

The Effect of Food Waste Compost and Livestock Manure on Chinese Cabbage (*Brassica rapa var. glabra*) Growth

Young Don Lee, Jae Hong Yoo¹, and Jin Ho Joo*

Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

¹Agricultural Microbiology Division, Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Korea

*Corresponding author: Jhjoo@kangwon.ac.kr

ABSTRACT

Received: October 25, 2017

Revised: November 14, 2017

Accepted: November 15, 2017

Treatment of food waste is becoming a big issue due to their significant quantities. Composting could be an effective alternative for food waste management which could be used as soil conditioner or fertilizer with little concerns about heavy metals and pathogens. The purpose of this research was to evaluate the effect of food waste on Chinese cabbage growth and soil properties. 9 different treatments (two livestock manures, two food wastes, two livestock manures + chemical fertilizer, two food wastes + chemical fertilizer, and control) were applied to Chinese cabbage. All treatments were carried out in 3 replicates. We measured leaf length, leaf width, fresh weight, dry weight, and leaf greenness of Chinese cabbage. Treatment of one of food waste composts significantly increased leaf length and leaf width of Chinese cabbage by 28.6, 26.6, 67.7, and 59.9%, respectively, in comparison to those of control, while no significant differences for leaf greenness were shown. Application of food waste compost resulted in significant increase of EC, available P₂O₅, CEC, organic matter, and exchangeable cations. However, further researches are needed to reduce NaCl content of food waste.

Keywords: Food waste compost, Compost, Chinese cabbage, Livestock manure

Chinese cabbage growth with different treatments of compost.

Treatments	Leaf length ----- cm -----	Leaf width ----- cm -----	Fresh weight ----- g -----	Dry weight ----- g -----	Chlorophyll O.D. (SPAD)
Control	15.00 ± 0.10 ^{e†}	7.87 ± 0.32 ^e	19.61 ± 2.77 ^d	2.74 ± 0.51 ^{de}	28.50 ± 0.46 ^d
LC1 [†]	18.20 ± 1.59 ^d	9.23 ± 0.40 ^{de}	35.96 ± 1.10 ^c	4.58 ± 0.45 ^c	29.93 ± 2.00 ^{cd}
LC2	19.43 ± 0.58 ^d	9.53 ± 0.84 ^d	28.27 ± 3.55 ^{cd}	3.09 ± 0.61 ^{cd}	28.75 ± 0.86 ^d
FLC	19.70 ± 1.35 ^d	9.97 ± 0.67 ^d	34.48 ± 6.27 ^c	4.46 ± 0.65 ^c	29.43 ± 1.97 ^d
FWC	19.29 ± 0.86 ^d	9.96 ± 0.46 ^d	32.88 ± 4.92 ^c	4.38 ± 0.54 ^c	29.27 ± 1.84 ^d
LC1-NPK	27.23 ± 1.31 ^a	15.03 ± 0.57 ^a	106.95 ± 4.25 ^a	11.51 ± 0.77 ^a	44.40 ± 1.65 ^a
LC2-NPK	22.83 ± 2.54 ^c	12.17 ± 1.79 ^c	62.01 ± 15.26 ^b	6.92 ± 1.82 ^b	33.50 ± 3.55 ^c
FLC-NPK	25.70 ± 0.95 ^{ab}	14.60 ± 0.95 ^{ab}	98.03 ± 1.53 ^a	10.93 ± 0.35 ^a	42.97 ± 2.37 ^{ab}
FWC-NPK	24.00 ± 1.37 ^{bc}	13.19 ± 0.92 ^{bc}	94.65 ± 3.50 ^a	10.67 ± 0.38 ^a	39.61 ± 0.76 ^b

[†]The different letters are significantly ($P < 0.05$) different according to Duncan's multiple test.

[†]LC1, Livestock compost; LC2, Livestock compost; FLC, Food waste and Livestock compost; FWC, Food waste compost.



Introduction

2015년도 기준 국내 폐기물 발생량은 1일 404,812톤이며, 그 중 생활폐기물은 2015년 1일 약 23,170톤이 발생하는 것으로 밝혀졌다. 생활폐기물 중 음식물쓰레기 발생량은 2015년 기준 1,120톤/일로 확인되었다(ME, 2016). 음식물쓰레기의 경제적 가치의 경우 무려 15조 원에 이르며, 이를 처리하는 비용은 연간 7,000 억 원의 높은 비용이 소요된다. 다른 폐기물들과 달리 음식물쓰레기의 경우 수분이 80% 이상을 차지하여 소각 시 발열량을 저하시키고 매립 시는 침출수를 유발하여 2차 오염을 야기시키고 또한 유기물 분해로 인한 악취발생을 유발한다(Phae, 2002). 2005년 매립지 2차 오염 방지 차원에서 직매립 금지안이 설정되어 자원화를 하지 않으면 안되는 실정이다(Lee and Yim, 2003). 자원화라는 개념하에 1996년도부터 지방 자치단체별로 음식물 자원화 사업이 실시되었으며, 국가에서 부분적으로 수거 가능한 양을 가지고 자원화 시설을 설치 및 처리하게 되었고(Ryu et al., 2004), 현재 자원화 시설 현황은 2015년 기준 공공처리시설 전국 99개소, 민간 기업 208개소가 설치되어 있으며, 총 307개의 처리소가 설치 및 운영되고 있다. 폐기물 자원화 시설이란 버려지는 음식물쓰레기나 폐기물을 상대로 사료화(습식·건식), 퇴비화, 하수병합, 혐기소화 등으로 하는 방식을 말한다(Yu et al., 2007). 그 중 퇴비화의 경우 유기물이 미생물에 의해 분해되어 안정화되는 과정을 말하며 최종산물은 오염을 야기시키지 않으며 토양에 안전하게 사용되어야 한다(Lee et al., 2015). 국내 토양의 경우 유기물이 절대적으로 부족한 실정이며, 다량으로 배출되는 음식물쓰레기를 이용하여 퇴비화 공정을 통해 토양에 환원하는 것이 환경문제와 농업문제를 효과적으로 해결하는 방법으로 판단된다. 또한 음식물쓰레기는 대부분 유기성부산물들이 가지고 있는 문제점이나 중금속 검출에 대한 우려가 없기 때문에 자원화 물질로 시도되고 있다(Jang et al., 1995). 그러나 음식물쓰레기 퇴비 사용은 염분(NaCl) 함량이 문제가 되고 있으며, 또한 토양 중 Na의 함량이 토양의 삼투 포텐셜을 높여 작물의 수분흡수를 저해하고 작물 생산성을 감소시키는 사례가 있다. 뿐만 아니라 토양입단을 교란시켜 근권 생육저해, 배수불량, 환원 장애 등을 야기시킨다(Lee et al., 2016). 농가들의 경우 음식물쓰레기라는 원재료에 과민하게 반응하여 음식물쓰레기가 원료로 사용되어 제조된 제품들을 기피하고 있다는 것이 조사되었다(Jang et al., 2007). 하지만 이것은 음식물퇴비의 문제만이 아니며, 부산물비료(가축분퇴비) 또한 산업폐기물 혼입과 부숙과정이 충분하지 못할 경우 오히려 작물의 생육을 저해하며 가축분뇨에 함유된 중금속 및 항생제가 토양에 잔류하는 부정적 측면을 나타낸다는 선행연구가 있다(Hyun and Kang, 2008). 따라서 본 연구의 목적은 음식물 퇴비와 가축분퇴비 사용 시 작물의 생육상태 및 토양의 이화학특성 변화를 비교·조사하여 퇴비로서의 가능성 여부를 판단하고자 하였다.

Materials and Methods

공시토양 및 작물 본 연구에 사용된 공시토양은 강원도 춘천시 신북읍에 위치한 강원대학교 부속농장 밭 토양이며, 3일간 풍건 후 체거름을 진행하였다. 수확 후 토양의 물리·화학적 변화를 측정하기 위하여 공시토양을 분석하였다. 공시토양의 경우 pH는 6.58로 일반 밭 토양에 비해 조금 높은 수치를 나타냈으며, EC와 유기물은 각각 0.2 dS m^{-1} , 18.3 g kg^{-1} 으로 일반 밭토양에 준하는 수치를 보였다. 토성의 경우 sand: 82.5%, silt: 12.3%, clay: 5.2%로 loamy sand 토양으로 확인되었다(Table 1). 공시작물은 강원도 지역 고랭지 농사에서 주로 재배되는 배추(*Brassica rapa var. glabra*)를 선정하였으며, 본엽이 3~4매인 모종을 각 처리구에 맞게 정식하여 사용하였다.

Table 1. Physico-chemical properties of the soil used.

pH (1:5 H ₂ O)	EC dS m ⁻¹	O.M g kg ⁻¹	Av.P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	Exch. cation (cmol.kg ⁻¹)				Soil texture			
				Ca	K	Mg	Na	Sand	Silt	Clay	
								----- % -----			
								82.5	12.3	5.2	
6.58	0.2	18.3	284.12	2.85	0.26	0.67	0.14	Loamy sand			

공시시료 (퇴비) 및 이화학 분석 가축분퇴비 2종 (가축분 주성분이 계분 60%인 LC1, 가축분 주성분이 계분 15, 우분 20, 돈분 10%인 LC2), 음식물이 30% 함유된 가축분퇴비 (FLC), 음식물퇴비 (FWC)를 사용하였으며, 음식물퇴비의 경우 강원도 춘천시 자원화 시설로부터 제공받아 본 연구에 사용하였다. 공시시료 4종의 퇴비를 농촌진흥청 비료품질검사방법 및 시료채취기준 (RDA, 2016)에 준하여 염분, 수분함량, 부숙도, 염산불용해물, 유해중금속 8종 (As, Cd, Hg, Pb, Cr, Cu, Ni, Zn)을 측정하였으며, 질소, 인산, 칼리 전량도 측정하였다.

포트시험 1/2000 a 사이즈의 와그너포트를 사용했으며, 각 처리구는 퇴비의 배추 검정시비량 기준으로 LC1, LC2, FLC, FWC 순으로 20,000 kg ha⁻¹로 처리해 공시토양과 퇴비를 적절히 혼합하였으며, NPK 처리구의 경우 배추 밑거름 검정시비량에 맞춰 각 처리구는 N-P₂O₅-K₂O 성분량으로 200-120-200 kg ha⁻¹을 처리하였다.

작물생육 조사 배추의 생육조사는 농촌진흥청의 농사시험연구 (RDA, 2012)에 준하여 정식 후 30일의 엽장 및 엽폭의 길이를 측정하였고, 최종 수확 후의 생중량 및 건중량을 측정하였다. 엽색도는 엽색도측정기 (SPAD-502, Korea)로 측정하여 작물생육을 조사하였다.

처리구별 토양 이화학 분석 정식 전 토양과 최종 수확후의 토양의 화학적특성 변화를 확인하였으며, 이화학성 분석은 농업기술원 토양 및 퇴비 분석법 (Agricultural Technology Institute, 2015)에 준하여 pH와 EC는 1:5법을 사용하여 토양용액을 추출하여 측정하였다. 유기물은 Walkley-Black method를 사용하여 610 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 유효인산은 몰리브덴 청법을 사용하여 660 nm에서 비색 측정하였다. 또한 치환성양이온의 경우 AAS (PinAAcle 900T, USA) 및 ICP (ICP series-6000, USA)를 이용하여 분석하였다.

통계검정 모든 처리구는 3반복으로 진행하였으며, 반복간의 평균값과 표준편차를 구하여 SAS 9.4 프로그램을 사용하여 분산분석 (ANOVA)을 실시하였으며, Duncan검정을 통해 유의수준 $P < 0.05$ 수준에서 통계적 검정을 수행하였다.

Results and Discussion

작물생육 공시 작물인 배추의 생육조사는 최종 수확 후의 엽장 및 엽폭을 측정하였으며, Table 3과 같은 결과를 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 무처리구 대비 FWC의 경우 무처리구 대비 엽장 평균 28.6%, 엽폭은 26.6% 증가하는 경향을 확인하였으며, FLC는 무처리구 대비 평균 엽장 31.3%, 엽폭 26.6%가 증가하였다. 가축분퇴비의 경우

무처리구 대비 평균 엽장 25.3%, 엽폭 19.2% 증가를 보였다. 화학비료 (N, P, K)를 처리 시 LC1-NPK > FLC-NPK > FWC-NPK > LC2-NPK > Control 순으로 LC1-NPK 처리구가 가장 높은 생육상태를 나타냈다. 특히 LC1-NPK 처리구 엽장의 경우 무처리구 대비 약 81.5% 증가하였다. 작물생육에 필수적인 엽색도는 엽색도측정기 (SPAD-502, Korea)를 통해 확인하였으며, 무처리구의 경우 엽색도는 28.50 O.D.의 가장 낮은 수치를 보였고, LC1-NPK의 경우 44.40 O.D.로 가장 높은 값을 나타냈다. 최종 수확 후 생중량 및 건중량을 조사하였으며, 생중량의 경우 LC1-NPK > FLC-NPK > FWC-NPK > LC2-NPK 순의 결과를 보였고, 건중량 또한 같은 경향의 값을 나타냈다 (Table 2). 이러한 결과는 처리된 퇴비 및 화학비료로 인해 식물의 필수영양원인 N, P, K가 공급되어 엽장, 엽폭, 엽색도가 증가하였고, 퇴비가 함유하고 있는 유기물이 토양의 비옥도를 증대시켜 작물의 생중량 및 건중량을 증가시킨 것으로 사료된다 (Kim and Kim, 2007).

Table 2. Chinese cabbage growth with different treatments of compost.

Treatments	Leaf length ----- cm -----	Leaf width ----- cm -----	Fresh weight ----- g -----	Dry weight ----- g -----	Chlorophyll O.D. (SPAD)
Control	15.00 ± 0.10 ^{e†}	7.87 ± 0.32 ^e	19.61 ± 2.77 ^d	2.74 ± 0.51 ^{de}	28.50 ± 0.46 ^d
LC1 [‡]	18.20 ± 1.59 ^d	9.23 ± 0.40 ^{de}	35.96 ± 1.10 ^e	4.58 ± 0.45 ^c	29.93 ± 2.00 ^{cd}
LC2	19.43 ± 0.58 ^d	9.53 ± 0.84 ^d	28.27 ± 3.55 ^{cd}	3.09 ± 0.61 ^{cd}	28.75 ± 0.86 ^d
FLC	19.70 ± 1.35 ^d	9.97 ± 0.67 ^d	34.48 ± 6.27 ^c	4.46 ± 0.65 ^c	29.43 ± 1.97 ^d
FWC	19.29 ± 0.86 ^d	9.96 ± 0.46 ^d	32.88 ± 4.92 ^c	4.38 ± 0.54 ^c	29.27 ± 1.84 ^d
LC1-NPK	27.23 ± 1.31 ^a	15.03 ± 0.57 ^a	106.95 ± 4.25 ^a	11.51 ± 0.77 ^a	44.40 ± 1.65 ^a
LC2-NPK	22.83 ± 2.54 ^c	12.17 ± 1.79 ^c	62.01 ± 15.26 ^b	6.92 ± 1.82 ^b	33.50 ± 3.55 ^c
FLC-NPK	25.70 ± 0.95 ^{ab}	14.60 ± 0.95 ^{ab}	98.03 ± 1.53 ^a	10.93 ± 0.35 ^a	42.97 ± 2.37 ^{ab}
FWC-NPK	24.00 ± 1.37 ^{bc}	13.19 ± 0.92 ^{bc}	94.65 ± 3.50 ^a	10.67 ± 0.38 ^a	39.61 ± 0.76 ^b

[†]The different letters are significantly ($P < 0.05$) different according to Duncan's multiple test.

[‡]LC1, Livestock compost; LC2, Livestock compost; FLC, Food waste and Livestock compost; FWC, Food waste compost.

공시시료 (퇴비) 화학적 특성 분석결과 유해중금속 8종에 대해서는 퇴비 4종 모두 기준치 이하의 결과값을 확인할 수 있었다 (Table 3). 유기물 함량의 경우 공정규격인 30% 이상의 값을 보였으며, 그 중 음식물퇴비 (FWC)가 48.22%의 높은 수치를 보였다. NaCl 함량의 경우 FLC 1.74%, FWC 1.81%의 염분함량을 나타내었으나, 이는 비료 공정규격 2.0% 미만의 수치이다 (Table 4). 음식물 퇴비 중 가장 문제가 되는 염분함량은 2~3% 이상의 경우에만 작물 성장에 영향을 주며, 그 이하의 경우에는 작물생육에 영향을 미치지 않는다는 보고가 있다 (Phae et al., 2002). Lee et al. (2015)의 연구결과에 의하면 분석한 음식물퇴비 32종의 염분 (NaCl) 함량은 0.82~4.67% 범위로 47%의 음식물퇴비는 염분 함량 2.0% 이상을 초과하는 것으로 나타났다. 퇴비의 T-P (총인)의 경우 LC1이 2.24%의 수치로 가장 높은 값을 보였으며, 나머지 퇴비의 경우 비슷한 수준을 보였다. T-N (총질소)의 경우 FWC가 2.73%로 가장 높은 수치를 보였으며 FLC 또한 2.52%로 다른 퇴비에 비해 높은 값을 보여주었다. 위 결과는 음식물퇴비 원재료의 주성분인 단백질로 인한 수치로 판단된다 (Lee et al., 2012).

Table 3. Concentration of hazardous heavy metals in various composts.

Composts	AS	Cd	Hg	Pb	Cr	Cu	Ni	Zn
	----- mg kg ⁻¹ -----							
LC1 [†]	ND [†]	ND	ND	ND	8.56	96.09	10.23	425.37
LC2	ND	ND	ND	ND	29.71	94.92	12.53	272.52
FLC	ND	1.52	ND	1.68	9.43	64.80	3.21	112.48
FWC	ND	ND	ND	ND	50.67	68.53	8.94	130.90
Criteria	< 45	< 5	< 2	< 130	< 200	< 360	< 45	< 900

[†]ND: Not Detected.

[‡]LC1, Livestock compost; LC2, Livestock compost; FLC, Food waste and Livestock compost; FWC, Food waste compost.

Table 4. Chemical properties of composts used.

Materials	OM	Water	T-N	T-P	T-K	C/N	NaCl	HIS [†]
	----- % -----							
LC1 [†]	42.76	42.38	1.82	2.24	1.79	23.49	1.33	2.72
LC2	43.51	40.46	1.40	1.18	1.0	31.07	0.79	5.18
FLC	42.80	31.30	2.52	1.43	0.79	29.93	1.74	5.60
FWC	48.22	33.80	2.73	1.14	1.23	17.66	1.81	5.06
Criteria	-	< 55	-	-	-	< 45	< 1.8	< 25

[†]HIS: HCl Insoluble Substance.

[‡]LC1, Livestock compost; LC2, Livestock compost; FLC, Food waste and Livestock compost; FWC, Food waste compost.

토양의 이화학적 변화 퇴비의 시용에 따른 수확기 토양의 이화학 특성 변화를 확인하기 위해 토양화학분석법을 통하여 최종 수확 후 pH, EC, OM, Av.P₂O₅, 양이온(Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺)의 이화학적 특성변화를 확인하였다. pH의 경우 LC2의 처리구가 평균 6.84로 가장 높은 값을 보였고, 나머지 처리구간의 큰 차이는 확인되지 않았다. LC2의 경우 우분의 함량이 높은 퇴비로 인해 pH가 증가된 것으로 보이며, Kim et al. (1999)의 결과와 유사한 것으로 사료된다. EC는 정식 전 토양에 비해 전체적으로 상승하였고, 가축분퇴비 2종에 비해 음식물쓰레기 퇴비 FLC, FWC의 EC 함량이 높은 수치를 보였으며, 이 결과로 보아 음식물퇴비 처리 시 퇴비가 보유하고 있는 높은 염분함량으로 인해 조금 더 높은 EC 값을 보인 것으로 판단된다. 공시 토양의 EC 값이 낮아 음식물 퇴비 시용으로 인한 염류 피해는 없는 것으로 나타났다. 음식물퇴비 부숙과정 중 질소 손실을 줄이기 위하여 Mg과 P 염의 처리로 인한 EC의 증가는 10%의 zeolite 처리로 인해 2배 이상 염류 농도를 줄일 수 있다는 연구 결과가 있다 (Chan et al., 2016). 추후 EC 함량이 높은 공시 토양에 음식물퇴비를 사용한 연구를 수행하여 이와 같은 연구 결과와 비교할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한 Kim and Jang (2006)은 음식물퇴비에 함유된 염류 농도를 낮추기 위하여 삼중염 (KHSO₅, KHSO₄, K₂SO₄)을 처리하여 염류를 KCl로 전환하였다고 하였다. 유기물의 경우 대조구에 비해 소량 증가하는 것을 확인하였고, 이는 퇴비시용 시 퇴비의 함유된 유기물의 증가로 보여진다 (Suh and Yeon, 1998). CEC의 경우 가축분퇴비 시용 시 토양 중 유기탄소와 CEC 증가는 상호 유의성이 있는 선행연구결과가 있으며 (Chang et al., 1999), 대조구에 비해 퇴비 및 화학비료 처리시 점차 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 유효인산의 경우 무처리구에 비해 증가하는 경향을 보였고, 화학비료 처리구의 경우 퇴비 처리구와 비슷한 수준의 값을 보였다 (Table 5). 위 결과로 보아 화학비료에 함유된 인산이 식물이 흡수할 수 있는 유효태 인산의 형태로 존재해 식물이 직접적으로 흡수하여 생육에 차이를 보인 것으로 사료된다.

Table 5. Chemical properties of soil after harvesting.

Treatments	pH	EC	O.M	Av.P ₂ O ₅	Exch. cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)			
	(1:5 H ₂ O)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	Ca	K	Mg	Na
Control	6.30 ^{c†}	0.27 ^e	18.28 ^d	217.26 ^c	3.02 ^c	0.24 ^f	0.64 ^{de}	0.12 ^c
LC1 [‡]	6.15 ^e	0.34 ^c	19.88 ^{cd}	269.85 ^a	3.22 ^b	0.25 ^e	0.65 ^{cd}	0.11 ^{abc}
LC2	6.84 ^a	0.33 ^c	19.84 ^{cd}	258.77 ^b	3.27 ^{ab}	0.27 ^{cd}	0.75 ^b	0.11 ^{abc}
FLC	6.43 ^b	0.28 ^b	21.14 ^{bc}	264.62 ^{ab}	3.29 ^{ab}	0.25 ^e	0.74 ^b	0.13 ^{bc}
FWC	6.38 ^b	0.34 ^b	22.08 ^{ab}	258.40 ^b	3.31 ^{ab}	0.26 ^d	0.73 ^b	0.14 ^{abc}
LC1-NPK	6.42 ^b	0.33 ^{cd}	23.02 ^a	271.73 ^a	3.25 ^{ab}	0.28 ^{bc}	0.67 ^c	0.13 ^a
LC2-NPK	6.31 ^c	0.28 ^{de}	20.78 ^c	265.38 ^{ab}	3.32 ^a	0.29 ^b	0.64 ^{cd}	0.10 ^{ab}
FLC-NPK	6.02 ^f	0.42 ^b	20.75 ^c	267.60 ^{ab}	3.32 ^{ab}	0.27 ^{cd}	0.61 ^e	0.12 ^{ab}
FWC-NPK	6.22 ^d	0.44 ^f	23.17 ^c	264.72 ^{ab}	3.31 ^{ab}	0.27 ^{cd}	0.66 ^{cd}	0.13 ^{ab}

[†]The different letters are significantly ($P < 0.05$) different according to Duncan's multiple test.

[‡]LC1, Livestock compost; LC2, Livestock compost; FLC, Food waste and Livestock compost; FWC, Food waste compost.

Conclusions

음식물퇴비와 가축분퇴비 사용에 따른 배추의 생육 및 토양의 화학적 특성의 변화를 비교 분석하고자 본 연구를 수행하였다. 작물생육의 경우 무처리구에 비해 음식물퇴비 (FWC) 처리 시 무처리구 대비 엽장 평균 28.6%, 엽폭 26.6% 증가를 보였으나, 엽색도의 경우는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 음식물퇴비 사용과 다른 2종의 가축분퇴비 사용을 비교한 결과 배추 생육 효과의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 화학비료 (N. P. K) 혼용 시 LC1-NPK > FLC-NPK > FWC-NPK > LC2-NPK > Control 순으로 증가를 보였고 엽색도의 경우 LC1-NPK > FLC-NPK > FWC-NPK > LC2-NPK > Control 순으로 엽색도 값의 차이를 보였으며, FWC의 경우 무처리구 대비 11.11 O.D., FLC는 14.47 O.D. 증가하였다. 음식물의 경우 높은 염분함량으로 문제가 되고 있는 현실이지만 공시시료의 화학분석을 통해 비료공정규격 수준을 넘지 않는 것을 확인하였고, 규격치인 2.0%와 유사한 값을 보임에도 불구하고 작물 생육에는 큰 영향을 미치지 않았으며, 유해중금속 8종 모두 기준치 미만의 값을 나타내었다. 음식물퇴비 처리시 pH, EC, 유기물함량, 유효인산, 치환성양이온 모두 대조구에 비해 유의하게 증가하는 경향을 나타냈다. 추후 EC 함량이 높은 공시토양을 사용하여 시비량 및 혼합비에 대한 연구와 zeolite, 삼중염과 같은 EC 저감제 탐색 등을 지속적으로 연구할 필요가 있는 것으로 판단된다.

Acknowledgement

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ010848)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Chan, T.C., A. Selvam, and J.W.C. Wong. 2016. Reducing nitrogen loss and salinity during 'struvite' food waste composting by zeolite amendment. *Bioresour. Technol.* 200:838-844.
- Chang, K.W., S.H. Cho, and J.H. Kwak. 1999. Changes of soil physico-chemical properties by repeated application of chicken and pig manure compost. *J. Korea Org. Resour. Recycl. Assoc.* 7(1):23-30.
- Gyeonggi Agricultural Technology Institute. 2015. Soil and compost analysis. 23-97.
- Hyun, H.N. and G.K. Kang. 2008. Examples of damages and measures against composting. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41(2):87-99.
- Jang, E.S., J.J. Byun, S.H. Yu, K.H. Lee, and C.K. Phae. 2007. Examination of salinity behavior and influence on plants of compost soil (compost) of food waste. *J. Korea Soc. Waste Manage.* 2007(1):200-204.
- Jang, G.U., I.B. Lee, and J.S. Yim. 1995. Physicochemical properties and compost assessment of vegetative growth during composting using food waste. *J. Korea Org. Resour. Recycl. Assoc.* 3(1):79-96.
- Kim, J.G., K.B. Lee, S.B. Lee, D.B. Lee, and S.J. Kim. 1999. The effect of long-term application of different organic material sources on chemical properties of upland soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 32(3):239-253.
- Kim, Y.S. and B.T. Kim. 2007. Effect of food waste and poultry manure compost on the growth of young radish and the change of soil properties. *J. Korea Org. Resour. Recycl. Assoc.* 15(1):159-170.
- Kim, N.C. and B.M. Jang. 2006. The experiment of process efficiency and salt elimination in food waste compost using triple salt. *J. Korea Org. Resour. Recycl. Assoc.* 14(2):83-90.
- Lee, C.H., B.G. Ko, M.S. Kim, S.J. Park, S.G. Yun, and T.K. Oh. 2016. Effect of food waste compost on crop productivity and soil chemical properties under rice and pepper cultivation. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 49(6):682-688.
- Lee, C.H., S.J. Park, M.S. Kim, S.G. Yun, B.G. Ko, D.B. Lee, S.C. Kim, and T.K. Oh. 2015. Characteristics of compost produced in food waste processing facility. *Korean J. Agric. Sci.* 42(3):177-181.
- Lee, J.Y. and D.S. Yim. 2003. Economical analysis of food waste recycling system. *J. Korea Org. Resour. Recycl. Assoc.* 11(2):46-53.
- Lee, J.U., S.D. Kim, and S.A. Kim. 2012. A study on the pyrolysis characteristics of food compost. *J. Korea Soc. Waste Manage.* 2012:206-208.
- Ministry of Environment. 2016. Status of waste generation and disposal nationwide. 11-B552584-000005-10.
- Phae, C.G. 2002. Operational issues and solutions for food waste composting facility. *J. Korea Org. Resour. Recycl. Assoc.* 10(2):25-37.
- Phae, C.G., Y.S. Chu, and J.S. Park. 2002. Investigation of effect on composting process and plant growth of salt concentration in food waste. *J. Korea Org. Resour. Recycl. Assoc.* 10(4):103-111.
- RDA (Rural Development Administration). 2012. Standard methods for agri-cultural experiment. RDA. Korea.
- RDA (Rural Development Administration). 2016. Establishment and designation of official standard of fertilizers. Notification No. 2016-27 of RDA.
- Ryu, J.Y., K.S. Gong, D.Y. Shin, and C.G. Phae. 2004. Analysis and improvement measures on the status of the installation and operation of facilities for recycling food waste into compost. *J. Korea Org. Resour. Recycl. Assoc.* 12(3):95-111.
- Suh, J.S. and B.Y. Yeon. 1998. Thermophilic *Bacillus* species as a microbial indicator of the history of compost application. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 31(3):285-290.
- Yu, S.H., J.J. Byun, and C.G. Phae, 2007. The investigation on stability of compost produced by food waste. *J. Korea Soc. Atmos. Environ.* 2007(5):2675-2678.