

전 략 체 계	지속 - 4 - 3		수행시기	완결	
기술분야코드	V3	기술유형코드	E02	작목구분코드	VC-05-1315
과 제 종 류	기관고유		과 제 번 호	LP004581	
과 제 명	지속가능한 농업환경 보전을 위한 현장실용화 연구				
과 제 책 임 자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	홍 수 영		농업연구사	강원도원 농업환경연구과	
연 구 기 간	2020 ~2025		참여연구기관		
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 바이오차 효과적 처리를 위한 특성평가			농업환경연구과	홍수영	'23~'25
2) 바이오차를 활용한 토양관리 기술 연구			농업환경연구과	김동민	'21~'25
3) 아스파라거스 다시심기를 위한 토양관리기술 개발			농업환경연구과	홍수영	'20~'23
키 워 드	바이오차, 아스파라거스, 연작재배				

ABSTRACT

Asparagus has a long economic life of 10 years after planting, without the need for annual seeding and planting, and succession failure can drastically reduce yields, making planting less effective. There are various causes of crop failure, such as accumulation of harmful substances in the soil, soil acidification, pathogen accumulation, and other soil physical properties unsuitable for growing crops, but replanting in the same package means another 10 years of crops, so it is necessary to improve the soil environment during replanting. In this study, we selected materials that can reduce the damage caused by asparagus root-derived desensitizing substances that accumulate in the soil during transplantation. The selection of mitigating substances was conducted by 'bioassay' using lettuce variety 'Great Lake 366' seeds, and soil collected from asparagus farmers in Yanggu-gun, Gangwon-do was used as a test material. Seventeen types of abatement materials were used, including activated carbon, biochar, charcoal powder, vermiculite, and perlite. After comparing the root growth of lettuce mixed with 5%(v/v). 3 days after sowing, three types of activated carbon, charcoal powder, and biochar with good growth compared to the top soil were selected as the first choice, and to compare the early growth of asparagus, the seedlings were formalized for 60 days after treatment with 1-10%., 1-10% of biochar and 1-10% of activated charcoal showed good initial growth, while 10% of activated charcoal showed poor or dead growth compared to 5% Although activated carbon and biochar showed good growth compared to no treatment, biochar was finally selected as the test material applicable to the field in consideration of the supply availability and unit cost of farmers. To test the effectiveness of biochar in reducing

crop damage, we compared the density of pathogen (*Fusarium*) in soil mixed with 1-3% of biochar, and collected soil from 0 to 20 cm deep in the topsoil, dried naturally in a negative place, and passed through a 2 mm sieve to use as a sample. The pathogen (*Fusarium*) cultures were grown on Komada agar and each soil mixture was inoculated with the cultured liquid to compare the density changes. Microbial colony counting showed that the culture concentration in the untreated soil was 2.03×10^5 cfu/ml, which decreased to 1.30×10^3 cfu/ml in the 3% treatment. It is judged that it is necessary to apply more accurate mechanisms of action and various factors that cause deterioration and establish a specific treatment manual for biochar from a long-term cultivation perspective.

1 연구목표

아스파라거스(*Asparagus officinalis* L.)는 매년 종자를 파종, 정식 할 필요가 없고 경제수명이 정식 후 10년으로 길고 재배관리가 용이하며 출하가격이 타 작물 대비 높아 재배농가에서도 고소득 작물로 각광받고 있다. 그러나 장기재배, 연작장해에 의해 수량이 급격히 하락하여 개식 시 초기생육이 불량한 문제점이 있어 장기적인 안정재배를 유지하기위한 적절한 유해물질 회피 기술의 개발이 필요하다. 또한 토양에 축적된 유해물질 및 토양의 산성화, 입고병, 뿌리썩음병 등 병원균의 집적, 그 밖에 심근성 작물에 부적합한 토양물리성 등 연작장해의 다양한 원인들이 있으나(오도키 사토루 등, 2008), 동일 포장에 개식하는 것은 다시 10년을 연작하게 되는 것이므로, 다시심기 시에 토양 환경을 개선할 필요성이 있다. 일본에서는 아스파라거스를 다시심기하는 과정에서 근권 토양에 축적된 유해물질의 활성을 회피하는 농업자재로 활성탄이 효과적임을 보고한 바 있으나(Motoki 등, 2006)국내의 연구사례는 미비한 실정이며, 탄소를 소재로 한 자재들의 농업현장 투입효과에 대하여 알려져 있는바, 본 연구에서도 다시심기 시에 토양에 축적된 아스파라거스 뿌리에서 유래하는 타감물질로 인해 발생하는 연작장해를 경감시킬 수 있는 탄소 자재를 선발하고 현장적용 가능성을 검토하여 아스파라거스 재배지의 건전성을 유지할 수 있는 방안으로 활용하고자 한다.

2 재료 및 방법

<세부과제 : 아스파라거스 다시심기를 위한 토양 관리기술 개발>

(시험 1) 유해물질 경감자재 선발

본 시험은 아스파라거스 연작장해를 경감시킬 수 있는 자재를 선발하기 위하여 수행하였다. 5년이상 아스파라거스를 연작한 농가의 토양을 수집하여 화학성을 분석하였으며 결과는 표1 과 같다. 연작토양에 양상추 종자(Great Lakes 366)를 파종하여 발아가 불량한 농가Ⅱ와 V의 토양을 선발하여 시험재료로 하였다(표 1). 시험토양에 활성탄, 제올라이트, 펄라이트 등 17종의 경감자재를 5%수준(v/v)으로 투입하여 발아율 시험을 수행하였으며 활성탄, 바이오차, 숯가루를

1차로 선발하였다.

표 1. 아스파라거스 농가 포장 토양화학성 분석

토양	pH	EC	SOM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅	토양채취일
	1:5	dS/m	g/kg	cmol(+)/kg			mg/kg	
I	6.39	0.84	31.06	4.95	0.59	1.77	536	3.25
II	4.47	3.53	45.54	3.94	1.89	1.84	1266	4.22
III	4.81	0.77	29.15	1.88	0.82	0.94	785	3.25
IV	5.28	2.73	54.91	6.19	1.25	1.93	1,436	3.25
V	4.47	3.53	45.54	3.94	1.89	1.84	1266	4.22
VI	5.94	1.02	47.20	7.53	0.97	1.89	1,458	3.25

(시험 2) 선발 경감자재 재배시험

선발한 경감자재 활성탄, 바이오차, 숯가루 포트재배 시험을 실시하였으며 시험에 사용한 토양의 화학성은 표 와 같다. 아스파라거스 농가 대부분 유기물을 토양이 보이지 않을 정도로 과투입하고 다비 재배방식을 채택하고 있어 본 시험에 사용한 연작농가의 혼합토양 분석 결과에서도 EC 및 유기물이 기준치 대비 매우 높게 분석되었다.

표 2. 아스파라거스 포트재배용 토양 화학성

구분	pH	EC	SOM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(cmol ⁽⁺⁾ /kg)			(mg/kg)
연작농가 토양	5.0	6.5	68	7.8	3.48	3.34	1,959

1~10%(v/v)로 혼합한 토양에 아스파라거스 60일묘를 정식하였으며 초기 지상부 길이, 생체중, 근중을 측정하였다. 시장성 및 원료수급량, 현장활용 가능성 등을 고려하여 최종적으로 바이오차를 선발하였다.

바이오차의 현장적용 시험을 위하여 2022년 5월 관내 비닐하우스에서 재배시험을 수행하였고 발준비기 0~2%(v/v)수준으로 처리, 혼합하였다. 품종은 풀림이었으며 2년차인 2023년부터 월별 생육을 비교하였다.

(시험 3) 바이오차 아스파라거스 연작장해 경감효과

아스파라거스 연작재배지에 축적되어 있는 유해물질 경감효과를 시험하기 위하여 연작재배지 토양에 바이오차를 1~3%(v/v)수준으로 혼합하고 입고병과 포기부패병의 원인이 되는 *Fusarium* sp. 균주의 밀도를 측정하였으며 27℃ 조건에서 10일간 배양 후 집락수를 비교하였다.

연작재배지에 축적되어 있는 총폴리페놀 함량을 분석하였고 연작재배지에 포함되어 있는 아스파라거스 뿌리도 함께 채취, 분쇄하여 시료로 사용하였으며 연작토양과 뿌리분말을 바이오차 0~100%(v/v) 수준으로 혼합한 뒤 물로 용출한 용액을 750nm에서 흡광도를 측정하였다.

3 결과 및 고찰

<세부과제 : 아스파라거스 다시심기를 위한 토양 관리기술 개발>

(시험 1) 유해물질 경감자재 선발

농가 연작토양의 타감작용을 평가하기 위하여 양상추 종자의 파종 3일 후 의 하배축장, 유근장의 생육을 조사하였으며(표 3). 토양 II와 V에서 하배축장, 유근장의 생장이 가장 저해되어, 연작장해 경감자재 선발을 위한 시험토양으로 사용하였다

표 3. 시험토양 선발을 위한 아스파라거스 농가 연작토양의 생육저해 평가

토양	토심(cm)	양상추 파종(3일) 후		
		하배축장(mm)	유근장(mm)	미발아립수(/9립)
I	10	8.17	7.53	2
	20	5.30	5.20	1
	30	7.85	9.29	1
II	10	1.22	1.58	4
	20	2.29	1.43	3
	30	3.23	1.05	5
III	10	4.51	5.72	0
	20	1.97	1.15	0
	30	6.33	8.16	0
IV	10	4.43	6.76	1
	20	7.36	7.28	1
	30	0.90	0.80	2
V	10	4.57	4.50	1
	20	4.03	2.24	0
	30	1.79	0.91	0
VI	10	8.85	9.29	0
	20	11.15	9.73	1
	30	9.08	10.07	1
대조	한천	9.80	12.49	0

건전토양(마사토) 대비 아스파라거스 연작토양의 II, V의 양상추 유근 생장률은 각각 7, 15% 이었으며, 경감자재로서 광물질 보다는 활성탄, 바이오차, 숯가루 등 유기성 경감자재가 연작 토

양의 타감물질을 흡착하여 불활성화 시키는 효과가 높은 것으로 나타났다. 목탄분말, 바이오차 I, 숯가루를 연작장해토양에 5% 혼화하면 건전토양(마사토) 대비 유근 생장률이 목탄 활성탄 분말 91%~149%, 바이오차 I 53~71, 숯가루는 84~92%로 조사되었다.

표 4. 아스파라거스 연작장해 토양 경감자재 투입(5%)에 따른 양상추 뿌리의 생장 비교

경감자재	토양 II			토양 V			
	하배축장 ^x	유근장 ^y	미발아립수	하배축장 ^x	유근장 ^y	미발아립수	
	(%)	(/9립)	(/9립)	(%)	(/9립)	(/9립)	
마사토(건전토양)	100	100	0	100	100	0	
한 천	86	167	0	86	167	0	
농가토양	2	7	1	16	15	1	
분말	목탄	70	91	1	80	149	0
	석탄	61	81	0	79	154	2
활성탄 (mesh)	30×60	77	102	1	31	40	6
	20×40	93	92	0	70	117	3
	12×30	120	96	0	63	74	1
	입상 8×30	53	33	1	9	10	5
	8×12	46	34	1	45	48	3
	4×8	32	17	2	62	39	3
	4×6	42	17	2	63	59	1
	2×6	34	42	0	41	46	0
바이오차 I (입상)	80	53	1	92	71	0	
바이오차 II (괴상)	8	7	3	37	26	3	
숯 가 루	84	92	1	41	84	2	
광물 질	질석	11	11	1	64	40	0
	펄라이트	13	15	0	50	34	0
	경량골재	2	6	2	9	8	6
	제올라이트	8	12	0	26	17	1
지렁이분변토	26	16	1	33	21	2	

활성탄 분말, 바이오차, 숯가루 3종은 경감자재의 투입비율이 증가됨에 따라 양상추 종자의 생장도 증가하는 것으로 조사되었으며, 분말 활성탄과 입상 활성탄(30×60, 20×40)은 투입비율이 낮은 투입비율(0.25~2%)에서도 양상추 종자의 생장이 양호하였다. 3%~10% 투입 시에는 분말보다는 입상이 효과적 이었으며, 이는 활성탄 분말이 토양의 물리성을 악화시킴에 따른 결과로 추정된다. 바이오차 I 과 숯가루는 0.25~2% 투입 시에는 활성탄 분말, 입상에서 관찰할 수 있는 양상추 종자 유근의 생육을 보이지는 않았으나, 3%~10% 투입 시에는 활성탄과 같거나 오히려 나은 결과를 보였다. 농가 토양V에서도 토양II와 같이, 활성탄은 낮은 투입비율에서도, 바이오차, 숯가루는 높은 투입 비율에서부터 유근의 생장에 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났으며 17종의 경감자재 중 양상추 종자 발아 시험을 통하여 활성탄 분말, 바이오차, 숯가루 3종을 선발하였다.

표 5. 활성탄, 바이오차, 숯가루 3종의 양상추 뿌리 생장 비교

경감자재	토양 II			토양 V				
	하배축장 ^x	유근장 ^y	미발아립수	하배축장 ^x	유근장 ^y	미발아립수		
	(%)	(/9립)	(/9립)	(%)	(/9립)	(/9립)		
마사토(건전토양)	100	100	0	100	100	0		
활성탄	분말	목탄	70	91	1	80	149	0
	입상	30×60	77	102	1	31	40	6
		20×40	93	92	0	70	117	3
바이오차 I (입상)	80	53	1	92	71	0		
숯 가 루	84	92	1	41	84	2		

※ x, y : 양상추 종자 파종 3일 후의 건전토양(마사토) 대비 경감자재 혼화 토양에서의 생장률(%)

(시험 2) 선발 경감자재 재배시험

선발한 경감자재 활성탄, 바이오차, 숯가루 포트재배 시험에 시험결과 무처리 대비 바이오차 3, 5, 10%, 활성탄 1, 3, 5% 처리의 초기 생육이 양호한 것으로 나타났으며(표 6) 활성탄 10%의 생육은 5%에 비하여 생육이 저하되는 것으로 나타났다. 기내시험 및 포트시험 전반에서 활성탄의 연작장애 경감 및 생육촉진 효과가 양호한 것으로 보이나 바이오차 및 숯가루 대비 높은 단가로 경제성 면에서 비효율적이라 판단되었고 바이오차가 탄소 감축수단으로 공식 인정되어 기후변화 해결책으로 주목받고 있다는 점을 고려하여 경감자재로 최종선발 하였다.

표 6. 처리 후 토양 화학성

구 분	pH	EC	SOM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(cmol ⁽⁺⁾ /kg)		(mg/kg)
처리 전	5.0	6.5	68	7.8	3.48	3.34	1,759
무처리	5.3	8.3	55	9.8	2.22	2.55	1,772
활성탄 1%	5.3	7.8	67	10.6	2.16	2.89	1,833
활성탄 3%	5.4	8.9	70	10.6	2.37	2.90	1,813
활성탄 5%	5.5	8.9	75	10.8	2.43	3.12	1,876
활성탄 10%	5.4	8.9	83	12.8	2.42	3.12	1,892
숯가루 1%	4.5	7.1	55	8.7	2.22	2.32	1,713
숯가루 3%	5.1	7.5	59	9.3	2.34	2.84	1,756
숯가루 5%	5.1	8.2	61	10.3	2.30	2.94	1,758
숯가루 10%	5.2	9.2	68	11.8	2.41	3.43	1,766
바이오차 1%	5.4	8.7	55	10.0	2.35	2.82	1,328
바이오차 3%	5.5	10.7	58	14.5	2.68	4.74	1,721
바이오차 5%	5.5	13.2	59	14.1	2.68	4.89	1,735
바이오차 10%	6.3	12.6	75	16.3	2.81	6.23	1,797
적정범위	6.0~7.0	2이하	25~35	0.5~0.8	5.0~6.0	1.5~2.5	300~550

표 7. 처리구 별 아스파라거스 초기 생육비교

구 분	초장(cm)	생체중(g)	근중(g)
무처리	72.2	21.9	85.3
대조구(MgCO ₃)	54.7	7.6	37.4
활성탄(%)	1	83.1	27.0
	3	77.2	20.8
	5	86.1	34.1
	10	86.2	22.5
숯가루(%)	1	49.5	9.5
	3	61.8	12.2
	5	70.5	19.1
	10	75.5	20.4
바이오차(%)	1	85.0	19.1
	3	81.7	22.6
	5	73.0	26.5
	10	81.7	22.8

바이오차 현장적용 시험 결과는 표 8과 같다. 토양화학성은 2% 처리수준에서 EC가 58%로 상승하였으며, 유기물, 양이온 에서도 증가하는 경향을 보였다. 수량은 유의적인 차이를 보이지 않았으나 초기 생산량이 모든 처리구에서 증가하는 경향을 보였으며, 수량성은 매년 지속적으로 아스파라거스의 최성기인 5년 전 후로 수량성은 증가할 것으로 예상되어 지속적으로 비교해 볼 필요가 있다

표 8. 아스파라거스 재배지 토양화학성

시용량 (kg/10a)	pH (1:5)	EC (dS/m)	유기물 (g/kg)	Ca cmd(+)/kg	K cmd(+)/kg	Mg cmd(+)/kg	유효 인산 mg/kg
0	7.46	2.4	39	14.1	3.00	4.75	1,079
100	7.43	2.5	42	14.5	3.73	4.81	1,209
200	7.53	3.7	41	16.7	4.17	5.23	1,245
400	7.70	3.8	46	17.1	4.70	6.65	1,419

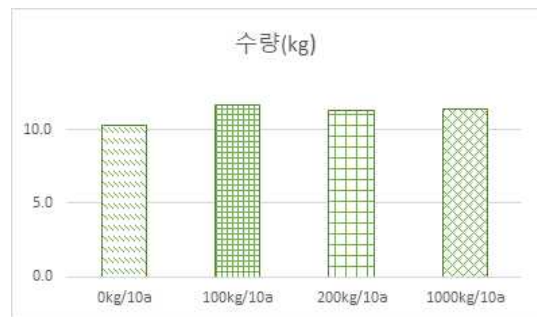


그림 1. 아스파라거스 수량 비교

(시험 3) 바이오차 아스파라거스 연작장해 경감효과

연작재배지 토양의 배양 결과는 표 9와 같다. 바이오차 처리 1년차 토양을 배양하여 *Fusarium*속 밀도를 비교한 결과 관행대비 3%(v/v)처리구에서 밀도가 가장 감소하였으며 2년차 4월과 8월 채취한 토양에서도 3% 처리구에서 가장 낮은 밀도로 배양된 것을 확인할 수 있었다. 재배지의 토양을 배양하는 과정에서 순수 병원균만 분리하여 배양하는 것은 불가능 하였으나 연작장해에서 발생하는 병충해의 주요 균주가 *Fusarium*이라고 알려져 있어 선택배지 내에 배양농도 만으로도 간접적인 병원균 밀도를 추측 해 볼 수 있다고 판단된다.

표 9. 바이오차 처리농도 별 *Fusarium* 밀도 비교

바이오차 처리량	<i>Fusarium</i> 배양농도	2021. 05. 11.
관행	2.50×10^4 cfu/ml	
1%	1.70×10^4 cfu/ml	
2%	1.17×10^4 cfu/ml	
3%	5.00×10^3 cfu/ml	
바이오차 처리량	<i>Fusarium</i> 배양농도	2022. 04 27.
관행	2.23×10^4 cfu/ml	
1%	1.30×10^4 cfu/ml	
2%	7.30×10^4 cfu/ml	
3%	6.70×10^3 cfu/ml	
바이오차 처리량	<i>Fusarium</i> 배양농도	2022. 08. 08.
관행	2.03×10^5 cfu/ml	
1%	2.90×10^4 cfu/ml	
2%	9.17×10^4 cfu/ml	
3%	1.30×10^3 cfu/ml	

아스파라거스 연작장해 유발 물질인 페놀화합물을 분석한 결과 바이오차의 혼합비율이 증가할수록 수용성 페놀화합물의 용출량이 감소하였다(그림 2). 바이오차의 총페놀 저감효과를 시각화하기 위하여 현장 시용량 대비 매우 높은 혼합비율로 처리구를 조성하였으나 10% 혼합비율에서도 무처리 대비

총페놀 용출량은 감소하는 것으로 나타났다. 일반적으로 탄소가 주 성분인 다공성 자재의 주요 작용이 흡착으로 알려져 있어 본 시험에서 페놀 용출 감소 요인도 흡착인 것으로 추론되나 정확한 구명을 위하여 흡착여부 및 양에 대한 분석이 추가로 진행되어야 할 것이며 흡착 후 시간경과에 따른 배출작용에 대하여 장기적인 관점에서 접근할 필요성이 있다고 판단된다.

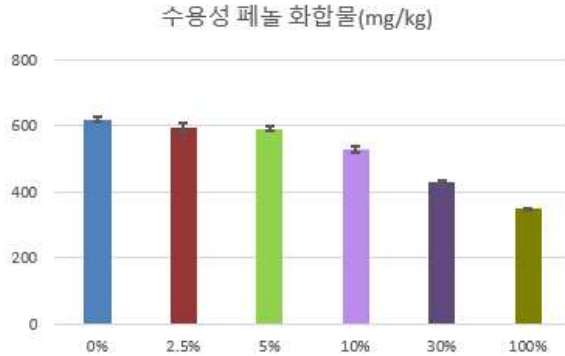


그림 2. 바이오차 혼합비율 별 총페놀 용출량

4 적 요

<세부과제 : 아스파라거스 다시심기를 위한 토양 관리기술 개발>

(시험 1) 유해물질 경감자재 선발

- 가. 아스파라거스 농가의 토양을 채취하여 타감작용 평가를 실시한 결과 양상추의 하배축장, 유근장 생육이 가장 저해된 토양 II, V을 시험토양으로 선발하였음.
- 나. 경감자재로서 활성탄, 바이오차, 숯가루 등 유기성 경감자재가 불활성화 효과가 높은 것으로 나타났으며, 목탄분말, 바이오차 I, 숯가루의 건전토양 대비 유근 생장률 91%~149%, 53~71%, 84~92%로 조사되었음.
- 다. 토양 II와 V를 이용하여 활성탄, 바이오차, 숯가루의 투입비율에 따른 양상추 종자의 생장을 관찰한 결과 활성탄은 낮은 투입비율에서도, 바이오차 I, 숯가루는 높은 투입 비율에서부터 유근의 생장에 좋은 영향을 미치는 것으로 조사되었음.

(시험 2) 선발 경감자재 재배시험

- 가. 시험 1에서 선발한 자재 3종의 포트재배시험에서 무처리 대비 바이오차 3, 5, 10% 와 활성탄 1, 3, 5%처리구의 초기 생육이 좋았으며, 활성탄 10%에서는 5% 대비 생육이 저하되고 고사하는 경향이었음.
- 나. 연작장애 경감자재 별 투입량에 따른 폴리페놀 함량을 측정된 결과 활성탄은 농도가 증가할수록 폴리페놀 함량이 감소하였으나, 숯가루는 무처리 보다 오히려 증가하는 경향임. 바이오차는 3%와 10%가 무처리 대비 낮은 함량을 보임.

(시험 3) 바이오차 아스파라거스 연작장해 경감효과

- 가. 아스파라거스 연작지 토양에 1~3% 수준 바이오차 처리 시 *Fusarium* 밀도가 감소한 것으로 나타남. 채취 시기가 경과 하여도 밀도는 관행대비 감소하는 것으로 나타났음.
- 나. 아스파라거스 뿌리분말이 혼합된 연작토양에 바이오차를 비율별로 혼합하여 물을 용출시켜 분석한 결과 바이오차 처리농도가 증가할수록 페놀 용출량이 감소하는 경향을 보였다.

5 인용문헌

- 오도키 사토루, 이노우에 카츠히로, 마에다 토모오. 2008. 아스파라거스의 고품질 다수확 기술. 농문협.
- 박도균, 이종문, 최은정, 권호숙, 이형석, 박혜란, 오택근, 이선일. 2022. 토양 종류별 보릿짚 및 가축분 바이오차 투입이 토양 탄소 무기화에 미치는 영향. 유기성자원학회. 30(4). pp.67-83.
- Park, D.G., S.G. Hong, E. S. Jang, and J. D. Shin. 2019. Assessment of an Optimum Biochar Application Rate for Tomato(*Solanum lycopersicum* L.) Cultivation. *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 27(1), pp.39-48.
- Jang, J. E., G. J. Lim, J. S. Park, J. M. Shim, C. S. Kang, and Hong. S. S. 2018. Application Effects of Biochar Derived from Pruned Stems of Pear Tree on Growth of Crops and Soil Physico-chemical Properties. *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 26(4), pp.11-19.
- Kim, H. S., S. E. Jang, and Shin. J. D. 2019. Investigation of an Optimum Application Rate of Blended Biochar Pellet as Slow Release Fertilizer during Cabbage Cultivation. *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 27(1), pp.49-56.
- Lee, C. G., Lee, S. L., Joo, S. Y., Cho, L. H., Park, S. Y., Lee, S. H., Oh, K. C., and Kim, D., 2017. A Study on Agricultural by-products for Biomass-to-energy Conversion and Korean Collecting Model, *New & Renewable Energy*, 13(1), pp.27-35.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2020(1년)	학술발표	아스파라거스 다시심기를 위한 연작장해 경감자재 선발
2021(2년)	학술발표	아스파라거스 연작토양 개량자재 선발
2022(3년)	학술발표	아스파라거스 연작장해 경감효과
2023(4년)	학술발표	바이오차의 아스파라거스 연작장해 경감효과

성과지표		연도	1년차 (2020)		2년차 (2021)		3년차 (2022)		4년차 (2023)		계	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
학술 발표	국제											
	국내	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	
품종	출원											
	등록											
영농 활용	기술											
	정보											
계		1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
					'20	'21	'22	'23
과제책임자	농업환경연구과	농업연구사	홍수영	과제 총괄	○	○	○	○
세부책임자	농업환경연구과	농업연구사	홍수영	세부주관 수행	○	○	○	○
공동연구자	농업환경연구과	농업연구관	서영호	시험수행 및 평가		○	○	○
	농업환경연구과	농업연구사	김경대	품질조사 지원				○
	농업환경연구과	농업연구사	김동민	품질조사 지원		○	○	○
	농업환경연구과	농업연구관	김보민	평가분석 지원				○
	농업환경연구과	공업서기보	박기진	현장조사 지원			○	○
	농업환경연구과	농업연구관	남현수	평가분석 지원	○		○	○