

돈분 액비 관비가 오이의 생육 및 토양화학성에 미치는 영향

박진면* · 임태준 · 이성은 · 이인복¹

농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예특작환경과, ¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 기획조정과

Effect of Pig Slurry Fertigation on Soil Chemical Properties and Growth and Development of Cucumber (*Cucumis sativus* L.)

Jin Myeon Park*, Tae Jun Lim, Seong Eun Lee, and In Bok Lee¹

Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 441-440, Korea

¹Planning and Coordination Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

This study was conducted to evaluate fertigation effects of pig slurry (PS) and chemical fertilizer (CF) in cucumber by investigating the growth and yield, nutrient content and uptake, nutrient use efficiency, and soil characteristics in greenhouse cultivation. The cropping patterns of cucumber were semi-forcing culture and retarding culture, and the experiment involves four treatments: No fertilizer (NF), 26 mg L⁻¹ and 52 mg L⁻¹ of N application by slurry composting biofiltration liquefied fertilizer (SCBLF), and 52 mg L⁻¹ of N treatment by chemical fertilizer. The difference on the plant height of cucumber between SCBLF and CF treatments was no significant, but fresh weight and dry weight of stem and root were higher in 26 mg L⁻¹ SCBLF treatment. The Ca content of the leaf was lower in the treatments of SCBLF and the K content of the root was lower in the 52 mg L⁻¹ CF treatment. The Ca content of the stem was lowest in the 52 mg L⁻¹ CF treatment and the mineral content of the fruit showed no significant difference. In case of semi-forcing culture, the gross yield was lower in the 52 mg L⁻¹ CF treatment and the yield of unmarketable fruit was lower in the SCBLF treatments. The nutrient use efficiency of cucumber is as follows: K (8.3 ~ 30.9%), N (4.2 ~ 13.0%), P (1.9 ~ 2.0%). The SCBLF treatments showed higher figure in the soil pH than that of the CF treatment, while EC and the content of NO₃-N were higher in the CF treatment than the former. The content of exchangeable K was higher in the plot treated with 52 mg L⁻¹ SCBLF, and there were no significant differences in the content of Ca and Mg between the treatments. In conclusion, it is suggested that the application of liquefied manure made from pig slurry may be able to replace the use of chemical fertilizer in nitrogen and potassium.

Key words: Fertigation, Pig slurry, Cucumber, Green house

서 언

가축 분뇨는 2012년부터 해양 투기가 금지되어 양돈 산업의 발전에 양돈 분뇨 처리가 걸림돌로 작용하고 있다. 우리나라에서 농축산부산물로 발생하는 유기자원은 볏짚, 왕겨 및 가축 분뇨 등이고 그 중 가축 분뇨는 연간 5천만 톤 (MAF, 2007)이며 양돈 분뇨가 1천 8백만톤으로 전체 42%를 차지하고 있다. 양돈 분뇨는 다른 축산 분뇨와 달리 수분이 많아 액비 형태로 활용할 방법이 필요하다. 가축 분뇨 액비는 벼농사에 사용되고 있으나 모내기 전에 이용이 가능하여 특정 시기에 사용이 집중되어 분산 활용에

어려움을 겪고 있다. 작물 재배지에서 가축 분뇨 액비 사용은 비료 절감과 화학비료 대체 효과가 있으나 냄새, 양분함량 불균형, 취급이 곤란하다는 등의 문제가 있어 가축 분뇨 퇴·액비 이용기술 매뉴얼 (RDA, 2010)이 있으나 원예작물에서 활용은 미미하다. 가축분 액비의 농업적 이용은 양분 공급과 지력 유지뿐만 아니라 유기물질의 순환을 원활히 하는 측면에서도 중요하다 (Lee et al., 2003). 가축 분뇨 액비와 같은 유기 액비는 악취가 없으며 균질성을 확보한다면 원예작물 재배지에서 화학비료 대체 자원으로 활용이 가능하다. 양돈 분뇨는 우 분뇨에 비하여 질소함량이 높기 때문에 암모니아 가스 발생량이 높게 나타나며 (Bonmati and Flotats, 2003), 낮은 C/N율로 인하여 암모니아 가스의 발생이 많아서 호기성 미생물의 생장에 장애를 주게 된다. 따라서 발생하는 질소성분을 제거하는 다양한 공법도 연구·개발되었고 (Clifford et al., 1992; Liao et al., 1995),

접수 : 2011. 2. 18 수리 : 2011. 3. 23

*연락처 : Phone: +82312906222

E-mail: a1542627@korea.kr

기존 퇴비화 시설을 활용하여 양돈 분뇨를 퇴비단 여과 (SCB: Slurry Composting Biofiltration) 함으로써 냄새가 줄어들고 농도가 낮은 비교적 균질한 저농도 SCB 액비의 생산기술을 확립하였다 (RDA, 2009a). SCB 액비는 질소 함량 대비 인산함량이 낮아 시설 하우스 시비에 적합하며 부유물이 적어 관비에도 이용할 수 있다. 가축분뇨 액비의 적당량 사용은 토양의 pH, 질소, 탄소 및 양이온 치환용량이 증가된다고 하였으나 (Yadav et al., 2000), 과다 사용은 잉여 양분의 이동으로 수질을 오염시키기 때문에 적량 사용이 중요하다 (Murayama et al., 2001). 원예작물에 대한 SCB 액비 시험은 노지 재배 배추에서 기비 기준 (Lim et al., 2009b)이 설정되었고 수량과 생육에 대한 SCB 액비 효과는 고추 (Lim et al., 2008)와 배추 (Lim et al., 2009a) 및 토마토 (Park et al., 2010)에서 질소 화학비료와 대등한 효과가 있었다. 친환경 농산물을 생산하는데 화학비료를 대체할 수 있는 양분은 제한적이며 충분하지 못하다. SCB 액비는 질소 및 칼리뿐만 아니라 미량원소도 함유한 유기 액비로 활용 가능성이 높다. 따라서 시설 하우스 오이 재배에서 비교적 균질하게 대량으로 생산되는 SCB 액비를 활용하여 질소 및 칼리의 화학비료 대체 가능성을 검토하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

시험 재료 시험 전 토양은 사양토이며 화학성은 pH가 6.9로 중성이고 유효인산 함량은 510 mg kg⁻¹이며 질산태 질소함량은 269 mg kg⁻¹으로 높으나 유기물 함량은 16.2 g kg⁻¹로 낮은 조건이다 (Table 1). 시험에 이용된 액비는 퇴비단 여과를 거친 (SCB) 액비로 화학성은 전질소 함량이 1.30 g L⁻¹이며 칼리는 2.35 g L⁻¹, 인산은 0.14 g L⁻¹이었다. 시험에 이용된 오이는 반축성재배는 조은백다다기 품종이며 억제재배는 올백다다기 품종이다.

처리 및 방법 시험처리는 무비와 질소 기준으로 SCB 액비 2처리 (1/2수준, 1수준), 화학비료 1처리로 4처리를 두었다. 액비의 처리 농도는 오이 생육에 적합하도록 토양 검정 결과를 고려하여 질소 관비 농도 (26 mg L⁻¹과 52 mg L⁻¹)를 조절하였다. 화학비료 처리구의 칼리 관비는 염화칼륨으로 공급하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복이며 처리당 면적은 4.4 m²이다. 관비 방법은 토양수분 장력계를

이용하였으며 관수점은 -15 kPa ~ -20 kPa에서 액비가 자동 공급되도록 하였다.

작물 재배, 생육조사 및 양분 이용률 SCB 액비 및 화학비료 오이 관비 시험은 국립원예특작과학원 탐동 시험 포장의 1-2W형 시설하우스에서 수행하였다. 재식 주수는 40×40 cm 2줄로 처리구당 20주를 재배하였다. 재배 기간은 이른 봄부터 여름까지 재배하는 반축성 재배와 늦여름부터 초겨울까지 재배하는 억제 재배로 구분하였다. 하우스의 시설 관리 및 재배는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다.

생육 조사 중 초장은 시험 종료시점에 10주를 측정하여 평균하였고 잎, 줄기와 뿌리 무게는 생체 중을 측정 한 후 건조기에 건조 후 건물량을 측정하였다. 수량은 3일마다 수확하여 누적 계산하였다. 식물체 분석 시료 채취는 수확 후 각 처리구마다 2주를 취하여 잎, 줄기, 뿌리 및 과실로 분리하여 세척 후 70℃에 24시간 건조한 후 분석에 이용하였다. 토양 시료는 시험이 끝나고 두둑을 정지 작업 한 다음에 채취하여 음건 후 2 mm체로 쳐서 분석에 이용하였다. 처리별 양분 이용률은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{양분 이용률 (\%)} = (\text{처리구별 양분흡수량} - \text{무비구 양분흡수량}) / \text{처리구 양분투입량} \times 100$$

토양 및 식물체 분석 토양 및 식물체 분석은 토양 화학분석법 (NIAST, 2000)의 토양 및 식물체 분석법에 준하였다. 토양 pH는 토양과 물의 비율을 1:5로 하여 초자전극법으로 측정하였다. 토양 유기물은 Tyurin 법, 유효인산은 Lancaster 법, 치환성 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 1N-CH₃COONH₄ (pH 7.0) 완충용액으로 침출하여 ICP-OES (MX2, GBC, Australia)를 사용하여 측정하였다. 질산태 질소는 2M-KCl로 침출한 시료 액에서 암모니아를 제거한 후 켈달 분해 장치 (B-316, Buchi, Switzerland)로 증류한 후 0.01 N 황산 표준용액으로 적정하여 계산하였다. 식물체 무기성분 중 질소 측정은 식물체 시료 0.5 g을 황산염 혼합분말 (K₂SO₄와 CuSO₄ = 9:1)과 농황산을 넣고 분해한 후 켈달 분해 장치 (B-316, Buchi, Switzerland)로 증류한 후 황산표준용액으로 적정 계산하였으며 인은 ammonium vanadate 법으로 비색계 (UV/VIS spectrophotometer, Cintra 6 GBC, Australia)를 사용하여 정량하였고 칼륨, 칼슘 및 마그네슘은 ICP-OES (MX2, GBC, Australia)로 측정하였다. 통계분석은 SAS 통계프로그램 (v. 9.2)을 이용하였다.

Table 1. Physicochemical properties of the soil used in experiment.

Soil texture	pH	Organic matter	NO ₃ -N	Avail. P ₂ O ₅	Exch. Cation		
					K	Ca	Mg
	1:5	g kg ⁻¹	----- mg kg ⁻¹ -----		----- cmol _c kg ⁻¹ -----		
Sandy loam	6.9	16.2	269	510	0.67	5.12	1.27

결과 및 고찰

SCB 액비 및 화학비료 관비에 따른 오이의 생육은 Table 2와 같다. 오이 초장은 통계적인 유의성은 없으나 무비 및 SCB 액비 질소 26 mg L⁻¹ 처리에서 긴 경향을 보였다. 잎과 줄기의 건물중은 처리간에 차이가 없으나 억제재배의 생체중은 화학비료 처리에서 적었다. 뿌리의 건물중과 생체중은 반축성재배에서는 처리간에 차이가 없으나 억제재배는 SCB 액비 질소 26 mg L⁻¹ 처리에서 가장 많았다. 억제재배의 화학비료 52 mg L⁻¹ 처리의 잎과 줄기의 생체중 및 뿌리의 생체중과 건물중이 SCB 액비 26 mg L⁻¹ 처리에 비하여 적었다. Lim et al. (2008)은 고추 재배에서 SCB 액

비를 50%만 시비하여도 125% 처리구와 초장의 차이는 없다고 하였고 Ro et al. (2008)은 배추재배에서 표준시비량 2배 처리까지는 건물중이 증가하였으나 3배 처리에서는 크게 감소한다고 하였다. Lee et al. (2007)은 토마토 관비재배에서 질소 흡수율이 71.8~102.3%로 관행처리 45%에 비하여 현저하게 높다고 하였다. 본 연구는 토양 중 질산태 질소함량이 269 mg kg⁻¹로 많아 질소 무비 및 26 mg L⁻¹ 처리와 52 mg L⁻¹ 처리에서 차이가 없었던 것으로 판단되며 특히 억제재배는 여름재배로 고온기에 증발산량이 많아 양분이 축적되어 생육이 억제된 것으로 추정되었다.

SCB 액비 및 화학비료를 관비한 결과 오이 잎, 뿌리, 줄기 및 과실의 무기성분 함량은 Table 3과 같다. 잎의 무

Table 2. Effect of fertigation of chemical fertilizer and slurry composting biofiltration liquefied fertilizer on plant height, and weight of leaf, stem and root of cucumber.

Cropping system	Treatment	Plant height	Leaf		Stem		Root	
			Fresh weight	Dry weight	Fresh weight	Dry weight	Fresh weight	Dry weight
		cm	g plant ⁻¹					
Semi-forcing culture	No fertilizer	496.3a [‡]	205.3a	16.8a	303.3a	23.9a	14.1a	1.07a
	SCBLF 1/2 [†]	474.4a	216.3a	16.3a	298.3a	23.9a	15.7a	1.22a
	SCBLF 1	471.9a	200.8a	15.5a	277.1a	22.5a	13.7a	1.07a
	Chemical fertilizer	463.3a	194.0a	15.3a	273.8a	22.6a	15.4a	1.26a
Retarding culture	No fertilizer	287.9a	282.7a	21.4a	156.3ab	11.5a	14.6ab	1.34ab
	SCBLF 1/2	286.6a	269.9ab	20.0a	173.9a	13.5a	15.8a	1.41a
	SCBLF 1	281.7a	278.3a	21.3a	151.9ab	10.7a	14.8ab	1.37ab
	Chemical fertilizer	275.7a	247.8b	19.3a	138.9b	9.9a	13.1b	1.17b

[†]SCBLF 1/2, 1: slurry composting biofiltration liquefied fertilizer N 26, 52 mg L⁻¹.

Chemical fertilizer: urea N 52 mg L⁻¹.

[‡]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

Table 3. Effect of fertigation of chemical fertilizer and slurry composting biofiltration liquefied fertilizer on the mineral content in leaf, root, stem, and fruit of cucumber.

Plant part	Treatment	N	P	K	Ca	Mg
Leaf	No fertilizer	47.62a [‡]	5.26a	32.54a	27.19a	6.62a
	SCBLF 1/2 [†]	49.03a	5.34a	38.05a	22.82c	6.44a
	SCBLF 1	48.69a	5.34a	35.90a	24.91b	6.50a
	Chemical fertilizer	48.93a	5.76a	38.44a	27.68a	6.06a
Root	No fertilizer	22.93a	7.24a	22.06a	4.78a	1.62a
	SCBLF 1/2	22.90a	9.10a	21.44a	4.68a	1.68a
	SCBLF 1	23.21a	8.00a	21.56a	4.83a	1.90a
	Chemical fertilizer	23.93a	8.62a	15.36b	5.24a	1.60a
Stem	No fertilizer	20.59b	6.53a	33.77b	13.63a	3.53a
	SCBLF 1/2	20.55b	7.42a	45.12a	13.74a	3.43a
	SCBLF 1	21.35ab	6.53a	43.23a	13.97a	3.42a
	Chemical fertilizer	22.24a	6.91a	45.50a	12.76b	3.31a
Fruit	No fertilizer	37.58a	8.05a	40.56a	6.59a	4.01a
	SCBLF 1/2	37.45a	8.35a	41.21a	6.49a	3.88a
	SCBLF 1	37.03a	8.49a	41.49a	7.22a	4.13a
	Chemical fertilizer	38.32a	8.68a	39.96a	6.20a	3.92a

[†]SCBLF 1/2, 1: slurry composting biofiltration liquefied fertilizer N 26, 52 mg L⁻¹.

Chemical fertilizer: urea N 52 mg L⁻¹.

[‡]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

Table 4. Effect of fertigation of chemical fertilizer and slurry composting biofiltration liquefied fertilizer on yield of cucumber.

Cropping pattern	Treatment	Marketable yield		Unmarketable yield		Total yield	
		ea. 10a ⁻¹	kg 10a ⁻¹	ea. 10a ⁻¹	kg 10a ⁻¹	ea. 10a ⁻¹	kg 10a ⁻¹
Semi-forcing culture	No fertilizer	55,694a [‡]	10,432a	11,956ab	1,317a	67,650a	11,749a
	SCBLF 1/2 [†]	56,658a	10,691a	11,373ab	1,091ab	68,031a	11,782a
	SCBLF 1	54,033ab	9,920a	13,206a	1,151ab	67,239a	11,071a
	Chemical fertilizer	50,700b	9,398a	10,290b	778b	60,990b	10,176b
Retarding culture	No fertilizer	27,787a	4,218a	5,957ab	403b	33,744a	4,621a
	SCBLF 1/2	28,745a	4,439a	4,166b	307b	32,911a	4,746a
	SCBLF 1	28,620a	4,543a	5,124ab	375b	33,744a	4,918a
	Chemical fertilizer	26,787a	4,030a	7,915a	678a	34,702a	4,708a

[†]SCBLF 1/2, 1: slurry composting biofiltration liquefied fertilizer N 26, 52 mg L⁻¹.
Chemical fertilizer: urea N 52 mg L⁻¹.

[‡]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

Table 5. Nutrient input, uptake, and efficiency of cucumber cultivated by retarding culture in soil fertigated with chemical fertilizer and slurry composting biofiltration liquefied fertilizer.

Treatment	Input			Uptake			Nutrient efficiency		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
	----- kg ha ⁻¹ -----			----- kg ha ⁻¹ -----			----- % -----		
No fertilizer	0	0	0	121.4	22.7	119.6	-	-	-
SCBLF 1/2 [†]	27	57	55	124.9	25.0	136.6	13.0	4.0	30.9
SCBLF 1	53	61	110	126.8	24.8	133.9	10.2	3.4	13.0
Chemical fertilizer	53	53	95	123.6	24.7	127.5	4.2	3.8	8.3

[†]SCBLF 1/2, 1: slurry composting biofiltration liquefied fertilizer N 26, 52 mg L⁻¹.
Chemical fertilizer: urea N 52 mg L⁻¹.

기성분 함량 중 질소, 인, 칼륨 및 마그네슘은 처리간에 차이가 없으나 칼슘은 SCB 액비 처리에서 낮았다. 뿌리의 무기성분 중 칼륨함량은 화학비료 52 mg L⁻¹ 처리에서 낮았으며 줄기의 무기성분함량 중 질소는 화학비료 처리에서 높았고 칼슘함량은 낮았는데 이는 줄기의 칼슘이 이므로 이동이 많았던 것으로 추정되었다. Papadopoulos (1986)는 오이 관비재배에서 질소 농도가 증가하면 엽병에서 질소함량은 증가하나 인과 칼륨함량은 감소한다고 하였다. Choi (2008)는 토마토 및 오이에서 화학비료와 SCB 액비 처리간에 잎의 무기성분 함량은 차이가 없다고 하였고, Hwang et al. (2004)에 의하면 돈분 일반 액비와 화학비료 시비량이 같을 때 고추는 액비 처리에 의하여 인산과 칼륨은 증가하였으나 질소, 칼슘 및 마그네슘은 감소한다고 하였으며 배추는 처리간에 차이가 없다고 하여 작물에 따라 차이가 있음을 시사하였다.

SCB 액비 및 화학비료를 관비한 결과 오이 수량을 보면 Table 4와 같다. 반숙성재배에서 총수량은 화학비료 52 mg L⁻¹ 처리가 적었으며 여숙재배에서는 SCB 액비 처리가 화학비료 처리보다 비상품과가 적었다. Papadopoulos (1986)는 5.8, 11.8, 17.8 mmol L⁻¹의 농도로 오이 관비재배를 하면 11.8 mmol L⁻¹에서 수량이 제일 많고 관비농도가 증가하면 수량이 떨어진다고 하였다. RDA (2009b)에 의하면

SCB 액비와 화학비료 질소 관비 재배에서 시비량이 같으면 오이의 수량은 같다고 하여 본 연구결과와 차이가 있다. 이는 SCB 액비 처리는 질소와 칼리뿐만 아니라 철, 구리, 망간 등 여러 가지 미량원소가 부가적으로 공급되어 나타날 수 있는 결과로 판단되었다.

SCB 액비 및 화학비료를 관비한 결과 양분 흡수량과 이용률은 Table 5와 같다. 질소 흡수량은 SCB 액비 26 mg L⁻¹ 처리에서 ha당 124.9 kg, SCB 액비 52 mg L⁻¹ 처리에서 ha당 126.8 kg을 흡수하여 시비량이 증가하여도 질소 흡수량 증가는 미미하였으며 화학비료 52 mg L⁻¹ 처리는 SCB 액비 26 mg L⁻¹ 처리보다 적었다. Ro et al. (2008)은 배추재배에서 돈분 액비를 질소기준 무비, 7, 14, 21 kg/10a을 사용했을 때 14 kg에서 흡수량이 가장 많았으며 21 kg에서 25%가 감소하였고, 토마토 재배에서 질소를 관비했을 때 토양 검정시비량 80%에서 수량이 많았고 생육이 가장 좋았다는 보고 (Lee et al., 2007)가 있어 질소 기준으로 액비를 사용할 때는 토양 검정시비량 보다 줄여 주는 것이 좋을 것으로 판단되었다. 양분 이용률은 질소는 4.2~13.0%, 인산은 3.4~4.0%, 칼륨은 8.3~30.9%로 칼륨, 질소, 인산 순으로 이용률이 높아 양과 노지 재배할 때 돈분액비 사용 결과 (Lee et al., 2006a)와 같은 경향이다. Greenwood et al. (1974)은 영국에서 상추 재배시 N:P:K 이용률이 각

Table 6. Effect of fertigation of chemical fertilizer and slurry composting biofiltration liquefied fertilizer on the chemical properties of the soil.

Treatment	pH	EC	NO ₃ -N	Avail. P ₂ O ₅	Exch. Cation		
					K	Ca	Mg
	1:5	dS m ⁻¹	----- mg kg ⁻¹ -----	-----	cmol _c kg ⁻¹ -----	-----	
No fertilizer	7.5a [‡]	1.36ab	6.7b	554a	0.30b	5.76a	1.23a
SCBLF 1/2 [†]	7.6a	1.15b	11.1b	545a	0.32b	5.72a	1.21a
SCBLF 1	7.6a	1.38ab	22.0ab	528a	0.40a	5.59a	1.17a
Chemical fertilizer	7.1b	1.95a	40.8a	483a	0.29b	5.67a	1.17a

[†]SCBLF 1/2, 1: slurry composting biofiltration liquefied fertilizer N 26, 52 mg L⁻¹.

Chemical fertilizer: urea N 52 mg L⁻¹.

[‡]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P*=0.05.

각 7%, 2% 및 8%이었으며 감자 재배시 65%, 6%, 55%로 이용률에 차이는 있으나 인산의 흡수율이 매우 낮음을 보고하였다. 인산은 시용했을 때 흡수량 즉, 이용률이 매우 낮기 때문에 인산 흡수율을 높이는 방법을 강구할 필요가 있다. Lee et al. (2006b)의 보고에 의하면 녹비작물 후작으로 토마토를 재배했을 때 양분 이용률은 질소 14.6~37.8%, 인산 16.7~56.0%, 칼리 23.6~46.5%로 인산의 양분 이용률이 월등히 높아 오이 관비 재배에서도 인산의 이용률을 높이기 위해서 녹비작물을 활용할 필요가 있다고 판단되었다.

SCB 액비 및 화학비료 관비 처리 후 토양 화학성 변화를 보면 Table 6과 같다. pH는 화학비료 처리구보다 SCB 액비 처리구가 높았는데 이는 SCB 액비가 알칼리성이기 때문으로 판단되었으며 돈분 액비를 사용한 고추 (Kang et al., 2004), 양파 (Lee et al., 2006a) 및 토마토 (Park et al., 2010) 재배에서도 pH가 높아지는 경향을 보였다. 토양 EC는 화학비료 52 mg L⁻¹ 처리가 1.9 dS m⁻¹로 높고 SCB 액비 26 mg L⁻¹ 처리는 1.1 dS m⁻¹로 낮았다. 토양 중 질산태 질소함량은 SCB 액비 처리에서 11.1~22.0 mg kg⁻¹이며 화학비료 처리에서는 40.8 mg kg⁻¹로 SCB 액비 처리보다 화학비료 처리에서 질산태 질소 잔류량이 많았는데 Park et al. (2010)의 SCB 액비를 이용한 토마토 관비재배와 같은 경향이다. 유효인산함량은 처리간에 차이가 없으나 치환성 칼리 함량은 SCB 액비 52 mg L⁻¹ 처리에서 높았다. 이는 투입된 칼리 함량이 많아 나타난 결과로 판단되며 Park et al. (2010)의 토마토 SCB 액비 시험 결과와 같은 경향이다. 오이 관비재배에서 토양에 잔류되는 NO₃-N의 함량이 SCB 액비 처리가 화학비료보다 낮고 질소와 칼리 이용률이 화학비료를 관비했을 때보다 높아 토양 중 양분함량을 고려하여 적정량을 관비하면 시설 오이 관비재배에서 SCB 액비는 화학비료를 질소와 칼리를 대체하여 이용할 수 있는 유기 자원으로 판단되었다.

요 약

본 연구는 시설 하우스 재배에서 돈분노 액비와 화학비료의 관비처리가 오이 생육, 무기성분 함량, 수량, 양분흡수량 및 이용률, 토양 화학성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행되었다. 오이 재배 양식은 반촉성과 역제재배이며 시험 처리는 무비, 질소 기준으로 돈분노 액비 26 mg L⁻¹, 52 mg L⁻¹ 및 화학비료 52 mg L⁻¹ 4처리를 하였다. 돈분노 액비와 화학비료 처리는 초장에 차이가 없으나 돈분노 액비 26 mg L⁻¹ 처리에서 줄기와 뿌리의 생체중과 건물중이 많았다. 잎의 칼슘함량은 돈분노 액비 처리에서 낮았으며 뿌리의 칼륨함량은 화학비료 52 mg L⁻¹ 처리에서 낮았다. 줄기의 칼슘함량은 화학비료 52 mg L⁻¹에서 가장 낮았고 과실의 무기성분 함량은 처리간에 차이가 없었다. 돈분노 액비 및 화학비료를 처리에서 총수량은 반촉성재배에서 화학비료 52 mg L⁻¹ 처리가 적었으며 비상품과 수량은 돈분노 액비 처리에서 적었다. 양분 이용률은 질소 4.2~13.0%, 인산은 1.9~2.0%, 칼륨은 8.3~30.9%로 칼륨, 질소, 인산 순이다. 토양 화학성 중 pH는 돈분노 액비 처리가 화학비료 처리보다 높았고 EC 및 질산태 질소함량은 화학비료 처리가 돈분노 액비 처리보다 많았다. 치환성 칼륨함량은 돈분노 액비 52 mg L⁻¹ 처리구가 높았으며 칼슘과 마그네슘은 처리간에 차이가 없었다. 결과적으로 오이 관비 재배에서 토양 검정에 의한 돈분노 액비 사용은 화학비료 질소와 칼리를 대체할 수 있을 것으로 판단되었다.

인 용 문 헌

Bonmati, A. and X. Flotats. 2003. Air stripping of ammonia from pig slurry characterization and feasibility as pre- or post-treatment to mesophilic anaerobic digestion. Waste Management. 23:261-272.

- Choi, J.K. 2008. Effect of liquid pig manure on horticultural crop and soil environment. 2008 Annual Report on Natural Cycle Agricultural Research. RDA. Natural Recycle Agricultural Research Project Team. p. 95-103.
- Clifford, W.R., L.B. James, and H.D. Stensel. 1992. Design and retrofit of wastewater treatment plants for biological nutrient removal. Water Quality Management Library. 5:1-23.
- Greenwood, D.J., T.J. Cleaver, and M.K. Turner. 1974. Fertiliser requirements of vegetable crops. Proceedings of the Fertilizer Society. 145:16-29.
- Hwang, S.W., J.K. Sung, B.K. Kang, C.S. Lee, S.G. Yun, T.W. Kim, and K.C. Eom. 2004. Polyamine biosynthesis in red pepper and chinese cabbage by the application of liquid pig manure. Korean J. Soil Sci. Fert. 37:171-176.
- Kang, B.G., H.J. Kim, G.J. Lee, and S.G. Park. 2004. Determination of the optimum application rate of pig slurry for red pepper cultivation. Korean J. Soil Sci. Fert. 37:388-395.
- Lee, C.H., K.Y. Shin, J.T. Lee, G.J. Lee, and J.H. Ahn. 2003. Determination of nitrogen application level for Chinese cabbage with application of poultry manure compost in highland. Korean J. Soil Sci. Fert. 36:280-289.
- Lee, I.B., J.H. Lim, and J.M. Park. 2007. Effect of reduced nitrogen fertigation rates on growth and yield of tomato. Kor. J. Environ. Agr. 26:306-312.
- Lee, J.T., I.J. Ha, H.D. Kim, J.S. Moon, W.I. Kim, and W.D. Song. 2006a. Effect of liquid pig manure on growth, nutrient uptake of onion, and chemical properties in soil. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24:148-156.
- Lee, I.B., J.M. Park, J.H. Lim, and K.S. Hwang. 2006b. Growth and yield response of the following tomato crop according to incorporation of green manure into soil. Kor. J. Environ. Agr. 25:346-351.
- Liao, P.H., A. Chen, and K.V. Lo. 1995. Removal of nitrogen from swine manure water by ammonia stripping. Bioresource. Technol. 54:17-20.
- Lim, T.J., I.B. Lee, S.B. Kang, J.M. Park, and S.D. Hong. 2009a. Effects of continual pre-plant application of pig slurry on soil mineral nutrients and yield of chinese cabbage. Kor. J. Environ. Agr. 28:227-232.
- Lim, T.J., S.D. Hong, S.B. Kang, and J.M. Park. 2009b. Evaluation of preplant optimum application rates of pig slurry composting biofiltration for chinese cabbage. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27:572-577.
- Lim, T.J., S.D. Hong, S.H. Kim, and J.M. Park. 2008. Evaluation of yield and quality from red pepper for application rates of pig slurry composting biofiltration. Kor. J. Environ. Agr. 27:171-177.
- MAF. 2007. Statistical research annual report of agriculture and forestry. Ministry of Agriculture and Forestry. Seoul. Korea.
- Murayama, S., N. Kibo, M. Komada, K. Baba, and A. Tsumura. 2001. Water quality, particularly of trihalomethane formation potential of ground water of articultural area of humic volcanic ash soil on Shirash Plateau where livestock wastes have been applied as land management. Soil Sci. Plant Nutr. 72:764-774.
- NIAST. 2000. Methods of soil chemical analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- Papadopoulos, I. 1986. Nitrogen fertigation of greenhouse-grown cucumber. Plant and Soil. 93:87-93.
- Park, J.M., T.J. Lim, S.B. Kang, I.B. Lee, and Y.I. Kang. 2010. Effect of pig slurry fertigation on soil chemical properties and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Korean J. Soil Sci. Fert. 43:488-493.
- Ro, H.M., H.J. Choi, S.I. Yun, M.J. Lee, J.M. Kim, H.L. Choi, and K. Zhu. 2008. Growth of chinese cabbage and losses of non-point sources from runoff and leaching in soils as affected by anaerobically digested liquid pig slurry. Korean J. Soil Sci. Fert. 41:112-117.
- Rural Development Administration (RDA). 2010. Manual of applying compost and liquid fertilizer with livestock manure. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Rural Development Administration (RDA). 2009a. Improvement of the swine slurry treatment and land application technology for recycling, p. 1-50., *In*: Kim, J.H. et al. (ed.). Improvement of the swine slurry treatment system by SCB process. 2009 Report of National Joint Agricultural Research Project of RDA, Suwon, Korea.
- Rural Development Administration (RDA). 2009b. Improvement of the swine slurry treatment and land application technology for recycling, p. 110-134. *In*: Park, J.M. et al. (ed.). Development of cultivation technology for appliance in fruit tree and greenhouse vegetation of slurry composting biofiltration. 2009 Report of National Joint Agricultural Research Project of RDA, Suwon, Korea.
- Yadav, R.L., B.S. Dwivede, K. Prasad, and P.S. Pandey. 2000. Yield trends and changes in soil organic-C and available NPK in a long-term rice-wheat system under integrated use of manure and fertilizers. Field Crop Res. 68:219-246.