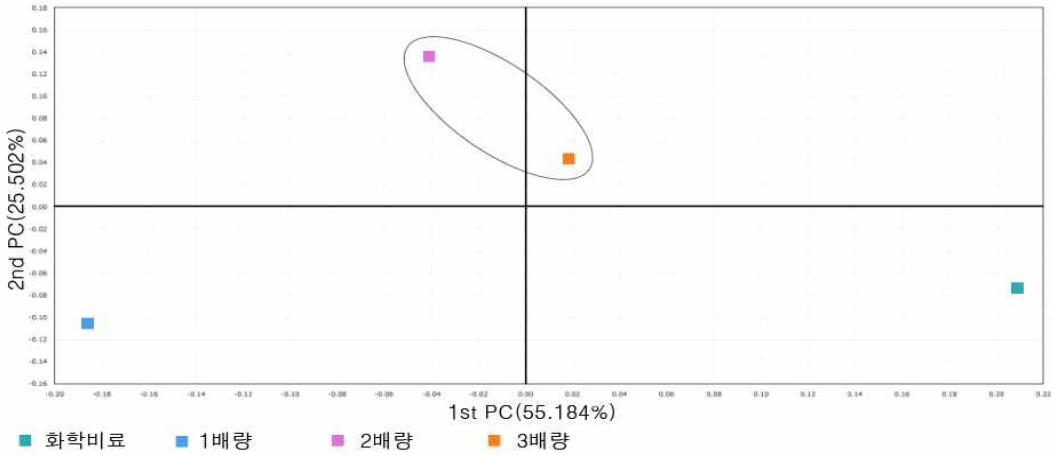
<9월 토양미생물(세균) PCoA 분석>

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)	시들음병 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 화학비료 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 발생율(%)	뿌리혹 발생율(%)
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

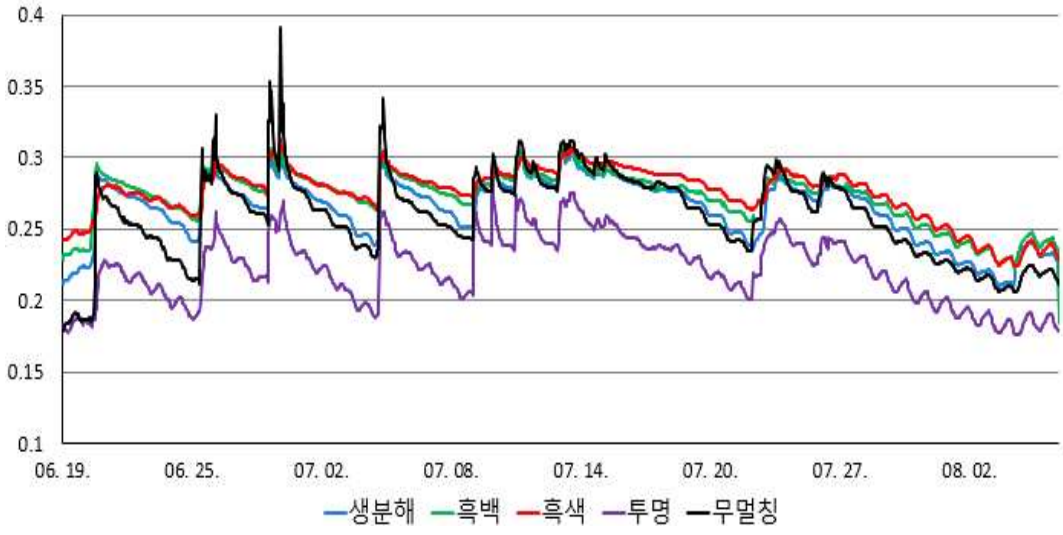
*DMRT: $\rho < 0.05$, 생근수량=주당생근중*23,760주(10a당)*(입모율/100)*(상품화율/100)/1,000

표 46. 경제성 분석 (단위: 원/10a)

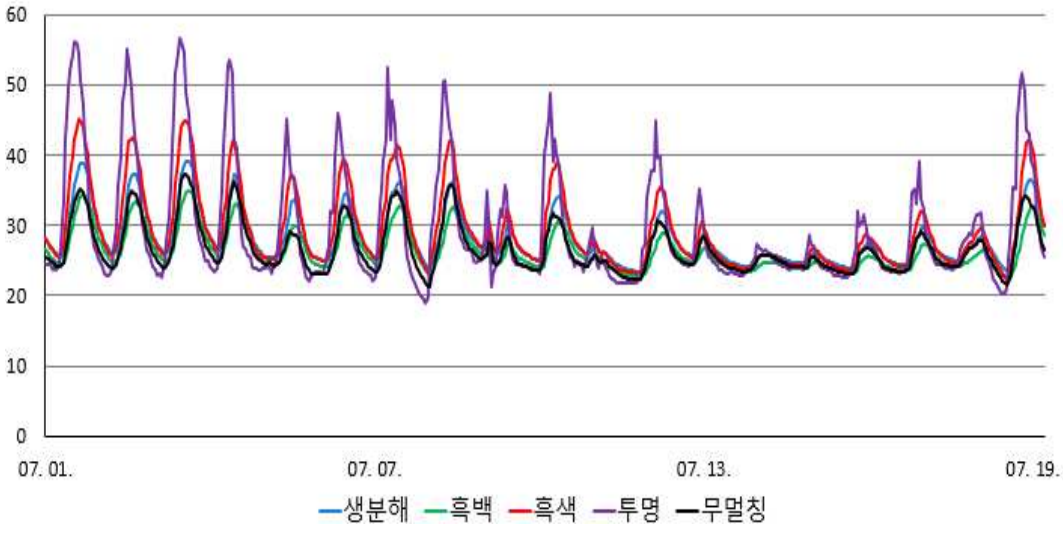
손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
o 증가되는 비용 : - 유기농자재 처리 비용 · 인건비 : 포장인부(남) 120천원/인×1인×4시간(1/2) = 60천원 · 재료비* : 부숙수피 1,350㎏* = 150천원 가축분퇴비 675㎏(4.5천원, 20㎏/포)×34포 = 153천원 유기농자재(구아노포함) 225㎏(22천원, 20㎏/포)×11.3포 = 248.6천원 - 계(A) : 551,600원 * : 검정시비 기준시 포장별 토양 화학성 분석 결과에 따라 시비량이 달라질 수 있으므로 절대 사용량으로 계산함.	o 증가되는 이익 - 유기농자재 처리에 따른 수량 증가 · (1.5배량)256.4㎏ - (무처리*)176.8㎏ = 79.6㎏ · 79.6㎏ * 33,000원/㎏* = 2,626,800원 * : 2년차 시험 3. 무시비 처리구 기준 * 유기농 황기(건근, 1년생) 33천원/㎏ 기준 - 계(B) : 2,626,800원
o 추정수익액(A-B) : 2,075,200원(1,000㎡ 기준) = 2,626,800원 - 551,600원	

(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).



<처리구별 토양수분(㎥/㎥) 추이>



<처리구별 지온(°C) 추이>

그림 39. 처리구별 토양 수분 및 지온 변화

흑백필름이 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 (㎜)	근장 (㎝)	지근수 (개)	세근수 (1~5)	뿌리썩음병 발병율(%)	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)
○ **증가되는 비용** - **흑색필름 멀칭 처리에 따른 비용 증가 : 336,000원** · 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	○ **증가되는 이익** - 흑색필름 멀칭 처리에 따른 수량 증가 · (흑색필름)268.2㎏ - (무처리*)167.4㎏ = 100.8㎏ · 100.8㎏ * 33,000원/㎏* = 3,326,400원 * 유기농 황기(건근, 1년생) 33천원/㎏ 기준 - 계(B) : 3,326,400원 * 제초 노동시간은 고려하지 않았으며 이를 고려할 경우 노동시간 감소만큼 증가 이익이 커질 수 있음
o **추정수익액(A-B) : 2,990,400원(1,000㎡ 기준) = 3,326,400원 - 336,000원**	

4 적 요

<제3세부과제 : 황기 유기농재배 종합생산기술 현장실증 연구>

(시험 1) 황기 재배 환경요인 및 현황 분석

가. 황기 재배지별 A층 깊이는 유기농 재배지가 30~40cm로 관행재배지 22~25㎝보다 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 유기농인증농가가 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 밑거름과 덧거름 시용은 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 년생이 경과할수록 유의적인 증가를 보이며 지하부 생육 특성 역시 비슷한 경향을 보임, 지하부 발병 특성에서도 년생이 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 초작지인 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 유기농자재를 기비로 시용할 경우 화학비료를 시용한 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 시용량 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 sceience of natural resource managemen 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)	컨 설 팅	황기 유기농재배 연구 현장 기술지원
	학술발표	강원지역 황기 친환경재배 실태조사
	홍보	강원도농업기술원, 황기 재배지 중점 관리 등 3건
2022(2년)	컨 설 팅	황기 유기농재배 현장 기술지원 컨설팅-홍천 1농가
	컨 설 팅	황기 유기농재배 현장 기술지원 컨설팅-영주 1농가
	학술발표	황기 유기농재배시 기비종류별 토양미생물상 비교
	홍보	춘천 BBS, 지속가능한 유기농 약초 재배 기술
2023(3년)	컨 설 팅	황기 유기농재배농가 현장기술 지원 컨설팅-홍천 1농가
	컨 설 팅	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 생산-유통 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	〃	○	○	-