

유기액비 관비가 고추 생육 및 과실 품질에 미치는 영향

주선종* · 이광재**

Effects of Organic Liquid Fertilizer Fertigation on Growth and Fruit Quality of Hot Pepper

Joo, Seon Jong · Lee, Guang Jae

The present study was carried out to evaluate the effects of organic liquid fertilizer (OLFs) fertigation on the growth and fruit quality of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) cv. 'Nokkwang (Seminis Korea)'. Treatments were given with control (chemical fertilizer), OLF I (fowl dropping : fish meal : soybean meal, 2:1:1), OLF II (fowl dropping : bone meal : soybean meal, 2:1:1), OLF III (fowl dropping : bone meal, 1:1), and OLF IV (fowl dropping : rice bran : soybean meal, 2:1:1). The composition ratio of OLF based on weight to weight. The pH and EC of OLFs according to different material and compositions ranged from 6.5 to 6.8, and from 2.91 to 3.69dS · m⁻¹, respectively. The C/N ratio was the highest as 5.75 in OLF IV, and there was no difference among the treatments in C/N ratio of the exception of OLF IV. In OLF IV total fruit weight was the highest as 1,558g per plant and total fruit number increased as 23.7% compared to control. The content of capsaicin in the ripened pepper increased with OLF I and II treatments, and decreased with OLF III and IV treatments compared to control of 662mg · kg⁻¹, but the soluble solid content was the highest with OLF IV treatment as 10.0°Brix.

Key words : *bone meal, fertigation, fowl dropping, organics, red pepper, soybean meal*

* 충북농업기술원 원예생명연구과.

** 교신저자, 충북농업기술원 원예생명연구과(ds3inj@korea.kr).

I. 서 언

우리나라의 유기성 폐기물 발생량은 계속 증가하고 있으나 재활용률이 낮아 토양, 대기 및 수질 오염의 원인이 되고 있다(Baeg et al., 1996). 가축 분뇨중의 유기물과 영양 염류가 지표수나 지하수를 오염시킴으로써, 음용수로 사용될 경우 인축의 건강에 영향을 미칠 수 있기 때문에 질산태 질소 농도를 엄격히 규제하고 있다(Ministry of Environment of Korea, 2003).

유기성 산업 폐기물의 비료 자원화 연구(Han, 1978)를 수행한 이래, 유기성 폐기물의 재이용 방법(Jeong et al., 1981), 분뇨와 고품 폐기물과의 혼합 퇴비화에 대한 가능성 검토(Kim et al., 1988), 축산 폐기물 및 슬러지 등의 유기성 폐기물에 대한 퇴비화 및 시용에 관한 연구(Shin, 1984)가 활발하게 진행되어 왔다.

계분에 인산질 비료인 중과석, 과석을 처리하여 부숙시키면 암모니아의 휘산을 줄여 계분 질소를 80~90%까지 보전할 수 있으며(Oh, 1984), 수분 조절제의 첨가 없이 퇴비화가 가능하다(Jeong et al., 1997). 돈분뇨 액비 시용에 의한 홍고추의 수량은 액비의 시용량이 증가할수록 증가하였고, 고추의 무기성분 함량은 인산 및 칼륨 함량이 증가하였지만, 질소, 칼슘 및 마그네슘 함량은 감소하였다(Hwang et al., 2004).

가축 분뇨를 유기질 및 부산물 비료로 재활용하면 환경 보전과 더불어 생물종의 다양성을 증가시켜 농약 사용을 줄이고, 화학 비료 대체에 의한 비용 절감과 유기성 비료의 시용에 의한 토양의 물리화학적 특성을 개선하고 농산물의 품질이 향상되는 효과를 기대할 수 있다. 우리나라의 친환경 농산물 2,188천톤 가운데 채소류는 978천톤으로 45%를 차지하고 있다(Seo et al., 2009).

본 연구는 소비자의 건강에 대한 관심 고조 및 친환경 농산물 소비 촉진을 위해 고추 시설 관비 재배 시 조성 비율이 고추의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명코자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 충청북도농업기술원 플라스틱하우스에서 2002년 4월 29일 ‘녹광’(세미니스)을 75×40cm로 정식하여 10월 28일까지 수행하였다. 유기액비 원료 조성에 따라 5처리를 두었다. 대조구는 화학 비료를 시비하였으며, 유기액비 I은 계분 : 어분 : 대두박(2:1:1), 유기액비 II는 계분 : 골분 : 대두박(2:1:1), 유기액비 III은 계분 : 골분(1:1), 유기액비 IV는 계분 : 대두박 : 쌀겨(2:1:1)로 만들었다. 액비의 조성 비율은 무게에 기초를 두었으며, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 대조구는 토양 검정 시비량 $N-P_2O_5-K_2O = 27.9-23.4-30.3kg \cdot 10a^{-1}$ 중 기비로 질소 55%, 인산 100%, 칼륨 60%를 사용하고, 추비로 질소 45%와 칼륨 40%

를 시비하였다. 유기액비 관비구는 질소 함량을 분석하여 대조구의 질소 시비량으로 환산하여 정식 후 45일부터 7일 간격으로 EC 2.0dS·m⁻¹로 조절하여 0.2kg·cm⁻²의 압력으로 24회 점적으로 관비하였다. 기타 재배 관리는 농촌진흥청의 표준 재배법을 따랐다.

고추의 초장은 지체부에서 최장엽의 선단까지의 길이, 주경장은 지체부에서 제 1화방까지의 줄기 길이, 주경경은 지체부 줄기의 직경, 과수는 수확된 고추의 개수를 조사하였다. Capsaicin 함량은 고추 과육 2g을 95% 에탄올 15ml로 2시간마다 교환해 주면서 3회 추출해 얻은 상징액을 원심분리한 후 30배 희석하여 HPLC(SDV30pls, 영인과학)를 이용하여 분석하였다. 컬럼은 C₁₈ column(4.6×250mm, Beckman Ultrasphere)을 사용하였고, 이동상은 acetonitrile : eter(1:1)이었으며, 유속 1.5ml·min⁻¹의 속도로 분석하였다. 가용성 고형물 함량은 제 3차 분지의 과실을 수확 후 homogenizer를 이용하여 착즙한 과즙을 당도계(Atago, Model NI, Japan)로 측정하였다.

유리당 함량은 과육 5g에 증류수 50ml을 가하여 착즙한 액을 400rpm으로 20분간 원심분리한 후 상징액을 취해 Sep-pak 카트리지와 0.45µm millipore 필터로 여과한 다음 sugar pak 컬럼을 사용하여 HPLC(SDV30pls, 영인과학)로 분석하였다. 이동상은 H₂O를 사용하여 유속은 0.5ml·min⁻¹로 조정하였다(Hurst et al., 1979). 고추의 capsaicin 함량과 유리당 함량, 가용성 고형물 함량 등은 과실을 10개씩 수확하여 시료로 이용하였다.

식물체 무기성분 함량은 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법에 준하여 실시하였다. 식물체를 70°C에서 건조한 후 분쇄한 시료를 산 분해 용액(HClO₄ : H₂SO₄ = 10:1)으로 습식 분해하여 전 질소는 Kjeldahl법으로, 인산은 vanadate법으로, 양이온 K, Ca, Mg은 atomic absorption spectrometer(Varian SF-200, Mulgrave, Australia)로 정량하였다.

토양 이·화학성은 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법에 준하여 실시하였다. 토양과 증류수를 1:5의 비율로 혼합하여 30분간 진탕시킨 후, pH 미터(Radiometer M-92, Denmark)와 전도도계(YSI-32, Yellow Springs, OH, USA)로 pH와 EC를 측정하였다. 질산태 질소는 Kjeldahl법으로 측정하였고, 유효 인산은 Lancaster법으로 비색(Varian Cary-50, Mulgrave, Australia) 정량하였다. 양이온인 K, Ca, Mg는 1-N ammonium acetate로 침출하여 atomic absorption spectrometer (Varian SF-200, Mulgrave, Australia)로 분석하였다. 본 시험의 모든 통계 처리는 SAS program(SAS Co. ver 9.12)을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 유기액비 조성에 따른 pH와 EC

유기액비 IV의 pH는 대조구 7.0에 비하여 감소하였으나, 다른 조성의 액비는 대조구보다

알칼리화되어 8.0~8.6의 분포를 나타냈다(Table 1). 유기액비 조성물에 따른 pH의 변화는 일정한 경향을 나타내지 않았는데, 유기액비의 pH는 조성물과 발효 시 발효균 종류의 차이에 기인한 것으로 판단되었다. 액비 자재별 제조 당시 pH는 6.2~8.1이었으나 제조 후 5일부터 현저히 감소하다가 그 후 다소 증가한다(Joo 등, 2001). 액비 제조 시 초기에 유기산이 생성되어 pH가 낮아진 후 질소 화합물에서 암모니아가 생성되어 pH가 증가한다(장, 1995). 유기액비 원액의 EC는 처리에 따라 $2.91\sim 3.69\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 의 분포를 나타냈으며, 유기액비 I을 제외하고 처리간에 유의성을 나타내지 않았다. EC의 차이는 액비 자재의 특정 조성물 상호 작용이라기보다는 조성물의 고유의 특성에 기인한 것으로 생각되었다. 또한, Joo 등(2001)도 액비의 EC는 어분의 경우 $59.2\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 쌀겨의 경우 $14.9\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 를 나타내 액비 자재에 따라 다르다고 보고하였다.

Table 1. The initial pH and EC according to different organic liquid fertilizers (OLFs)

OLF ^z	pH	EC (dS · cm ⁻¹)
Control	7.0 c ^y	3.06 b
I	8.0 b	3.69 a
II	8.2 ab	2.91 b
III	8.6 a	2.93 b
IV	6.5 d	2.91 b

^z I, Fowl dropping : fish meal : soybean meal (2:1:1); II, fowl dropping : bone meal : soybean meal (2:1:1); III, fowl dropping : bone meal (1:1); IV, fowl dropping : rice bran : soybean meal (2:1:1).

^y Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

유기액비의 화학적 조성은 유기액비의 종류에 따라 큰 차이가 있었으며, 유기액비 III의 총 탄수화물량은 $5.6\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 다른 액비는 $23.5\sim 29.8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 보다 현저하게 낮았다(Table 2). Joo 등(2001)은 액비 자재에 따라 총 탄수화물량은 계분이 $30.86\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 어분 $46.0\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 쌀겨 $52.2\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 대두박 $52.9\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 로 차이가 많았다. 전 질소 함량은 유기액비 I에서 $8.08\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 가장 높았으며, 모든 처리에서 유효 인산 함량은 $0.8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이하, 칼륨은 $4.10\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이하, 칼슘은 $0.03\sim 0.68\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 의 분포를 나타냈다. 마그네슘은 최고 $6.38\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 을 함유하였으며, 나트륨은 $0.74\sim 4.77\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이었고, C/N율은 유기액비 종류에 따라 3.44~5.75의 분포를 나타냈다. 무기태 질소는 어분과 대두박에서 많고, 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 계분, 대두박과 쌀겨에 많아(Joo 등, 2001), 액비 자재의 혼합 비율에 따라 그 특성을 잘 나타내고 있다.

Table 2. Chemical properties of OLFs used in the study

OLFz	T-C	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	C/N ratio
 g · kg ⁻¹							
I	29.6 ay	8.08 a	0.78 a	3.48 b	0.65 a	0.64 a	0.98 b	3.66 b
II	23.5 a	6.65 b	0.63 b	0.68 c	0.63 a	0.63 a	0.77 c	3.54 b
III	5.6 b	1.63 d	0.23 c	3.28 b	0.03 b	0.05 c	0.74 c	3.44 b
IV	29.8 a	5.18 c	0.70 ab	4.10 a	0.68 a	6.38 b	4.77 a	5.75 a

^z I, Fowl dropping : fish meal : soybean meal (2:1:1); II, fowl dropping : bone meal : soybean meal (2:1:1); III, fowl dropping : bone meal (1:1); IV, fowl dropping : rice bran : soybean meal (2:1:1).

^y Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

2. 유기액비 종류에 따른 생육 특성

초장은 유기액비 관비구에서 204~221cm로 대조구 240cm에 비하여 생육이 다소 저조하였으며, 주경장은 유기액비 관비구에서 처리에 따라 21.2~27.1cm의 분포를 나타내었다 (Table 3). 돈분뇨 발효 액비 관비 시 화학 비료 시용구에 비해 결구 상추의 생육이 증가한다고 하였으나(Kim et al., 2001), 고추는 결구상추와 달리 생육 기간이 긴 과채류이므로 유기액비 관비구에서의 생육이 다소 저조하였다.

Table 3. Characteristics of hot pepper growth according to different OLF fertigation

OLF ^z	Plant height (cm)	Main stem length (cm)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)	Percentage of dry matter (%)
Control	240 a ^y	22.6 b	636 a	162.2 ab	25.5 b
I	204 b	27.1 a	607 ab	155.4 b	25.6 b
II	213 b	22.6 b	583 b	155.0 b	26.6 ab
III	221 ab	23.7 ab	587 b	173.9 ab	30.7 a
IV	210 b	21.2 b	630 a	195.3 a	31.0 a

^z I, Fowl dropping : fish meal : soybean meal (2:1:1); II, fowl dropping : bone meal : soybean meal (2:1:1); III, fowl dropping : bone meal (1:1); IV, fowl dropping : rice bran : soybean meal (2:1:1).

^y Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

식물체의 주당 생체중은 유기액비 II와 III 관비구에서 583~587g으로 다른 처리구와 통계적인 유의성이 인정되었다. 건물중은 유기액비 IV 관비구에서 195.3g으로 가장 무거웠으며, 유기액비 III 관비구, 대조구순으로 무거웠다. 건물률은 생육이 저조한 유기액비 III과

IV 관비구에서는 30.7~31.0%를 나타냈고, 대조구, 유기액비 I 과 II 관비구에서는 25.5~26.6%의 분포를 나타냈다. 주 등(2001)은 유기액비 관비 재배 시 유기액비의 종류에 따른 결구상추와 배추의 생육에는 커다란 영향을 미치지 못하였으나, 본 실험에서는 선행 연구와 달리 엽채류가 아닌 과채류의 생육 기간이 길어 생육에 차이를 나타낸 것으로 판단되었다.

3. 유기액비 종류에 따른 수량 특성

홍고추 주당 과중은 대조구가 908g으로 가장 무거웠으며, 유기액비 IV 관비구에서는 812g으로 다른 액비 처리구보다 무거웠다(Table 4). 풋고추는 유기액비 IV 관비구에서 745g으로 가장 많았으며, 주당 총 과중도 1,558g으로 가장 무거웠다. 결구상추 관비 재배 시 유기액비 IV 관비구에서와 동일한 조성의 관비구에서 수량이 가장 많았다(Joo et al., 2001). Kim 등(2001)은 돈분뇨 발효 액비 시비구가 화학 비료 시비구보다 수량이 높았으며, Park 등(1999)은 수박을 관비 재배와 수경 재배를 비교한 결과, 수경 재배구에서 다소 과중이 증가하였다고 보고하였다.

과수는 유기액비 IV 관비구에서 홍고추가 60.5개, 풋고추가 72.3개로 총 132.8개로 가장 많아 다른 처리구와 통계적인 유의성이 인정되었다. 다른 유기액비 관비구의 총과수는 대조구와 차이가 없었다. 유기액비 IV 관비구에서의 수량과 과수가 가장 많은 것은 유기액비의 인산 성분이 에너지 대사에 관여하여 착과수를 증가시킨 것으로 판단되었고(Kim, 1975), 유기액비 IV 관비구에서는 다른 처리구에서와 비해 C/N율이 높고 질소, 칼륨 등의 단비 관비보다 여러 가지 무기성분을 함유함으로써 생육 후기까지 충분한 경엽 성장을 유도하여 착과수가 증가되는 것으로 생각되었다.

고추의 10a당 홍고추 수량은 대조구, 유기액비 I 과 IV 관비구에서는 차이가 없었으나, 유기액비 II와 III 관비구에서는 대조구에 비해 526~605kg 감소하였다. 풋고추의 수량은 유기액비 IV, III, II 관비구순으로 각각 2,484, 2,231, 2,141kg으로 많았다. 총 수량은 대조구 5,122kg에 비하여 유기액비 IV 관비구에서 1.4% 증수하였으나, 유기액비 III, II, I 관비구에서는 각각 7.7%, 11.0%, 13.0% 감소하였다. 유기액비 종류에 따른 처리 간 수량 차이는 시험 전 토양의 화학성 분석에 의거하여 화학 비료 시비 추천량에 해당하는 액비의 시용량을 질소 함량 기준으로 시용하였으나 액비의 성분 함량이 서로 상이하여 고추의 생육에 차이가 있었다고 생각된다. 특히 화학 비료 시비 추천량에 해당하는 시비량을 질소 기준량으로 시용함으로 고추 잎의 무기성분을 분석한 결과, T-N 함량은 대조구에서의 $30.5\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 에 비하여 관비구에서는 $29.5\sim 31.5\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로 나타나 대조구에서와 비슷하였다. 그 외 무기성분의 흡수 양상은 처리별로 다르게 나타났다. 액비의 조성 비율에 따라 무기성분 함량의 차이 때문으로 생각된다. 따라서 액비 조성 비율에 따라 사용 기준을 증감할 필요성이 있을 것으로 판단된다.

Table 4. Characteristics of fruit weight, no. of fruits per plant, and fruit yield of hot pepper according to different OLF fertigation

OLF ^z	Fruit weight (g) per plant			No. of fruits per plant			Fruit yields (kg/10 a)		
	Red	Green	Total	Red	Green	Total	Red	Green	Total
Control	908 ay	629 bc	1,537 ab	51.7 b	55.6 b	107.3 b	3,025 a	2,097 b	5,125 a
I	812 ab	526 c	1,338 c	52.6 b	48.6 c	101.2 b	2,708 ab	1,753 c	4,461 b
II	726 b	642 ab	1,368 c	51.1 b	56.9 b	108.0 b	2,420 b	2,141 ab	4,561 b
III	750 b	669 ab	1,419 bc	51.9 b	60.3 b	112.2 b	2,499 b	2,231 ab	4,729 ab
IV	812 ab	745 a	1,558 a	60.5 a	72.3 a	132.8 a	2,707 ab	2,484 a	5,191 a

^z I, Fowl dropping : fish meal : soybean meal (2:1:1); II, fowl dropping : bone meal : soybean meal (2:1:1); III, fowl dropping : bone meal (1:1); IV, fowl dropping : rice bran : soybean meal (2:1:1).

^y Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

4. 홍고추의 품질 특성

홍고추의 총 capsaicin 함량은 대조구에서의 662mg·kg⁻¹에 비하여 유기액비 IV 관비구에서는 418mg·kg⁻¹로 약 36.9% 감소하였고, 유기액비 II 관비구에서는 1,424mg·kg⁻¹으로 115% 증가하였다(Table 5). 가용성 고형물 함량은 대조구에서의 8.6°Brix에 비하여 10.0°Brix로 16.3% 증가하였으며, 유리당 함량은 대조구에서의 46.3g·kg⁻¹에 비하여 51.9g·kg⁻¹로 12% 증가하였다.

Capsaicin과 dihydrocapsaicin의 비율은 56:44로 큰 변동 없이 유지된다는 보고(Lee와 Cho, 1971)와 비슷하였다. 신미 성분은 처음부터 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 동족체가 비슷한 비율로 생합성되며, 성숙 중 상호 변환 없이 축적되는 것으로 생각된다.

Table 5. Major components in fruits of red pepper according to different OLF fertigation

OLF ^z	Capsaicinoids (mg·kg ⁻¹)			Soluble solids content (°Brix)	Reducing sugar contents (g·kg ⁻¹ F.W.)			
	Capsaicin	Dihydro-capsaicin	Total		Glucose	Galactose	Fructose	Total
Control	419 c ^y	243 d	662 c	8.6 b	19.1 b	0.3 d	26.9 ab	46.3 bc
I	628 b	374 b	1,002 b	9.0 b	19.2 b	14.3 a	25.3 bc	58.8 a
II	781 a	643 a	1,424 a	9.0 b	18.9 b	0.6 b	22.5 c	42.0 c
III	397 d	298 c	695 c	9.5 ab	21.8 ab	0.4 c	31.0 a	53.2 ab
IV	264 e	154 e	418 d	10.0 a	24.8 a	0.8 b	26.3 ab	51.9 ab

^z I, Fowl dropping : fish meal : soybean meal (2:1:1); II, fowl dropping : bone meal : soybean meal (2:1:1); III, fowl dropping : bone meal (1:1); IV, fowl dropping : rice bran : soybean meal (2:1:1).

^y Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

당도는 유기액비 IV 관비구에서 10.0°Brix로 가장 높았으며, 대조구보다 유기액비 관비구에서 높았다. 당도는 질소 시비량과 관련이 있는 것으로 생각되며, 고추의 추비를 유기액비 관비로 시비하므로 대조구에 비해 상대적으로 1회 추비량이 적고 추비 횟수를 증가시키면 일시적으로 다량의 질소 흡수가 방지되어 당도가 증가된다고 생각되었다.

고추의 유리당 중 glucose 함량은 유기액비 IV 관비구에서 가장 높았고, galactose 함량은 유기액비 I 관비구에서 가장 높았으며, fructose 함량은 유기액비 III 관비구에서 가장 높았다. 총 유리당 함량은 유기액비 II 관비구를 제외하고 대조구에서보다 증가하였으며, 특히 유기액비 I 관비구에서 $58.8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ F.W.으로 가장 높았다.

5. 엽중 무기성분 함량

고추의 엽중 무기성분 조사 결과, 총 질소 함량은 대조구에서의 $30.5\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 에 비하여 유기액비 관비구에서 $29.5\sim 31.5\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 로 큰 차이가 없었다(Table 6). Kang 등(2000)은 고추에 돈분 액비 시용 결과, 질소 함량은 과실, 줄기, 뿌리보다 잎에서 높았으며, 일정농도 이상의 돈분 액비 시용 시 엽중 질소 함량은 차이가 없다. Kim 등(2002)은 식물체 내 총 질소는 액비 농도가 증가할수록 식물체 내 농도가 증가한다고 하였으나, 본 시험에서는 일정 농도 이상의 질소가 공급되어 총 질소 함량의 차이가 없는 것으로 판단되었다. 인산 함량은 대조구에서의 $4.4\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 에 비하여 유기액비 관비구에서는 $4.5\sim 5.3\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 다소 증가하였다. 돈분노 발효 액비 농도가 감소함에 따라 녹색꽃양배추와 양미나리의 식물체 내 인산 흡수 정도가 높았다(Kim et al., 2002)고 하였으나, 본 실험에서는 직접적인 상관관계를 찾을 수 없었다. 칼륨 함량은 유기액비 III 관비구는 대조구 $4.9\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 에 비하여 다소 감소하였고, 다른 유기액비 관비구에서는 $0.2\sim 0.8\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 증가하였다. 칼슘 함량은 대조구 $6.6\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 유기액비 관비구 $6.1\sim 7.4\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 과 처리 간 차이가 있었다. Yang 등(1995)은 고추 수경 재배 시 고농도의 칼슘 처리는 배양액 내 이온 불균형이나 농도의 장해에 의해서 뿌리의 수분 흡수력이 저하되어 물과 함께 이동하는 칼슘 이온의 흡수도 저하되며, 목질부 일비액 중 칼슘 농도는 증산량에 비례하여 높아진다. 특히, 마그네슘 함량은 대조구에서보다 모든 유기액비 관비구에서 $0.2\sim 0.5\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 증가하여 대조구와 통계적인 유의성을 나타냈다. Park 등(1999)은 수박 수경 재배 보다 관비 재배시 마그네슘 흡수가 용이하다고 보고하였으며, 토양 관비재배시 왜 마그네슘 흡수가 잘되는지 추가적인 연구가 필요하다.

고추 잎의 양분 함량 진단 기준(Rural Development Administrations of Korea, 2006)인 질소 $35\sim 57\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 인산 $3.0\sim 5.0\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 칼륨 $4.8\sim 6.3\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 칼슘 $2.7\sim 3.4\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 마그네슘 $0.6\sim 0.9\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 와 비교하면 질소 함량은 낮았고 칼슘과 마그네슘 함량은 높게 나타났다. 유기액비 I 과 II 관비구에서의 인산 함량은 각각 $4.5\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이었으며, 마그네슘 함량은 각각 $1.7\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 로 다른 관비구 처리에 비하여 인산 함량과 마그네슘 함량이 각각 낮았는데 이는 고추 잎

의 마그네슘 함량이 감소하면 인산 함량도 따라서 감소한다는 보고(Miller, 1961)와 일치하였다.

Table 6. Contents of mineral elements in red pepper leaves according to different OLF fertigation

OLF ^z	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
 g · kg ⁻¹				
Control	30.5 a ^y	4.4 c	4.9 b	6.6 bc	1.5 c
I	31.5 a	4.5 c	5.1 b	6.7 b	1.7 b
II	30.5 a	4.5 c	5.7 a	6.1 c	1.7 b
III	31.4 a	4.9 b	4.4 c	7.4 a	2.0 a
IV	29.5 a	5.3 a	5.5 a	6.5 bc	1.7 b

^z I, Fowl dropping : fish meal : soybean meal (2:1:1); II, fowl dropping : bone meal : soybean meal (2:1:1); III, fowl dropping : bone meal (1:1); IV, fowl dropping : rice bran : soybean meal (2:1:1).

^y Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

6. 재배 토양의 화학성 변화

시험 전·후 재배 토양 화학성 변화는 시험 후 토양의 pH는 처리에 따라 7.0~7.2의 분포를 나타내어 처리 간에 차이가 없었으나, EC는 대조구에서의 0.7dS · m⁻¹에 비하여 유기액비 IV 관비구에서는 1.4dS · m⁻¹로 2배 정도 증가하였다(Table 7). OM 함량은 시험 전 6.0g · kg⁻¹에서 시험 후 증가하였으며, 유기액비 III 관비구에서는 13.0g · kg⁻¹로 현저하게 높아졌다.

NH₄-N 함량은 시험 전 2.1mg · kg⁻¹에 비하여 유기액비 I 과 III 관비구에서는 1.4mg · kg⁻¹로 감소하였으나, 유기액비 II와 IV 관비구에서는 각각 3.5mg · kg⁻¹와 5.6mg · kg⁻¹으로 증가하였다. NO₃-N 함량은 시험 전 41.3mg · kg⁻¹에서 시험 후 대조구의 경우 1.4mg · kg⁻¹로 현저히 낮아졌으나 유기액비 관비구에서는 14.7~38.5mg · kg⁻¹의 분포를 나타냈다.

유효 인산 함량은 시험 전 74mg · kg⁻¹에서 시험 후 103~185mg · kg⁻¹로 범위까지 증가하였으며, 이는 고추 재배지 토양의 적정 범위인 450~550mg · kg⁻¹ 이하보다 적었다. 치환성 칼륨은 전 처리구에서 0.11~0.15cmolc · kg⁻¹이었으나, 적정 범위인 0.7~0.8cmolc · kg⁻¹보다 낮았다. 치환성 칼슘은 전 처리구에서 9.7~19.8cmolc · kg⁻¹을 범위로 적정 범위인 5.0~6.0cmolc · kg⁻¹보다 높았다. 마그네슘은 함량은 모든 처리에서 0.7~0.9cmolc · kg⁻¹이었으나 적정범위 1.5~2.0cmolc · kg⁻¹에 비하여 부족한 편이었다.

CEC는 시험 전에 9.0cmolc · kg⁻¹에 비하여 전 처리에서 10.5~20.6cmolc · kg⁻¹로 증가하였고, 대부분의 관비구에서 적정 범위인 10~15cmolc · kg⁻¹ 범위를 상회하여 토양의 화학성이

개선되었다고 생각된다.

토양 중 양분 함량과 고추의 엽중 P_2O_5 , K_2O 함량과의 관계는 P_2O_5 , K_2O 모두 토양 중 양분 함량이 증가함에 따라 고추의 엽중 양분 함량이 현저히 증가하였는데 그 증가 정도는 P_2O_5 이 더 크다고 알려져 있다(Park et al., 1996).

결론적으로 농산부산물을 이용한 관비용 액비 조제 시 계분 : 쌀겨 : 대두박을 2:1:1의 비율로 만든 유기액비 IV의 관비재배하면 고추 수량이 증가하고 품질이 향상된다.

Table 7. Changes in chemical properties of soil according to different OLF fertigation

OLF ^z	pH (1:5)	EC ($dS \cdot m^{-1}$)	OM ($g \cdot kg^{-1}$)	NH ₄ -N	NO ₃ -N	AV. P ₂ O ₅	Exchangable cations			CEC
			 $mg \cdot kg^{-1}$			K	Ca	Mg	(cmolc · kg^{-1})
							... cmolc · kg^{-1} ...			
Before	7.4 a ^y	0.90 cd	6.0 d	2.1 c	41.3 a	74 e	0.19 a	7.7 e	1.1 a	9.0 f
After Control	7.2 a	0.70 e	10.0 c	2.1 c	1.4 e	103 d	0.12 c	12.6 c	0.8 bc	14.0 d
I	7.1 a	1.10 b	10.0 c	1.4 d	32.2 b	107 d	0.11 c	19.8 a	0.8 bc	20.6 a
II	7.2 a	1.10 b	12.0 ab	3.5 a	28.0 c	185 a	0.15 b	17.6 b	0.9 bc	18.7 b
III	7.2 a	0.80 d	13.0 a	1.4 d	14.7 d	128 c	0.12 c	14.5 c	0.8 bc	15.5 c
IV	7.0 a	1.40 a	11.0 b	5.6 a	38.5 a	144 b	0.15 b	9.7 d	0.7 c	10.5 e

^z I, Fowl dropping : fish meal : soybean meal (2:1:1); II, fowl dropping : bone meal : soybean meal (2:1:1); III, fowl dropping : bone meal (1:1); IV, fowl dropping : rice bran : soybean meal (2:1:1).

^y Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

IV. 적 요

본 연구는 유기액비 관비가 '녹광(세미니스)' 고추의 생육과 수량에 미치는 영향을 구명코자 실시하였다. 유기액비 조성에 따라 대조구(화학비료시비), 유기액비 I(계분 : 어분 : 대두박, 2:1:1), 유기액비 II(계분 : 골분 : 대두박, 2:1:1), 유기액비 III(계분 : 골분, 1:1), 유기액비 IV(계분 : 쌀겨 : 대두박, 2:1:1) 등 5처리를 두었다. 유기액비 조성재료와 비율에 따른 액비의 pH와 EC는 각각 6.5~6.8와, $2.91 \sim 3.69 dS \cdot m^{-1}$ 의 분포를 나타냈다. 유기액비 조성 비율에 따른 C/N율은 유기액비 IV가 5.75로 가장 높았으며, 그 외 처리는 처리간에 차이가 없었다. 주당 총과중은 유기액비 IV 처리구에서 1,558g으로 가장 무거웠으며 총과수는 대조구에 비해 23.7% 증가하였다. 홍고추의 캡사이신 함량은 유기액비 I과 II에서 대조구에 비하여 증가하였으며, 유기액비 III과 IV 관비구에서는 감소하였다. 당도는 유기액비 IV 관비구에서 10.0°Brix로 가장 높았다.

[논문접수일 : 2009. 11. 17. 논문수정일 : 2009. 12. 18. 최종논문접수일 : 2009. 12. 24.]

참 고 문 헌

1. Baeg, C. O., S. G. Kang, and K. S. Lee. 1996. A status of agricultural water quality and improvable. *Kor. J. Environ. Agr.* 15: 506-519.
2. Han, K. H. 1978. Utilization of industrial wastes for organic fertilizer use. *J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert.* 11: 195-205.
3. Hurst, W. J., J. R. Martin, and B. L. Zoumas. 1979. Application of HPLC characterization of individual carbohydrates in foods. *J. Food Sci.* 44: 892-895.
4. 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. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 37: 171-176.
5. Jang, G. W. 1995. Development way hereafter for quality improvement of by-product fertilizer. Symposium on problems and its solution of organic wastes fertilize. *J. Kor. Soil Sci. Fert.* pp. 70-112.
6. Jeong, G. Y., J. S. Shin, Y. S. Park, and K. H. Han. 1981. Use of industrial wastes as sources of organic fertilizer. *J. Kor. Soil Sci. Fert.* 14: 83-87.
7. Jeong, K. H., T. I. Kim, K. C. Choi, J. D. Han, and W. H. Kim. 1997. Changes of compost properties during aerobic composting of poultry manure. *Kor. J. Animal Sci.* 39: 731-738.
8. Joo, S. J., S. M. Shon, and J. H. Kim. 2001. Development of organic liquid fertilizer for leaf vegetable under green house. *Kor. J. Org. Agr.* 9: 83-99.
9. Kang, H. W., R. Zhang, and I. K. Rhee. 2000. Effect of aeration rates on emissions of oxygen and sulfur compound gases during composting of dairy manure. *J. Kor. Soc. Soil Sci.* 33: 472-481.
10. Kim, C. S. 1975. The Effect of fertilizers, growth regulators, and air temperature on the fruit setting of red pepper. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 16: 167-184.
11. Kim, S. K., B. T. Kim, and J. W. Kim. 1988. A study on the optimal bulking agent for the night soil composting using coal briquette ash. *Kor. J. Soc. Waste Mgt.* 5: 75-81.
12. Kim, W. B., W. H. Bae, S. W. Jang, Y. G. Kwon, K. Heo, and S. C. Lim. 2002. A study on the fertigation of swine liquid manure for broccoli and celery western vegetables. *Korean J. Plant Res.* 15: 50-56.
13. Lee, S. W. and S. Y. Cho. 1971. Physio-chemical studies on the maturity of hot pepper

- fruits variations in hot-taste constituents. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 10: 31-34.
14. Miller, C. H. 1961. Some effects of different levels of five nutrient elements on bell peppers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77: 440-448.
 15. Ministry of Environment of Korea. 2003. Standard of water for agriculture. Ministry of Environment. Goachon, Korea.
 16. Oh, W. K. 1984. Dynamics of nitrogen in poultry manure during its processing. *Kor. J. Environ. Agr.* 3: 57-62.
 17. Park, S. G., B. S. Lee, and S. J. Jeong. 1999. Comparisons of growth and fruit quality of *Citrullus lanatus* cv. Mudeungsan and *Citrullus vulgaris* cv. Dalgona grown in fertigation and soilless culture. *J. Bio-Environ. Cont.* 8: 19-29.
 18. Park, Y. S., K. S. Hwang, H. J. Kim, S. J. Lee, and Y. H. Kwak. 1996. Effects of rotational cropping including green pepper on crop growth, quantity, soil chemical properties, and microflora in vinyl house. *RDA J. Agr. Sci.* 38: 376-381.
 19. Rural Development Administrations of Korea. 2006. Prescription of standards fertilization according to different crops. National Academy of Agricultural Science. Rural Development Administrations of Korea. p. 246.
 20. Seo, Y. H., B. O. Cho, and J. K. Choi. 2009. Control of diseases and insects for pesticide-free cultivation of leafy vegetables. *Kor. J. Org. Agr.* 17: 253-264.
 21. Shin, J. S. 1984. Use of industrial wastes as sources of organic fertilizer. *J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert.* 17: 51-54.
 22. Yang, S. G., K. J. Choi, J. K. Kim, K. P. Han, and G. C. Jeong. 1995. Effects of ionic strength of nutrient solution on the early growth and the mineral composition of xylem sap in pepper plant. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36: 299-303.