

어젠다코드	2-1-1		구분	세부완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C05	작목구분코드	FC-01-0901
과제종류	기관고유		세부사업(약어)	-	
과제명	지속가능한 농업을 위한 토양유지 관리연구				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	허수정		농업연구사	강원도원 환경농업연구과	
연구기간	2017 ~ 2020		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 과채류 퇴비차 적용기술 개발			환경농업연구과	허수정	'17~'19
2) 작물 양분이용효율 증대기술 개발			환경농업연구과	허수정	'18~'20
3) 발작물 연작지 토양개선 연구			환경농업연구과	윤병성	'18~'20
색인용어	퇴비차, 바이오차, 양분이용, 연작지, 토양개선				

ABSTRACT

This study was to find ways to improve crop growth and restore soil by using compost tea and biochar as farm materials. When making compost tea, extracting compost at 25 °C for 48 hours is good for both nutrients and microorganisms. The yield of compost tea treatment was comparable to that of chemical fertilizer treatment in tomato cultivation, and sugar content was increased about 1 brix. When cucumber was cultivated on soil treated with compost tea for 2 years, more than 20% yield increased. This indicates that the compost tea is effective when used for a long period of time rather than within a short period of time.

When biochar 25% was mixed with the horticultural soil and used for the tomato seedlings, it would be possible to reduce the cost by compare the horticultural soil. The results of biochar treatment on tomato, cucumber and Chinese cabbage cultivation showed no significant difference in yields. However, as with compost tea, it is difficult to expect the effect of biochar in a short period of time. Therefore, continuous observation is needed.

1. 연구목표

국민들의 생활수준이 향상되고 먹거리 안전성에 대한 관심이 높아짐에 따라 친환경농산물에 대해 수요가 증가하고 있으나 양분관리에 사용할 수 있는 친환경자재가 제한적이어서 후기 양분관리에 어려움이 있다. 또한 지속가능한 농업을 위한 토양의 건전성 유지 또한 농업의 중요한 과제로 대두되고 있어 장기간 화학비료 사용으로 악화된 토양환경을 회복하기 위한 노력이 필요하다. 많은 토양이 염류과다로 작물생육 저해요인으로 작용하고 있어 작물재배 시 많은 양의 양분투입보다 작물의 양분

활용률을 높이는 저투입 농법의 도입이 시급하며 버려지는 유기성 자원을 이용한 퇴비차를 친환경 농자재로 활용하여 작물생육 향상과 토양건전성 회복을 위한 기술개발을 위해 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

〈제1세부과제: 과채류 퇴비차 적용기술 개발〉

(시험 1) 양분관리를 위한 퇴비차 사용기준 설정

본 시험은 과다한 비료사용과 연작에 따른 시설재배지 토양악화로 지속적인 작물재배가 어려워짐에 따라 퇴비차를 이용하여 보통비료의 사용을 줄이면서 생산량과 품질을 유지할 수 있는 사용기준을 설정하기 위해 토마토를 대상으로 2017년부터 3년간 수행하였다. 재배시험은 춘천시 신북읍에 위치한 농업기술원 유포리 시험포장의 유리온실과 비닐하우스에서 수행하였으며 라피도 품종을 대상으로 4월 10일 전후로 정식한 후 5단 재배하였다. 부숙이 잘된 퇴비를 부직포주머니에 넣어 물에 담근 후 48 시간 동안 공기를 주입하면서 퇴비가 잘 우러나올 수 있도록 추출하여 만든 퇴비차를 사용하였으며 퇴비차와 보통비료를 관행대비 20~60%로 섞어 점적관주 처리하였고, 토마토 수량과 품질, 토양화학성을 조사하였다.

(시험 2) 시판퇴비 활용 퇴비차 평가

본 시험은 농가에서 퇴비를 직접 만들어 사용하기가 번거롭다는 의견을 반영하여 농가에서 구입하여 쓰고 있는 가축분 퇴비를 이용하여 만든 퇴비차의 효과를 알아보기 위해 수행하였다. 2019년도에 강원도 춘천시 신북읍에 위치한 농업기술원 유포리 시험포장의 비닐하우스에서 수행하였으며 라피도 품종을 대상으로 4월 11일 정식한 후 5단 재배하였다. 퇴비차와 보통비료를 50:50으로 혼합하여 점적관주로 재배하고 관행재배와 비교하여 토마토 수량과 품질, 토양화학성 등을 재배하였다.

(시험 3) 토마토 재배농가 실증

본 시험은 토마토 재배를 재배할 때 보통비료 사용량을 반으로 줄이면서 수량과 품질을 향상시킬 수 있다는 선행 연구결과를 바탕으로 2018년과 2019년 2년에 걸쳐 춘천시 신북읍에 위치한 토마토 재배 농가에서 실증 실험을 수행하였고, 퇴비차 처리구와 관행구를 비교하여 토마토 수량과 품질, 토양의 화학적 변화를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제: 과채류 퇴비차 적용기술 개발〉

(시험 1) 양분관리를 위한 퇴비차 사용기준 설정

토마토 관주 재배 시 퇴비차를 보통비료와 혼합하여 재배한 결과 퇴비차 적용 1년차 시설하우스의

토마토 주당 과실수는 20~20.8개로 차이가 없었으나, 수량은 관행처리구와 비교하여 퇴비차 단독 처리구는 15%정도 적었고, 퇴비차+½관행처리구는 17%정도 많았다(표 1). 관행재배구와 비교하여 경도는 유의적 차이가 없었으며, 그림 1에서 보는 바와 같이 상품등급별 비율에 있어서도 마찬가지로의 경향을 보여 퇴비차+½관행처리구의 경우 190g이상의 과실이 70%로 관행 40%, 퇴비차 30%에 비해 현저히 높았다.

표 1. 퇴비차 시용에 따른 수량(1년차)

구분	과중 (g)	경도 (kg)	수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)
퇴비차	159.8	1.34	6,390	5,816
퇴비차+½관행	210.3	1.26	8,666	7,554
관행	178.0	1.37	7,407	7,045

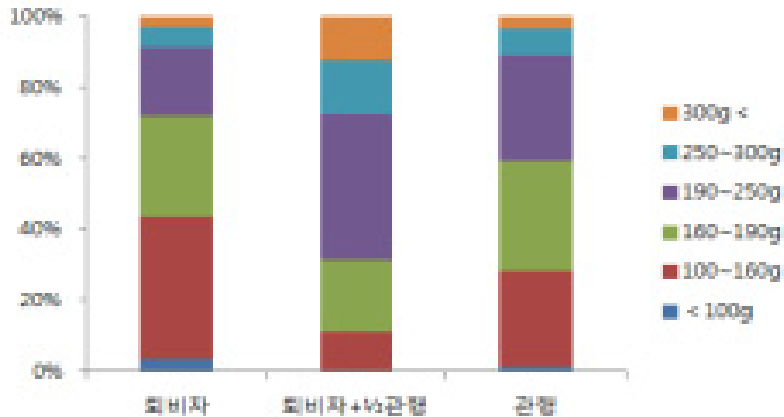


그림 1. 처리구별 과중분포

퇴비차를 2년간 적용한 시설하우스에서 토마토 재배하였을 때 처리구별 주당 과실수는 퇴비차 처리구와 관행 처리구는 20개로 차이가 없었으나 퇴비차+60%관행 처리구는 22개로 다소 많았고, 10a당 수량은 관행처리구와 비교하여 퇴비차 단독처리구는 10%정도 많았으며, 퇴비차+60%관행처리구는 대등하게 나타났다(표 2). 품질등급에 있어서는 190g이하 소과 비중이 25%인 관행구와 비교하여 퇴비차와 퇴비차+60%관행처리구의 소과 비중은 20~21%로 낮아 상품성이 높았다(그림 2).

표 2. 퇴비차 시용에 따른 수량(2년차)

구분	과중 (g)	경도 (kg)	수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)
퇴비차	246.2	1.57	10,047	8,954
퇴비차+60%관행	211.6	1.36	9,425	8,813
관행	224.7	1.52	9,109	8,414

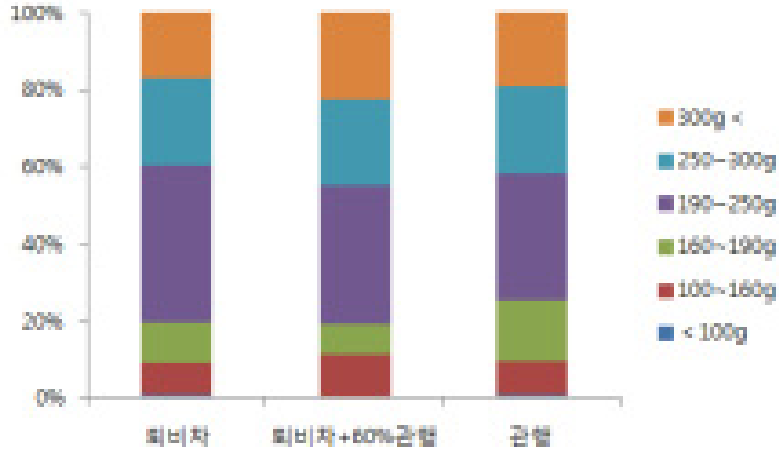


그림 2. 처리구별 과중분포(2년차).

퇴비차를 처리하여 토마토를 재배하였을 때 재배 전과 후의 토양화학성 변화를 보면 퇴비차 처리 시 토양 내 치환성 양이온 구성비의 균형을 이루어 가고 있었으며, 염류집적이 둔화되는 경향이 있었으며(표 3, 4, 5), 수량과 비교한 EC의 변화를 비교하였을 때 처리구간 양분 이용률에는 차이가 없었다(그림 3).

표 3. 퇴비차 시용 1년차 시설하우스

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	K (cmol ⁺ /kg)	Mg	P2O5	NO ₃ -N (mg/kg)
재배전	6.8	3.7	16.4	8.9	0.45	2.61	364	182.1
퇴비차	7.0	0.4	17.2	6.8	0.62	1.84	434	12.2
퇴비차+½관행	6.8	0.4	16.9	6.2	0.85	1.47	460	15.7
관행	6.2	0.9	16.8	6.6	1.03	1.38	611	52.8

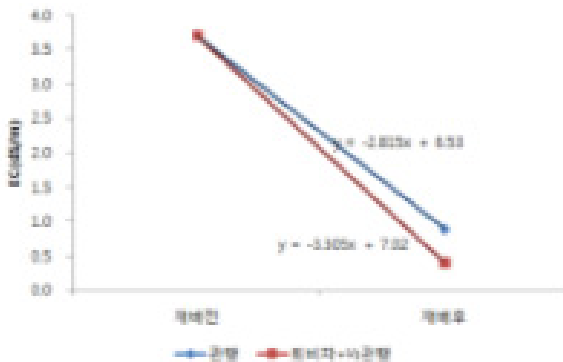


그림 3. 토양 전기전도도 변화와 양분이용효율

표 4. 퇴비차 시용 2년차 시설하우스

구분	pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P2O5	NO ₃ -N
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(cmol ⁺ /kg)		(mg/kg)	
재배전	6.6	6.5	24.3	12.77	0.73	3.69	452	418.8
퇴비차	7.2	0.6	31.6	9.32	0.51	2.58	497	17.5
퇴비차+60%관행	7.2	1.0	30.5	8.80	0.80	2.39	531	27.9
관행	7.1	1.1	44.1	9.78	0.71	2.59	578	55.3

표 5. 퇴비차 시용 4년차 시설하우스

구분		pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅	NO ₃ -N
		(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(cmol ⁺ /kg)		(mg/kg)	
퇴비차	전	6.6	7.6	13.6	9.82	1.49	3.09	619	403.7
	후	7.5	0.4	14.3	6.56	0.95	1.23	673	7.6
퇴비차+20%관행	전	7.1	5.1	13.7	8.86	1.05	2.81	487	252.6
	후	7.6	0.5	16.3	6.39	0.89	1.33	574	7.4
퇴비차+40%관행	전	7.0	6.7	13.2	9.62	1.03	3.13	498	329.6
	후	7.5	0.4	16.45	6.36	1.03	1.18	586	11.6
관행	전	6.2	7.6	12.5	7.91	1.75	2.99	737	382.4
	후	6.6	0.8	13.9	5.5	1.3	0.81	867	38.8

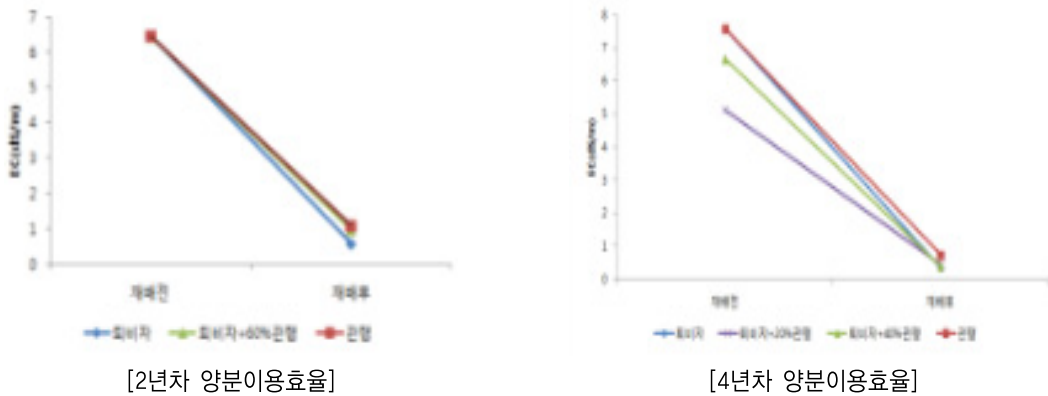


그림 5. 토양 전기전도도 변화와 양분이용효율(2년, 4년).

(시험 2) 시판퇴비 활용 퇴비차 평가

시판퇴비를 활용하여 퇴비차를 제조한 후 벧짚과 우분으로 제조한 퇴비를 원료로 한 퇴비차와 비교한 결과 표 6에서 보는 바와 같이 시판퇴비를 이용한 퇴비차의 pH가 높았으며, 칼슘과 인산의 함량이 2배가량 높았다.

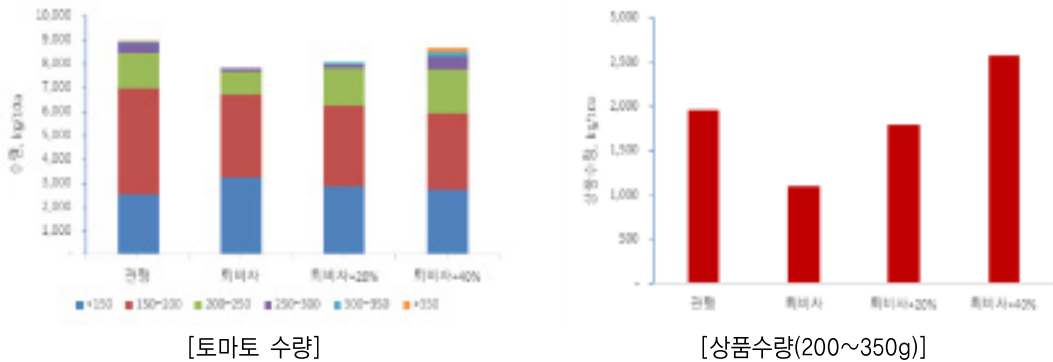
표 6. 시판퇴비 활용 퇴비차의 양분함량

종류	pH	EC	CaO	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	T-N
	(1:5)	(dS/m)		(%)		(mg/kg)	(%)
벼짚+우분	7.4	0.8	0.006	0.007	0.005	1.03	0.02
시판퇴비	8.2	1.0	0.01	0.006	0.01	2.78	0.02

시판퇴비를 활용하여 제조한 퇴비차를 이용하여 토마토를 재배한 결과, 50%혼용처리 시 표 7과 그림 6에서와 같이 총 수량과 상품과의 수량이 모두 유의하게 많았으며, 이는 선행연구인 우분과 벼짚으로 제조한 퇴비를 사용한 퇴비차의 효과와 유사하였다.

표 7. 시판퇴비 활용 퇴비차 이용재배 시 토마토 수량

구분	총수량	상품과	최상품과	150~200g,	비상품과
		(200~350g)	(250~300g)	350g~	(~150g)
kg/10a					
퇴비차+50%관행	13,889	6,130	1,762	4,896	2,863
관행	13,033	4,660	1,332	5,522	2,851



[토마토 수량]

[상품수량(200~350g)]

그림 6. 퇴비차 혼용비율에 따른 토마토 수량

시판퇴비 활용 퇴비차와 화학비료를 50:50으로 혼용하였을 때 토양은 유의적인 변화는 관찰되지 않았으나 시설재배 토양 내 염류집적 둔화하는 경향을 나타냈다(표 8).

표 8. 퇴비차 사용 전후 토양화학성

구분		pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
		(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(cmol ⁺ /kg)		(mg/kg)
퇴비차 50% 혼용	전	7.3	1.0	26	8.73	0.86	2.40	710
	후	6.8	1.2	26	9.14	0.36	2.11	532
관행	전	7.4	0.4	27	7.43	0.74	1.90	845
	후	6.6	2.9	27	9.94	0.51	2.76	438

(시험 3) 토마토 재배농가 실증

퇴비차의 농가적용을 위해 토마토 재배농가(그림 7)에서 퇴비차와 보통비료를 50:50으로 혼용하여 재배한 결과 관행으로 재배한 처리구보다 그림 8에서 보는 바와 같이 상품수량이 약 20% 증가하였다.



농가 I



농가 II

그림 7. 퇴비차 시용 실증농가 포장

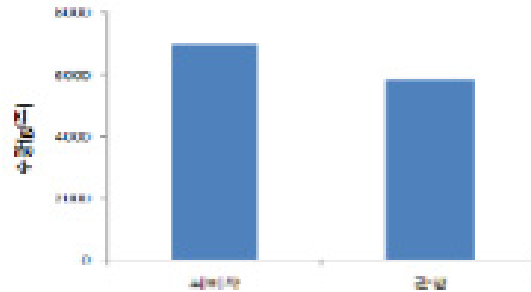


그림 8. 퇴비차 시용에 따른 상품수량

퇴비차 시용에 따른 농가 토양의 화학성 변화는 퇴비차사용 기간이 짧아 퇴비차 혼용처리구와 관행처리구 간의 토양화학성 변화의 차이는 없었으나(표9, 10) pH의 변화는 퇴비차 처리구에서 보다 안정적으로 유지되는 것으로 나타났고(그림 9), 특히 농가 II의 경우 신작지로서 토양이 불균일하여 지속적인 사용으로 토양관리를 통한 건전성 유지가 필요하다.

표 9. 퇴비차 처리에 따른 실증농가 토양변화(농가 I, 정식일: 2. 20.)

처리내용		pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	K (cmol ⁺ /kg)	Mg	P ₂ O ₅ (mg/kg)
정식전		6.8	4.47	30.1	13.25	3.24	3.86	1,575
정식후 105일	퇴비차	6.9	1.05	32.8	9.67	2.49	2.28	1,280
	관행	7.0	1.35	29.6	9.45	2.17	2.57	1,610
정식후 136일	퇴비차	6.9	2.29	35.7	10.87	2.43	3.41	1,648
	관행	7.0	2.16	26.3	12.32	2.44	3.97	1,511
정식후 203일	퇴비차	6.3	2.94	28.2	6.21	1.60	1.59	1,455
	관행	7.0	2.64	24.7	7.35	1.62	1.94	1,385

표 10. 퇴비차 처리에 따른 실증농가 토양변화(농가 II, 정식일 2. 28.)

처리내용		pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
		(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(cmol ⁺ /kg)		(mg/kg)
정식전		7.0	1.48	14.8	4.33	1.01	1.04	377
정식후 97일	퇴비차	5.3	1.83	19.0	4.11	0.51	0.98	410
	관행	5.8	2.71	25.4	4.70	0.99	1.18	662
정식후 128일	퇴비차	5.6	0.80	21.3	3.74	0.70	0.91	382
	관행	5.6	7.55	26.2	7.80	1.21	2.54	553
정식후 203일	퇴비차	6.3	2.52	17.1	1.41	0.98	0.50	578
	관행	6.0	3.02	21.3	2.01	1.12	0.59	741

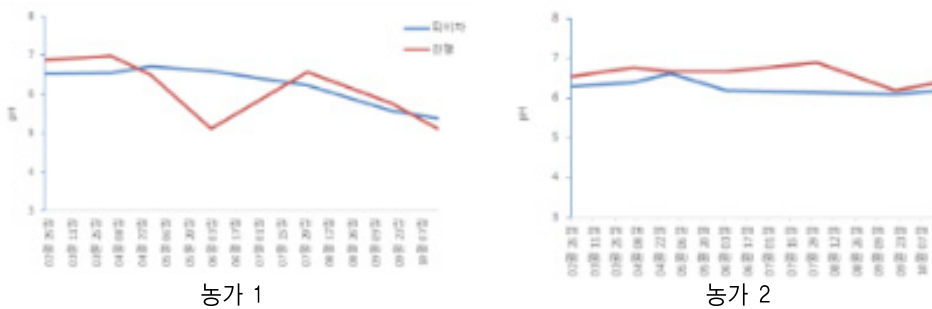


그림 6. 퇴비차 실증 토마토재배 농가 토양 산도변화

4. 적 요

〈제1세부과제: 과채류 퇴비차 적용기술 개발〉

(시험 1) 양분관리를 위한 퇴비차 사용기준 설정

- 가. 토마토 관주 재배 시 퇴비차를 보통비료와 혼합하여 재배한 결과 토마토 주당 과실수는 차이가 없었으나, 수량은 관행처리구와 비교하여 퇴비차 단독처리구는 15%정도 적었고, 퇴비차+½관행 처리구는 17%정도 많았음.
- 나. 관행재배구와 비교하여 경도는 유의적 차이가 없었으나 상품등급별 비율에 있어서도 마찬가지로의 경향을 보여 퇴비차+½관행처리구의 경우 190g이상의 과실이 70%로 관행 40%, 퇴비차 30%에 비해 현저히 높았음.
- 다. 재배 전과 후의 토양화학성 변화는 퇴비차 처리 시 토양 내 치환성 양이온 구성비의 균형을 이루어 가고 있었으며, 염류집적이 둔화되는 경향이었고, 수량과 비교한 EC의 변화는 처리구간 양분이용률에는 차이가 없었음.

(시험 2) 시판퇴비 활용 퇴비차 평가

- 가. 시판퇴비를 이용한 퇴비차의 pH가 벚짚과 우분으로 제조한 퇴비를 원료로 한 퇴비차보다 높았으며, 칼슘과 인산의 함량이 2배가량 높았음.

나. 시판퇴비를 활용하여 제조한 퇴비차를 이용하여 토마토를 재배한 결과, 50%혼용처리 시 총 수량과 상품과의 수량이 모두 유의하게 많아 선행연구인 우분과 벅짚으로 제조한 퇴비를 사용한 퇴비차의 효과와 유사하였음.

(시험 3) 토마토 재배농가 실증

가. 퇴비차와 보통비료를 50:50으로 혼용하여 재배한 결과 관행으로 재배한 처리구보다 상품수량이 약 20% 증가하였음.

나. 퇴비차사용 기간이 짧아 퇴비차 혼용처리구와 관행처리구 간의 토양화학적 변화의 차이는 없었으나 pH의 변화는 퇴비차 처리구에서 보다 안정적으로 유지되는 것으로 나타났음

5. 인용문헌

비료의 품질검사방법 및 시료채취기준, 2016. 농촌진흥청.

Fred Magdoff & Harold ans Es, 2009. Building Soils for Better Crops: Sustainable Soil Management, United Book Press.

Theodore Radovich & Norman Arancon, 2011. Tea Tim in the Tropics: A handbook for compost tea production and use. University of Hawaii.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2018(2년)	영농정보	퇴비차, 보통비료 혼용사용 방법
2019(3년)	영농정보	과채류 재배 시 퇴비차 활용방법

7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
					'17	'18	'19
과제책임자	환경농업연구과	농업연구사	허수정	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	허수정	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	인삼약초연구소	농업연구관	임수정	평가분석 지원	○	○	-
	옥수수연구소	농업연구사	최승출	품질조사 지원	○	-	-
	환경농업연구과	"	윤병성	품질조사 지원	○	○	○
	환경농업연구과	농업연구관	박영학	평가분석 지원	○	○	○
	옥수수연구소	"	홍대기	현장조사 지원	○	○	○
	작물연구과	농업연구사	서영호	평가분석 지원	-	○	○
	환경농업연구과	"	홍수영	품질조사 지원	-	○	○
	환경농업연구과	"	최병곤	품질조사 지원	-	-	○
환경농업연구과	"	장은하	평가분석 지원	-	-	○	