

음식물 쓰레기를 먹이로 한 지렁이분립이 채소류(열무와 엇갈이배추) 생육에 미치는 영향*

최이진*** · 권혁현** · 이한호** · 손형기** · 홍상길** · 박유순** · 강종운**

Effect of Vermicast Application of Earthworm Feeding Food Waste in Vegetable Plants (Radish and Chinese Cabbage) Growth

Choi, I-Jin · Kwon, Hyuk-Hyun · Lee, Han-Ho · Son, Hyoung-Gi ·
Hong, Sang-Kil · Park, Yu-Soon · Kang, Jong-Woon

This study was performed to make the method of food waste manufacturing for feeding to earthworm and different ratio of earthworm cast was investigated for applying vegetable plants that cultivated in a family or roof garden. We made conventional treatment of gardening soil and prepared soils with earthworm cast (the only fertilizer) at 30, 50, 70 and 100% for planting vegetable plants and then we studied its growth feature. The treatment was repeated three times with 12 weeks for each time. The cultivation of radish and chinese cabbage were managed at the same cultivation level for RDA standard cultivation method, and each sample of soils and plants was analyzed by appropriate analysis method. The growth investigation was performed 12 week after planting, and as for growth characteristics, height, leaf diameter, leaf number, leaf length, fresh weight and dry weight were investigated. The chemical characteristics, soils and plants, were surveyed. As for the growth characteristics investigated, radish and chinese cabbage showed the biggest growth in 70% and 50% treatment with average growth of all characteristics, height, leaf diameter, leaf number, leaf length, fresh weight and dry weight, respectively. Applying these results, a new equation for vermicast recommendation for radish and Chinese cabbage in summer (June-August) was presented. The earthworm cast 50% level with the gardening soil showed the high production in chinese cabbage. In case of radish, earthworm cast 70% with gardening soil level showed great growth, significantly.

* 이 논문은 2012년도 농촌진흥청 기관공동과제(PJ9071142012) 연구비지원에 의하여 이루어졌음.

** 서울특별시 농업기술센터 도시농업팀

*** Corresponding author, 서울특별시 농업기술센터 도시농업팀(ijin2080@dongguk.edu)

Key words : *vermicast, radish, chinese cabbage, earthworm cast, food waste*

I. 서 론

우리나라 인구의 도시집중화, 경제 성장 등으로 다양한 음식문화가 형성되었지만 잘못된 소비문화로 인해 음식물 쓰레기가 다량으로 발생하고 있다. 최근 2009년 환경부 통계에 따르면 우리나라 생활 쓰레기 배출량은 50,906톤/일이고, 이 중 음식물쓰레기 발생량은 27.7%인 14,119톤/일로 큰 비중을 차지한다. 국내에서 음식물쓰레기의 직매립이 금지됨에 따라 음식물 쓰레기의 분리 배출 및 수거체제의 필요성이 요구된다(Park과 Bae, 2006). 주로 주택 주위에서 버려진 음식물 쓰레기 비율에 따라 수수료를 부과하는 쓰레기 종량제 실시를 앞두고 있어 음식물 쓰레기를 줄이고 활용하는 방안에 대한 연구 필요성이 절실히 요구된다. 음식물 쓰레기를 재활용하는 방법으로는 식물재배에 이용되는 퇴비인데 안정성, 염분함량, 약취 등의 문제로 어려움이 많이 발생하고 있다. 재활용 기술 가운데 지렁이를 이용한 음식물쓰레기 퇴비화 방법은 유지관리가 간편하고, 비용이 적게 들어 선호할 뿐만 아니라, 부산물인 분변토를 유기질비료로서 재배 용토로 재활용도 가능하다는 이점이 있다(Choi, 2011; Pallant와 Hilster, 1996). 최근 지렁이를 이용하여 음식물 쓰레기를 처리하고 처리 후 발생하는 분리를 토양개량제 및 퇴비로 재활용하는 기술이 많이 보고되고 있다. 전라남도 장흥군의 경우, 지렁이 분변토를 생약초의 퇴비로 이용하여 약효가 높은 약초를 상품으로 만들고, 가정에서 배출되는 음식물쓰레기를 처리하는 기술과 친환경유기농업을 시행할 수 있는 교육 프로그램 등을 개발하여 친환경사업에 박차를 가하고 있다(RDA, 2006). 또한 음식물 쓰레기 지렁이 퇴비화장치도 개발되어 현장에 적용하였다(Lee, 2005). 음식물 쓰레기의 퇴비화에 관한 연구 및 지렁이 먹이조건, 분립생산량 등에 관한 연구도 보고되고 있다(Lee와 Lee, 2008; Jo와 Lee, 2003). 지렁이 분립은 약알칼리성(pH 7-8)을 나타내고 식물체가 생육하는데 필요한 무기양분함량과 양이온 치환능력이 높고(Lavelle, 1988; Lee 등, 2003), 이화학성이 양호하여 식물의 생육을 촉진하고 건물생산을 증대시킨다는 보고(Kim 등, 2005; Jo 등, 2003; Kim 등, 1998)가 많으며, 이를 식물생산 용토로 활용하면 친환경 유기농업을 통한 안정적인 농산물 생산에 효과적일 것으로 기대된다. 주말 농장이나 텃밭, 옥상농원 등의 주요 작물로 재배되고 있는 열무 및 엇갈이 배추는 생육기간이 짧고, 재배관리가 용이하다. 재배시 시중 판매되고 있는 비료를 증시했을 경우 생육이 증진하여 생산성이 높아 생산자들이 친환경 유기질 비료를 많이 시용하고 있다. Jo 등(2003)의 연구결과에 의하면 지렁이 분의 시비량이 증가함에 따라 제주지역 화산회토에서 열무의 수량이 현저하게 증가되었다고 보고하였고, Kim 등(2005)은 지렁이 분립과 피트모스 혼합 상토를 조제하여 근대, 열무, 시금치의 생육 증가를 보고하였다.

본 연구에서는 공동생활주택에서 발생하는 음식물 쓰레기를 간편하게 조제하여 지렁이 먹이로 공급하는 방법을 제시하고, 생산한 분변토를 텃밭이나 옥상 농원 등에 채소 재배 용토로 사용할 수 있는 가능성을 조사하여 분변토의 적정 혼합비율을 규명하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2012년 6월 4일(과중)부터 9월 15일(수확)까지 서울시 서초구 내곡동 서울특별시 농업기술센터 플라스틱하우스 내에서 실시하였다. 공시한 지렁이 분립은 음식물 쓰레기를 줄무늬 지렁이(*Eisenia feotida* L.)의 먹이로 하여 생산된 것으로 화학적 조성은 Table 1과 같다. 음식물쓰레기는 기술센터내 구내식당에서 수거 후 kg 당 수돗물 15L로 세척하여 햇빛에 물기가 제거될 정도로 건조하여 사용하였다. 지렁이 사육장은 센터 내 실버·다둥이 농장 앞에 3,000×1,500×1,600mm 규격(재질: 송판)으로 설치하였고, 음식물 쓰레기를 사육장 한 쪽에 넣고 계란 껍질을 곱게 뺏아서 덮은 후 다시 묻어 지렁이 먹이로 공급하였다. 지렁이 먹이는 한 달에 한 번씩 위치를 바꾸어서 공급하였다.

Table 1. Chemical properties of earthworm casts by vermicomposting of food wastes

pH	OM (mg/kg)	EC (dS/m)	Av.P ₂ O ₅ (mg/g)	Ex. Cations (cmol ⁺ /kg)			
				K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
7.4	55	11.6	316	1.81	1.4	35.5	1.8

시중판매종자인 열무(청농춘하열무, 청농(주))와 엇갈이배추(대농, 대농종묘(주))를 50공 트레이에서 4매까지 키우고, 플라스틱 pot(직경 9cm)에 이식하였다. 기술센터 내 플라스틱 하우스에서 각 처리당 20주씩 3반복으로 완전임의 배치하여 재배하였다. 처리는 무처리(일반 채소재배용 상토, 서울바이오), 100% 지렁이 분립, 지렁이 분립을 상토(서울바이오상토)에 30, 50, 70%를 혼합하여 토양을 조제하였다. 기타 채소재배 및 비배관리는 농촌진흥청 표준재배법(RDA, 2008)에 준하여 재배하였다. 음식물쓰레기의 염분분석은 ES-421(유유계기(주))로 측정하였고, 수분함량은 100℃로 7일간 건조(HB502, 한백과학)하여 건물중을 측정하여 계산하였다. 토양무기성분 분석은 pH, 전기전도도(EC), 유기물함량(OM), 유효인산함량, 치환성양이온함량(K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺)을 측정하였다.

유기물함량은 비색법으로 측정하였고, 유효인산은 Lancaster법에 의하여 분석하였다(KARES, 2011). 양이온 K, Ca, Mg 및 Na는 원자흡광광도계(Atomic absorption spectrophotometer, AAnalyst 400)를 이용한 원자흡광분석법으로 측정하였다. 생육조사는 2012년 9월 15일에

수확 후 초장, 엽폭, 엽수, 생체중, 건조중 등을 처리당 반복한 개체를 전수 조사하였다. 모든 식물체를 pot에서 분리하여 조사하였으며, 90°C로 5일간 건조(HB502, 한백과학)하여 건물 중을 측정하였다. 본 실험의 결과는 SAS 통계분석(SAS version 9.2, NC, USA)을 이용하여 통계처리를 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 지렁이 먹이 제조 방법

구내식당에서 수거한 음식물쓰레기의 화학적 특성은 Table 2와 같다. 수분함량은 82.5%로 높고, pH는 4.84로 강한 산성을 띠었고, 전기전도도는 5.37dS/m로 측정되었으며 염분은 0.8%였다. 지렁이 먹이 및 생육 환경 조건은 pH 5~8, 수분함량은 70%, 염분농도는 0.5% 이상에서는 사멸하는 것으로 보고되었는데(Manna 등, 1997) 본 시험에 사용한 음식물 쓰레기의 특성을 조사한 결과 수분과 염분을 조절하기 위한 건조 및 세척 등의 전처리 과정이 필요하였다. 음식물쓰레기의 염분을 낮추기 위해서 kg 당 수돗물 15L로 세척하여 측정하였더니 0.2% 이하로 조사되었다. Lee(2005)의 보고에 의하면 음식물 쓰레기를 균일하게 파쇄하여 조제하는 과정을 거쳐 먹이로 공급하여 대량으로 지렁이 분리를 생산하는 데 성공하였으며, 수분을 조절하기 위해서 음식물 쓰레기와 톱밥을 섞어 공급하는 것을 제시하였다. 본 시험에서는 간편하게 가정에서 지렁이 먹이를 제조할 수 있는 방법을 모색하고자 하였다. 지렁이가 계란 껍질을 섭취하였을 경우 소화 작용이 원활해졌다(Lavelle, 1988)는 연구결과를 응용하여 가정 내 배출되는 계란 껍질을 분쇄기에 갈아 적당히 자른 음식물쓰레기와 혼합하여 수분함량을 조절하였다. 염분을 제거하고 물이 빠진 후 수분함량을 조절하기 위하여 계란 껍질을 갈아 혼합하였는데 50% 이하로 건조되면 부숙이 늦어져 지렁이 먹이로 부적당하였고, 수분함량이 65~70% 정도(음식물 쓰레기양 : 분쇄된 계란 껍질 = 10:3)로 조제한 것이 먹이로 적당하였다.

Table 2. Chemical properties of food waste for feeding to earthworm

	Moisture(%)	pH	EC(dS/m)	Salt concentration(%)
Food waste	82.5	4.84	5.37	0.8

2. 지렁이분립과 상토 혼합비율에 따른 화학성 분석

텃밭이나 개인용 정원에서 사용하고 있는 정원용 상토와 음식물쓰레기를 먹이로 하여 생산한 지렁이분립의 혼합비율은 100:0, 70:30, 50:50, 30:70, 0:100으로 한 5조합의 화학성 분석결과는 Table 3과 같다. pH는 지렁이 분립 혼합 처리구는 7.0~7.4로 약알칼리성을 나타내었고 일반상토의 경우 6.3이었다. 전기전도도(EC)는 지렁이 분립 혼합비율이 높아질수록 증가하여 100%에서는 3.78dS/m으로 조사되었으며 이는 음식물쓰레기의 EC에 원인이 있는 것으로 생각되어 음식물쓰레기의 투입량을 조절하여 낮추어야 할 것으로 판단되어졌다. 치환성양이온함량(K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})도 지렁이 혼합비율이 높아질수록 증가하였다(Table 3). 이 중 Ca^{2+} 함량은 지렁이분립에서 많이 함유하고 있는 경향을 보였다. 유기물함량은 50~55mg/kg로 차이가 없었으며, 유효인산함량은 센터 내에서 사용하는 상토(서울바이오상토)의 인산함량이 일반 상토에서 1,192mg/g로 매우 높았고 지렁이 분립 혼합비율이 높아질수록 감소하였다. 농업 현장에서 가장 손쉽게 구할 수 있는 유기질비료는 가축분을 부숙시켜 만든 가축분 퇴비이다. 가축분 퇴비는 작물의 영양원으로 이용되고 효과에 대해서는 많은 연구자들이 보고하고 있다. 계분퇴비의 경우 인산함량이 매우 높은 반면 유기물을 공급하는 능력이 미흡하며 우분퇴비는 유기물은 풍부하지만 N, P, K 함량이 낮은 편이고 돈분 부숙 퇴비는 계분과 우분의 중간정도를 나타낸다고 하였다(Park 등, 2011; Lee와 yang, 2003; Chang 등, 1998; 1999). 이러한 가축분 퇴비의 시용시 토양개량 및 식물생육 증진 효과는 많이 보고되고 있는데 최근 환경농업에 대한 국민들의 관심이 많아지면서 많이 개발되고 있다. 유기성자원인 음식물 쓰레기를 지렁이를 이용하여 퇴비화한 분립은 인산함량이 다른 춘산퇴비보다 많지 않고 또한 칼슘이온의 함량이 많아 토양의 pH 조절에도 효과가 있는 것으로 조사결과 나타났다. Zhang과 Schrader(1993)은 지렁이 분립의 칼슘이온의 토양반응을 조절하는 것을 보고한 바 있다. 지렁이 분립은 피트모스, 버미큘라이트 등과 같은 상토 재료 혼합하여 사용하면 물리성과 화학성을 개선시켜 식물체의 생육을 촉진시키는데 치환성양이온 함량도 많고 토양산도도 중성부근인 특성이 밀접히 관여한 것으로 추정된다. 유기질비료를 재배 용토로 활용할 때 완숙퇴비를 이용하는 것이 매우 중요한데 완전 부숙이 이루어지지 않은 유기질 비료의 투입은 토양 환경오염뿐만 아니라 작물체의 생육에 많은 문제를 야기시킬 수 있다(Hwang 등, 2007). 유기성자원을 지렁이로 퇴비화 하여 생산된 분립은 완전부숙된 것으로 친환경 농업에 요구되는 조건을 충족시킬 수 있는 것으로 사료되었다.

Table 3. Chemical properties of mixing earthworm casts soils before the experiment

Mixture ratios of soil : vermicast(%)	pH	OM (mg/kg)	EC (dS/m)	Av.P ₂ O ₅ (mg/g)	Ex.Cations(cmol ⁺ /kg)			
					K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
100:0	6.3	50	1.67	1192	0.76	1.0	5.9	1.6
70:30	7.0	51	1.64	649	1.24	1.3	17.9	1.7
50:50	7.2	52	1.71	579	1.24	1.2	22.7	1.7
30:70	7.4	50	2.43	439	1.61	1.4	31.8	1.8
0:100	7.4	55	3.78	316	1.81	1.4	35.5	1.8

3. 지렁이분립 혼합비율에 따른 채소류의 생육

1) 열무 생육

지렁이분립 혼합비율에 따른 청농 춘하열무의 생육 특성을 살펴보면 처리구에서 무처리구와 비교할 때 높은 결과를 나타냈다. 지렁이 분립비율이 증가함에 따라 엽수, 초장 및 엽폭도 현저하게 증가하였다(Table 4). 초장은 무처리구가 23.64cm로 작았으며, 지렁이분립 혼합 처리구에서는 26.89~28.02cm로 LSD 검정 결과 유의성이 없어 큰 차이가 없었다. Chang 등(1998)은 지렁이 분립을 혼합하여 토마토의 생육특성을 조사한 결과 초장에 증가를 보인 결과와 유사하였고, Kim 등(2005)은 엽채류인 근대와 상추에서 초장이 증가하였다고 하였는데 본 시험 결과 열무에서도 분립을 혼합처리 한 것이 초장이 길었다. 엽폭은 지렁이 분립 70% 처리구에서 7.85cm로 가장 넓게 측정되었고 고도로 유의하였다. 지상부 생체중은 지렁이 분립 혼합비율이 증가함에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. Jo 등(2003)은 제주지역의 화산회토 토양에 지렁이 분립을 섞어 신나리 열무를 재배한 결과 생체중과 근중의 증가를 보고하였다. 지렁이분립을 혼합하면서 토양의 화학성을 개선시켜 건물중이 증가되는 것은 분립 중에 함유된 성장조정물질과도 연관이 있는 것으로 생각되어진다(Asawalam, 2006; Khan과 Frankland, 1983; Zhang과 Schrader, 1993). 지하부생체중을 조사한 결과 지렁이 분립 혼합비율 100% 처리구는 중량이 식물체당 13.63mg로 무처리구 10.86mg보다는 높았으나 다른 지렁이분립 혼합처리구보다 낮게 조사되었다. 지상부 건조중은 지렁이 분립 혼합비율 70% 처리구가 10.25mg으로 높았고, 지하부 건조중은 지렁이 분립 혼합비율 50%처리가 3.90mg으로 높았다. 열무의 생육특성을 조사한 결과 지렁이 분립 70%처리구가 생육이 가장 적합하다고 사료가 된다.

Table 4. Growth characters of radish according to earthworm cast treatments

Mixture ratios of soil : vermicast(%)	No. of leaves per plant	Plant height (mm)	Leaf width (mm)	Fresh matter weight (mg)		Dry matter weight (mg)	
				Top	Root	Top	Root
100:0	10.2 ^c	23.64 ^b	6.61 ^d	119.91 ^c	10.86 ^d	6.39 ^c	3.47 ^c
70:30	12.0 ^b	26.89 ^a	7.12 ^c	124.38 ^b	13.18 ^{bc}	8.30 ^d	3.72 ^b
50:50	12.3 ^b	26.82 ^a	6.56 ^d	124.55 ^b	14.19 ^b	9.24 ^c	3.90 ^a
30:70	13.3 ^a	28.17 ^a	7.85 ^a	129.92 ^a	16.37 ^a	10.25 ^a	3.88 ^a
0:100	13.5 ^a	28.02 ^a	7.54 ^b	128.66 ^a	13.63 ^{bc}	9.62 ^b	3.84 ^{ab}
<i>Significance</i>							
Treatment	**	**	**	**	**	**	**

* Values shown in each column are the means based on three replicates.

Data followed by the same letter within columns are not significantly different ($p \leq 0.01$) as determined by Duncan's Multiple Range Test.

2) 엇갈이배추 생육

재배시 생육을 증진하기 위해 다비시비와 반복적으로 비료를 공급할 때 작물에 양분 과다와 길항작용으로 인한 양분 결핍 등이 발생하고 있다(Kim 등, 1998; Kim 등, 1999; Lee 등, 2003; Lee 등, 2008). 지렁이 분립 혼합비율에 따른 대농 엇갈이배추의 생육특성은 Table 5와 같다. 엇갈이배추의 엽수는 지렁이 분립 30%처리구가 15.8개로 가장 적었으나 전체 처리구에서 유의한 차이가 없었다. 초장은 무처리구가 19.77cm로 가장 낮았으며 지렁이 분립 50% 처리구에서 24.32cm로 가장 길게 나타났고 고도의 유의성이 있었다. 엽폭은 지렁이 분립 50% 처리구에서 9.79cm로 유의하였으며, 엽수, 초장, 엽폭은 지렁이 분립 50% 처리구를 중심으로 무처리, 30%, 70%, 100%는 감소하는 경향을 보였다. 지상부 생체중은 지렁이 분립 50% 처리구에서 식물체당 185.08mg으로 무거웠으며, 100% 처리구가 170.17mg으로 가장 적게 측정되었다. 지하부생체중은 30, 70% 처리구가 각각 24.09mg, 23.96mg으로 높게 조사되었다. 지상부 및 지하부 건조중은 50% 처리구가 무거웠고, 30% 처리구가 가볍게 조사되었다. 엇갈이배추의 생육 특성 조사 결과 지렁이 분립 50%처리구가 생육이 좋다고 판단되었다. 비료를 과다하게 투입하지 않고 파종 전에 지렁이 분립을 혼합하여 용토를 조제하면 생육도 증진되고 토양의 물리화학성도 개선되어 보다 더 간편하게 엇갈이배추를 재배할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 5. Growth characters of chinese cabbage according to earthworm cast treatments

Mixture ratios of soil : vermicast(%)	No. of leaves per plant	Plant height (mm)	Leaf width (mm)	Fresh matter weight (mg)		Dry matter weight (mg)	
				Top	Root	Top	Root
100:0	16.0	19.77 ^d	7.83 ^b	177.79 ^b	17.62 ^c	12.82 ^d	5.25 ^d
70:30	15.8	21.78 ^c	7.55 ^{bc}	178.39 ^b	24.09 ^a	9.59 ^e	5.19 ^d
50:50	17.8	24.32 ^a	9.79 ^a	185.08 ^a	20.57 ^b	15.63 ^a	7.03 ^a
30:70	16.1	23.26 ^b	9.20 ^a	180.43 ^b	23.96 ^a	14.83 ^b	6.57 ^b
0:100	16.1	20.59 ^d	6.79 ^c	170.17 ^c	20.13 ^b	13.91 ^c	5.79 ^c
<i>Significance</i>							
Treatment	ns	**	**	**	**	**	**

* Values shown in each column are the means based on three replicates.

Data followed by the same letter within columns are not significantly different ($p \leq 0.01$) as determined by Duncan's Multiple Range Test.

IV. 적 요

본 연구는 공동생활주택에서 발생하는 음식물 쓰레기를 지렁이먹이로 공급하기 위하여 먹이로 조제하는 방법을 제시하고 생산한 분변토를 텃밭이나 옥상 농원 등에 채소 재배 용도로 사용하기 위해 지렁이 분변토 적정 혼합비율을 규명하였다. 음식물쓰레기는 수거 후 kg 당 수돗물 15L로 세척하여 햇빛에 물기가 제거될 정도로 건조하여 달걀껍질을 혼합하여 65~70%로 수분을 조절한 것을 지렁이 먹이로 사용하였다. 처리는 무처리(일반 채소재배용 상토, 서울바이오), 100% 지렁이 분립, 지렁이 분립을 상토(서울바이오상토)에 30, 50, 70%를 혼합하여 재배토양을 조제하였다. 각 처리구에 열무(청농춘하열무, 청농(주))와 엇갈이배추(대농, 대농종묘(주))를 공시하여 2012년 6월 4일부터 9월 15일까지 서울시 서초구 내곡동 서울특별시 농업기술센터 플라스틱하우스 내에서 재배하였다. 수확 후 생육특성 조사결과 열무의 경우 지렁이 분립 70% 혼합 처리구에서 엽폭은 7.85cm로 고도로 유의성이 있었고, 지상부 생체중을 조사한 결과 지렁이 분립 혼합비율 70% 처리구는 중량이 식물체 당 129.92mg로 높았고, 지상부 건조중도 지렁이 분립 혼합비율 70%처리구가 10.25mg으로 유의성이 있었다. 열무의 생육특성 조사결과 지렁이 분립 70%처리구가 생육이 가장 적합했다. 엇갈이 배추의 생육특성 조사결과 초장은 지렁이 분립 50% 처리구에서 24.32cm로 가장 길게 나타났고 고도의 유의성이 있었다. 엽폭은 지렁이 분립 50% 처리구에서 9.79cm로

유의하였다. 지상부 생체중은 지렁이분퇴 50% 처리구에서 식물체당 185.08mg으로 무거웠으며, 지하부 생체중은 30, 70% 처리구가 각각 24.09mg, 23.96mg으로 높게 조사되었다. 지상부 및 지하부 건조중은 50% 처리구가 각각 15.63mg, 7.03mg으로 가장 높게 측정되었다. 엇갈이배추의 생육 특성 조사 결과 지렁이 분퇴 50% 처리구가 생육에 효과적이었다. 본 연구 결과 음식물 쓰레기를 지렁이 먹이로 공급하여 생산한 분퇴토를 텃밭이나 옥상 농원 등에 봄, 가을철 주요 채소인 열무와 엇갈이배추의 재배 용도에 혼합하여 활용이 가능할 것으로 사료된다.

[논문접수일 : 2012. 11. 6. 논문수정일 : 2012. 12. 19. 최종논문접수일 : 2012. 12. 26.]

참 고 문 헌

1. Asawalam, D. O. 2006. Influence of cropping intensity on the production and properties of earthworm casts in a leucaena alley cropping system. *Biol. Fertil. Soils*. 42: 506-512.
2. Chang, K. W., S. H. Chi, and I. B. Lee. 1998. Study on the improvement of soil for high efficient and sustainable agriculture- I. Effect of repeated application of chicken and pig manure composts on tomato growth and soil physico-chemical properties. *Agricultural Chemistry and Biotechnology*. 41(6): 451-456.
3. Chang, K. W., S. H. Cho, and J. H. Kwak. 1999. Changes of soil physico-chemical properties by repeated application of chicken pig manure compost. *J. of KOWREC*. 7(1): 23-30.
4. Cho, N. K., Y. K. kang, C. K. Song, Y. I. Cho, D. H. Ko, and M. R. Ko. 2003. Effects of worm casting (100%) organic fertilizer rate on growth characters and yield of leol' radish in Jeju island. *J. Korean Grass. Sci*. 23(2): 77-80.
5. Choi, K. S. 2011. Research on reduction and recycling of food waste by separating raw food waste and earth worm composting in the apartment. *Journal of Environmental Sciences*. 20(1): 137-146.
6. Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services. 2011. Soil and compost analysis.
7. Hwang, K. S., I. B. Lee, J. M. Park, and B. S. Yoo. 2007. Fractional recovery as extractable form of nutrient in composted livestock manure application on soil distributed in Jeju. *Korean Journal of Environmental Agriculture*. 26(1): 49-54.
8. Jo, I. H., H. J. Jun, and J. S. Lee. 2003. Utilization of earthworm cast as a component of

- plant growth medium for tomato. Korean Journal of Organic Agriculture. 11(3): 93-102.
9. Jo. I. H., and J. S. Lee. 2003. A study of treatment of cattle manure and food waste by vermicomposting. Korean Journal of Organic Agriculture. 11(3): 93-102.
 10. Khan, D. H., and B. Frankland. 1983. Effects of cadmium and lead on radish plants with particular reference to movement of metals through soil profile and plant. Plant and Soil. 70: 335-345.
 11. Kim, I. S., S. J. Kim, J. Y. Lee, and J. S. Lee. 2005. The effect of vermicast on the growth of vegetable plants -Estimation of optimum mixture ratios of vermicast-. Korean Journal of Organic Agriculture. 13(4): 413-422.
 12. Kim, J. G., K. B. Lee, D. B. Lee, S. B. Lee, and S. J. Kim. 1998. Effect of chicken manure compost application on the growth of vegetables and nutrients utilization in upland soil. Korean J. Soil Sci. Fert. 31(2): 239-253.
 13. 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.
 14. Lavelle, P. 1988. Earthworm activities and the soil system. Biol. Fertil. Soils. 6: 237-251.
 15. Lee, C. H. 2005. Development of the on-site vermicomposting unit for food waste. Yongsan University.
 16. Lee, C. S., K. Y. Shin, J. T. Lee, G. J. Lee, and J. H. Ahn. 2003. Determination of nitrogen application of poultry manure compost in highland. Korean J. Soil Sci. Fert. 36(5): 208-289.
 17. Lee, J. S., J. S. Chung, and J. S. Son. 2003. Effect of Phosphorus addition to Korean Cow Manure on the Growth and Cast Production of Earthworm (*Eisenia foetida*). Korea Society of Waste Management. 8(1): 43-48.
 18. Lee. J. T., G. J. Lee, J. S. Ryu, Y. S. Zhang, S. W. Hwang, and C. S. Park. 2010. inorganic nutrient uptake pattern of vegetables crops in highland. Korean J. Soil Sci. Fert. 43(5): 616-623.
 19. Lee, J. Y., and J. S. Lee. 2008. The effects of different feeding condition on growth, cast production and conversion efficiency of organic matter to the earthworm (*Eisenia foetida* L.). Korean Journal of Organic Agriculture. 16(3): 287-298.
 20. Lee. K. D., and M. S. Yang. 2003. Effect of pig manure application on nitrogen uptake, yield and active components of *Chrysanthemum boreale* M. Korean J. Medicinal Crop. Sci. 11(5): 371-376.
 21. Manna, M. C., M. Singh, S. Kundu, A. Tripathi, and N. P. Takkar. 1997. Growth and reproduction of the vermicomposting earthworm *Perionyx excavatus* as influenced by food

- materials. *Biol. Fertil. Soils*. 24: 129-132.
22. Ministry of Environment. 2010. The whole country waste occurrence and disposal.
 23. Pallant, E. and L. M. Hilster. 1996. Earthworm response to 10 weeks of incubation in a pot with acid mine spoil, sewage sludge, and lime. *Biol Fertil Soils*. 22: 355-358.
 24. Park, J. M., T. J. Lim, S. E. Lee, and I. B. Lee. 2011. Effect of pig slurry fertigation on soil chemical properties and growth and development of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(2): 194-199.
 25. Park, R. B., and W. G. Bae. 2006. Map of school lunch food waste reduction practice through training and its effectiveness. *Proceedings of the Korea Solid Wastes Engineering Society conferences*. 158-161.
 26. Rural Development Administration. 2008. A standard cultivation of vegetable plant.
 27. Rural Development Administration. 2006. Food waste composting by earthworm. Jangheung-gun Agricultural Technology Center.
 28. Zhang H. and S. Schrader. 1993. Earthworm effects on selected physical and chemical properties of soil aggregates. *Biol. Fertil. Soils*. 15: 229-234.