

## 가축분뇨 맞춤형비료를 이용한 관비재배가 가지 (*Solanum melongena* L.) 재배에서 가지 작물의 생육 반응\*

류종원\*\* · 정건수\*\*\* · 김상민\*\*\* · 서만용\*\*\*

### Growth Response of Eggplant (*Solanum melongena* L.) Using Balanced Manure Nutrients Supply by Fertigation Culture

Ryoo, Jong-Won · Jung, Keon-Su · Kim, Sang-Min · Seo, Man-Young

The present study was conducted to evaluate fertigation effects of balanced manure nutrients from combined fertilizers on the growth of eggplant (*Solanum melongena* L.) and soil chemical properties in greenhouse cultivation. There are 4 treatments for fertigation; animal liquid manure (LM), LM supplemented with chemical fertilizer (LM+CF) to make nutrient-balanced fertilizer, LM supplemented with chemical fertilizer and phosphorus acid (LM+CF+PA), and conventional chemical fertilizer (CCF). Fruit length, width, and weight for LM treatment were significantly lower than LM+CF, LM+CF+PA, and CCF treatments. There was no significant differences in fruit length, width, and weight among LM+CF, LM+CF+PA, and CCF treatments. The yield of eggplants per plant for LM treatment (26.2 kg) was decreased by 6% compared to CCF treatment (27.9 kg). The growth and yield of eggplants were not significant different among CCF, LM+CF, and LM+CF+PA treatments. The marketable yield for LM treatment was lowest among 4 treatments and that for LM+CF+PA treatment (26.6 kg) was increased by 8% compared to CCF treatment (24.1 kg). The chemical properties of the soil for CCF treatment, in general, tended to be higher compared to the other treatments. In conclusion, the present study demonstrates that the application of balanced liquid manure combined with mineral fertilizer to soil is considered as a good management practices because it improves, eggplant quality and soil properties.

Key words : eggplant, fertigation, growth, liquid manure, nutrients balanced manure

\* 본 논문은 농촌진흥청 지역농업특성화사업(여주시 농업기술센터의 2017년도 맞춤형 발효액비를 이용한 가지재배 현장실증 용역사업)과 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 생명산업 기술개발사업 “고상 가축분뇨 에너지화 통합기술 개발”(과제번호: 314010-4)의 지원을 받아 연구되었음.

\*\* Corresponding author, 상지대학교(jwryoo@sangji.ac.kr)

\*\*\* 여주시 농업기술센터

## I. 서 론

가축 사육과정에서 발생하는 가축분뇨 액비 생산기술이 해가 다르게 발전해 품질이 눈에 띄게 좋아진데다 토양 개선과 생산비 절감 효과가 있어서 액비는 경종농가에서의 이용이 증가하고 있다. 특히 정부에서 경종농가와 축산농가의 상생을 위해 액비를 활용한 자연순환농업 육성 정책을 추진하고 있다.

그러나 가축분뇨 액비는 주로 노지 작물에 기비로 이용되고 있는 실정이다. 최근 하우스 재배면적이 증가되고 있으나 시설하우스의 관비재배에 적용이 가능한 액비의 개발에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 최근 생산되는 가축분뇨 액비는 악취제어와 부숙도가 높은 액비를 생산하기 위하여 고액분리 및 침전 과정을 거치므로 부유물질(SS, Suspended solid) 함량이 낮고, 이화학적 성상에서 속효성인 무기태 양분의 비율이 높고, 액상화가 된 안정된 상태의 액비이어서 시설재배에 추비 또는 관비재배 형태로 이용이 가능하다(Lee, et al., 2017).

현재 화학비료는 맞춤형비료가 개발되어 보급하고 있다. 맞춤형액은 식물 생육에 부족한 성분을 화학비료로 첨가하여 양분 균형을 보정한 액비이다. 액비는 작물 이용 시 질소, 인산칼륨의 성분함량뿐만 아니라 성분 간의 양분균형이 중요하다. 가축분뇨 액비는 액비화 과정에서 고액분리와 폭기처리 정도에 따라 양분의 변이와 불균형이 초래된다. 액비의 성분 조사 결과 질소함량은 0.07~3.11%, 인산함량은 0.03~1.18%, 칼리 함량이 0.09~1.00%로 농가 간에 무려 2~10배의 성분함량 차이를 나타내고 있다. 따라서 액비를 분석한 후 시비 처방에 의하여 살포량을 정확하게 조절되지 않으면 과다, 과소 시비의 문제점을 초래할 수 있다(Lee et al., 2017).

최소율의 법칙(The Law of the Minimum)은 식물이 필요로 하는 영양소 중에서 최소 양으로 존재하는 영양소가 식물의 성장을 제한한다는 것이다. 가축액상분뇨의 시용 시 Liebig의 최소율의 법칙(Law of the minimum)을 적용할 때 가장 부족한 성분이 인산, 칼슘, 마그네슘 함량이다(Lee et al., 2017). 액비는 칼륨 함량은 높으나 인산, 칼슘, 마그네슘 함량이 낮아 식물 생육에 불균형한 양분상태를 나타내어 추비 시 부족한 성분의 보충 시용이 요구된다. 통상 가축분뇨 액비의 N:P:K 성분 함량 비율이 2:1:3으로 칼륨은 많고 인산은 부족한 비율을 나타내고 있어서(Lee and Ryoo, 2015) 작물에 따라 질소, 인산, 칼륨의 요구량을 충족 할 수 없다. 각 식물이 필요로 하는 특정한 N, P, K 양분 비율이 있다. 작물별 N:P:K 양분요구량은 밀의 경우 1.2:1:1.5, 감자는 1:1:1.8, 목초는 2.4:1:1.4로 작물별로 상이하다(Kaltwasser 1980). 농작물 재배에서 수량 증대와 비료의 이용률을 높이기 위해서는 가축분뇨 액비에 부가적으로 부족한 비료성분의 추가적인 공급이 필요하다. 또한 최근 하우스 토양의 경우 장기간 연작으로 pH가 7.0 이상인 토양도 많아지고 가축분뇨의 액비의 pH가 8.0 이상을 나타내어 산처리에 의한 pH가 조정된 맞춤형액비의 시용이 요구되고 있다.

가축분뇨 맞춤형액비 관련 선행연구의 내용을 살펴보면 화학비료 가격의 상승과 환경오염

예방을 위해서는 가축분뇨액비로 대체하는 것이 경제적 효과가 높은 것으로 나타났다(Park et al., 2010). 원예작물에 대한 액비 시험은 수량과 생육에 대한 SCB 액비효과는 고추(Lim et al., 2008)와 배추(Lim et al., 2009) 및 토마토(Park et al., 2010) 시험에서 질소 화학비료와 대등한 효과가 있었다.

화학비료의 과도한 사용 증가는 화석연료 사용량 증가와 지구온난화와 환경오염을 유발시키고 있다(Otter and Scholes, 2003). 우리나라는 화학비료 원료의 대부분을 수입에 의존하고 있다. 최근 국제 원자재 가격이 상승하여 비료가격 인상이 농업의 경영비 상승에 매우 큰 요인이 되므로 노지재배뿐만 아니라 시설재배에서도 화학비료를 대체에 의한 생산비 절감이 필요하므로 화학비료를 절감하기 위하여 저렴한 비료원인 가축분뇨 맞춤형액비를 활용한 화학비료 대체 기술이 요구된다.

가지는 N, P, K 비료에 높게 반응하며 양분 결핍 시 생육을 억제하여 수량감소를 초래한다. 무기질 화학비료를 이용하여 가지의 수량을 높이기 노력은 비료 사용량의 증가는 비료 구입비용과 토양 퇴화를 초래 할 수 있다(Moyin-Jesu, 2007). 가축분뇨 퇴액비의 사용은 유기물 공급에 의하여 영양분을 저장하고 토양 양분의 용탈을 방지하는 효과가 있다(Reddy and Reddi, 1992). 가축분뇨에 의한 양분 공급은 식물 뿌리 발달과 작물 수량 증가가 가능하다(Sharma and Mittra, 1991). 가축분뇨와 화학비료를 혼합한 맞춤형액비 사용은 작물 수량증대, 양분 이용 효율 증진과 토양 개선에 효과가 있다고 보고하였다.

본 연구는 가축분뇨 액비의 사용에 있어 액비화 과정에 발생하는 양분불균형 문제를 극복하는 방법으로 액비에 화학비료를 이용하여 가지에 적합한 맞춤형액비에 의한 가지작물의 시비 반응을 구명하기 위하여 수행하였다. 가지의 시설재배에서 가축분뇨 액비와 양분을 조정한 맞춤형액비의 관비처리가 가지 생육, 무기성분 함량, 수량, 토양 화학성에 미치는 영향을 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험 포장 및 처리내용

가지 재배 시험은 여주시에 위치한 가지 재배 농가의 시설하우스에서 수행하였다. 시험재배 농가는 약 10년간 가지를 연작으로 재배하고 있었다. 시험포장 토성은 양토이었고 오산토에 속하였다. 본 연구는 주년 생산용인 축양(*Solanum melongena* L. cv. Chugyang) 품종을 대상으로 수행하였다. 가지는 2017년 2월 23일 이랑간격은 180 cm, 주간거리는 60 cm로 1줄 정식하였다. 각 시험구 면적은 6×10 m로 하였고, 시험구 배치는 임의배치법 3반복으로 수행하였다. 하우스의 시설 관리 및 재배는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다.

본 시험의 처리내용은 Table 1과 같다. 처리구는 가축분뇨액비(LM), 가축분뇨액비에 화학비료를 첨가한 양분조정 맞춤형액비(LM+CF), 가축분뇨액비에 양분과 아인산을 첨가한 맞춤형액비(LM+CF+PA)처리구와 화학비료 처리구(대조구)를 두었다.

Table 1. Treatments of this experiment

Treatments	Contents
LM*	Liquid manure (LM)
LM+CF	Liquid manure (LM)+ chemical fertilizer (CF)
LM+CF+PA	Mixture of liquid manure (LM) + chemical fertilizer (CF) + Phosphorous acid (PA)
CCF	Conventional chemical fertilizer (CF)

\* LM : liquid manure, LM+CF : liquid manure + Chemical fertilizer, LM+CF+PA : liquid manure + Chemical fertilizer + Phosphorous acid

## 2. 공시 가축분뇨액비

가지 관비재배 시험에 사용된 돈분액비는 여주시 공동자원화 센터에서 호기성 발효과정을 3개월간 거친 액비를 시설재배 시 점적호스의 막힘을 방지하기 위하여 고액분리 및 침전과정을 거쳐 부유물(SS; suspended solids)을 걸러낸 것을 이용하였다. 시험에 사용된 가축분뇨 액비의 화학성은 Table 2와 같다. 액비의 화학성은 전질소 함량이 0.10%이며 인산은 0.008%, 칼리는 0.26% 이었다.

Table 2. Chemical properties of liquid manure used in this experiment

pH (1:5)	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	EC (dS/m)
7.41	0.11	0.008	0.26	0.037	0.014	0.03	11.62

## 3. 맞춤형액비 조제 및 시용량

가지 기비 시용은 처리구별 사전 토양검정을 실시하여 작물별 시비처방기준에 따라 토양검정결과에 의하여 시비량 전량을 모든 처리구에 동일하게 공급하였다. 추비용 양분조정 맞춤형액비(LM+CF) 처리구는 가지 표준시비처방기준(RDA, 2007)을 기준으로 가축분뇨 액비에 부족한 비료 성분을 첨가하여 조제하였다(Table 3). 양분조정 맞춤형액비(SLM+CF) 처리구는 가축분뇨 액비(LM) 1톤에 요소 1 kg, 일인산 암모늄 0.15 kg, 황산마그네슘 1 kg, 붕소 0.5 g을 용해하여 조제하였다.

양분 및 아인산 첨가 맞춤형액비(SLM+CF+PA) 처리구는 가축분뇨 맞춤형액비에 아인산을 혼합하여 가축분뇨액비의 pH를 7.44에서 pH 6.5로 조정하였다. pH 조정을 위한 아인산 투입량은 가축분뇨액비 1 톤당 아인산(신원무역상사, 99%, pH: 1.0)을 0.15 kg 혼합하였다.

대조구인 화학비료 처리구는 가지 표준시비량(N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 11 : 0 : 7 kg/10a)를 기준으로 시용하였다(RDA, 2007). 가축분뇨 액비의 시용량은 가지 표준 질소시비량 8 kg/10a에 해당하는 질소량을 1 주일 간격으로 1회 400L/10a를 2017년 4월 10일부터 2017년 10월 25일 까지 관비하였다. 액비와 화학비료의 공급방법은 비닐하우스 상부에 점적관수를 설치하여 공급하였다.

Table 3. Addition amount of chemical fertilizers for manufacture of balanced manure in this experiment

Treatments	Liquid manure (ton)	Urea (kg/LM ton)	Monoammonium phosphate (kg/LM ton)	Phosphorous acid (kg/LM ton)	Magnesium sulphate (kg/LM ton)	Boric acid (g/LM ton)
LM	1	0	0	0	0	0
LM+CF	1	1	0.15	0	1	0.5
LM+CF+PA	1	1	0.15	0.5	1	0.5

\* LM : Liquid manure

#### 4. 생육조사 및 분석

생육조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사기준에 준하였다(RDA, 2013). 가지 초장, 엽수, 엽장은 정식 후 50일, 80일 후에 10주를 측정하여 평균하였다. 과일은 정식 후 150일 간 수확하였고, 수확 후 즉시 각 처리별로 구분하여 무게를 측정하고 생산량을 산출하였다. 엽록소 측정치(SPAD reading value)는 간이 엽록소측정장치(Minolta Japan, SPAD-502)를 이용하였다. 측정엽은 중상위 엽으로 하였으며 반복당 5주씩, 1주당 10회씩 측정하여 평균처리 하였다.

토양 분석은 농촌진흥청의 토양 및 식물체분석법(RDA, 2013)에 준하여 토양 pH (1:5)와 EC는 Orion 3 star pH/EC meter로 측정하였고, 유기물은 Tyurin법, 인산은 Lancaster법, 치환성양이온은 1N Ammoniumacetate (pH 7.0)법으로 여과 후 유도결합플라즈마발광분석계(Varian 730-ES, ICP-OES)로 측정하였다. 식물체 분석 시료는 수확한 식물체를 트레이에 얇게 펴서 80℃에서 1시간정도 숨을 죽인 후 65℃에서 48시간 건조하였다. 건조한 식물체는 분쇄기로 간 후 시료 0.5 g에 분해액(HClO<sub>4</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : 증류수 = 18 : 1 : 11) 10 mL를 가하여 300℃ 전열판에서 완전히 분해하여 No.6 Whatman 여과지로 여과한 다음, 양이온은 AAS

(Varian AA240FS)로, T-N은 Kjeldahl 증류법으로, 인산은 Vanadate법으로 분석하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 가지 생육 특성

가축분뇨 맞춤형액비 및 화학비료 관비에 따른 가지의 생육은 Table 4와 같다. 정식 후 50일 가지 초장, 경장, 엽장, 엽폭은 아인산 첨가 맞춤형액비(LM+CF+PA) 처리에서 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 없었다. 가지 정식 후 80일 초장, 경장, 엽장, 엽폭, 엽록소는 양분+아인산 첨가 맞춤형액비(LM+CF+PA) 처리구가 액비 처리구(LM)보다 높았다. Lim 등(2008)은 고추 재배에서 SCB 액비를 50%만 시비하여도 125% 처리구와 초장의 차이는 없다고 하였고 Lee 등(2007)은 토마토 관비재배에서 질소 흡수율이 71.8~102.3%로 관행처리 45%에 비하여 현저하게 높다고 하였다.

Table 4. Effects of combined fertilizers application on growth of eggplant

Days of transplanting	Treatments	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Chlorophyll (SPAD values)
50	LM	85.2 <sup>az</sup>	11.3 <sup>a</sup>	23.0 <sup>a</sup>	14.3 <sup>a</sup>	53.9 <sup>b</sup>
	LM+CF	86.0 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	23.6 <sup>a</sup>	14.5 <sup>a</sup>	54.7 <sup>a</sup>
	LM+CF+PA	86.4 <sup>a</sup>	11.5 <sup>a</sup>	23.9 <sup>a</sup>	14.6 <sup>a</sup>	55.0 <sup>a</sup>
	CCF	85.9 <sup>a</sup>	11.7 <sup>a</sup>	23.8 <sup>a</sup>	14.8 <sup>a</sup>	55.8 <sup>a</sup>
80	LM	128.1 <sup>b</sup>	23.1 <sup>a</sup>	28.0 <sup>a</sup>	15.7 <sup>a</sup>	37.6 <sup>a</sup>
	LM+CF	132.0 <sup>a</sup>	22.9 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>	15.9 <sup>a</sup>	37.4 <sup>a</sup>
	LM+CF+PA	132.9 <sup>a</sup>	23.0 <sup>a</sup>	28.4 <sup>a</sup>	16.2 <sup>a</sup>	37.6 <sup>a</sup>
	CCF	130.4 <sup>a</sup>	23.4 <sup>a</sup>	28.7 <sup>a</sup>	16.4 <sup>a</sup>	37.0 <sup>a</sup>

<sup>z</sup>The same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

액비 시용구(LM)의 과장, 과폭, 과중은 화학비료 시용구보다 낮았다. 그러나 양분+아인산 첨가 맞춤형액비(LM+CF+PA)는 관비시용에 따른 가지의 과장, 과폭, 과중은 대조구인 화학비료 처리구와 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 5).

Table 5. Effects of combined fertilizer application on fruit characteristics of eggplant

Treatments	Fruit length (cm)	Fruit width (mm)	Fruit weight (kg)	<sup>a</sup> Brix of eggplant
LM	18.9bz	40.4b	123.3b	4.75a
LM+CF	19.7a	41.3a	125.9a	4.80a
LM+CF+PA	19.6a	41.6a	126.4a	4.85a
CCF	19.8a	41.8a	124.2a	4.80a

<sup>z</sup> The same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

## 2. 가지 과실 수량

맞춤액비 시용에 따른 주당 과실수량은 Table 6과 같다. 가지 주당 수량은 화학비료 처리구(27.9 kg)에 비하여 가축분뇨액비(LM) 처리구에서 6% 낮았다. 가축분뇨액비(LM) 처리구에서 수량이 다른 처리구보다 낮아진 것은 가축분뇨액비에 함유된 질소와 인산의 부족과 양분불균형이 원인이 된 것으로 보인다(Ryoo와 Seo, 2009). 그러나 양분+아인산 첨가 맞춤액비 처리구(LM+CF+PA)의 가지 주당 과실중은 대조구인 화학비료 처리구(CCF)와 대등한 수량을 나타내었다. 가축분뇨 액비의 부족한 양분인 질소, 인산, 마그네슘의 비료 첨가에 의하여 양분 불균형이 해소되어 정상적인 생육이 가능한 것으로 보인다. 가지 주당 상품수량은 양분 및 아인산 첨가 맞춤액비 처리구(LM+CF+PA)가 26.6 kg으로 화학비료 처리(24.1 kg)에 비하여 8% 증가하는 효과가 있었다. 이러한 결과는 가축분뇨액비 및 화학비료에 의한 구분이 없이 가축분뇨 맞춤형비료의 공급을 통해서 충분히 화학비료를 대체할 수 있는 것으로 판단되었다. Lim 등(2010)은 SCB 액비를 이용한 고추 관비재배 시에 토양검정 시비량에 대해서 화학비료 대체가 가능하다고 하였으며, Park 등(2011)에서도 오이 재배에서 액비의 관비공급을 통해서 질소 및 칼륨 화학비료 대체가 가능하다고 보고하여 본 연구와 같은 결과를 나타내었다.

Table 6. Effect of combined fertilizer on yield of eggplant

Treatments	Yield (kg/ plant)	Marketable yield (kg/ plant)	Marketable fruit ratio (%)
LM	26.2bz (94*)	22.9c (91)	87.4
LM+CF	28.0a (100)	25.8b (102)	92.1
LM+CF+PA	28.4a (102)	26.6a (108)	93.6
CCF	27.9a (100)	24.1b (100)	86.3

<sup>z</sup> The same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

\* Relative Yield

### 3. 무기성분 함량

가축분뇨 맞춤형비와 화학비료의 관비 시용이 가지 과실의 무기성분 함량에 미치는 영향은 Table 7과 같다. 가지 과실의 질소 함량은 처리구 사이에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 맞춤형비 처리구의 인산과 마그네슘 함량은 대조구인 화학비료 처리구보다 낮았다. 가지 과실의 무기성분 함량 중 칼륨은 액비와 맞춤형비 처리에서 높았다. Papadopoulos (1986)는 오이 관비재배에서 질소 농도가 증가하면 엽병에서 질소함량은 증가하나 인과 칼륨함량은 감소한다고 하였다. Choi (2008)는 토마토 및 오이에서 화학비료와 SCB 액비 처리 간에 잎의 무기성분 함량은 차이가 없다고 하였고, Hwang 등(2004)에 의하면 돈분 일반 액비와 화학비료 시비량이 같을 때 고추는 액비 처리에 의하여 인산과 칼륨은 증가하였으나 질소, 칼슘 및 마그네슘은 감소한다고 하였다.

Table 7. Effect of combined fertilizer on the mineral content in fruit of eggplant

Treatments	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)
LM	3.14az	1.24b	11.3a	0.46b	0.42b
LM+CF	3.20a	1.29a	11.1a	0.48b	0.48a
LM+CF+PA	3.14a	1.35a	11.2a	0.49b	0.51a
CCF	3.27a	1.34a	9.3b	0.57a	0.50a

<sup>z</sup>The same letters are not significantly different with DMRT at 5% level.

### 4. 토양의 화학적 특성

맞춤형비 및 화학비료 관비 처리 후 토양 화학성 변화는 Table 8과 같다. 토양 중 질산태 질소함량은 화학비료 처리가 40.6 mg kg<sup>-1</sup>로 액비 질산태 질소 잔류량의 차이가 크지 않았다. 치환성 칼리함량은 가축분뇨 액비와 맞춤형비 처리에서 화학비료 처리구보다 높았다. 이는 투입된 칼륨함량이 많은 결과로 판단되며 Park 등(2010)의 토마토 SCB 액비 시험 결과와 같은 경향이다. pH는 액비 처리구가 화학비료 처리구보다 높았는데 이는 액비가 알칼리성이기 때문으로 판단되었으며 돈분 액비를 사용한 고추(Kang 등, 2004), 양파(Lee 등, 2006) 및 토마토(Park 등, 2010) 재배에서도 pH가 높아지는 경향을 보였다. 유효인산 함량은 처리 간에 차이가 없었으며 모두 적정 함량 범위보다 높았다. 그러나 아인산 첨가 맞춤형비 시용구의 pH는 7.0에서 6.5로 낮아졌다. 토양 EC는 맞춤형비 처리구가 화학비료 처리가 낮았다. 맞춤형비 처리구의 토양 염류농도(EC)는 8월 5일 8.7 dS/m를 나타내어 적정함량(0.0~2.0)보다 높은 염류 집적 상태를 보였으나, 10월 15일에는 3.2로 낮아졌다.

Table 8. Effect of combined fertilizer on soil chemical properties of eggplant field

Treatments	Date	Organic matter (g/kg)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/kg)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exch. Cation (cmol <sup>+</sup> /kg)			pH (1:5)	EC (dS/m)
					K	Ca	Mg		
LM	5 Aug.	35	39.5	1,347	2.89	14.1	6.8	6.9	9.2
	15 Oct.	34	30.9	1,337	2.76	13.7	6.2	6.9	4.5
LM+CF	5 Aug.	35	40.9	1,301	2.92	14.2	6.9	6.8	8.5
	15 Oct.	33	37.2	1,271	2.94	13.4	7.6	7.0	4.5
LM+CF+PA	5 Aug.	36	42.8	1,295	2.89	13.7	7.0	7.0	8.7
	15 Oct.	34	39.2	1,260	2.74	13.3	7.5	6.5	3.2
CCF	5 Aug.	33	43.8	1,355	2.62	15.1	7.2	6.9	9.6
	15 Oct.	31	40.6	1,346	2.50	14.8	6.9	6.9	8.2

#### IV. 적 요

본 연구는 가축분뇨 액비와 양분을 조정한 맞춤형액비의 관비처리가 시설 하우스 재배에서 가지 생육, 토양 화학성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행되었다. 시험구처리는 가축분뇨액비(LM), 가축분뇨액비에 화학비료를 첨가한 양분조정 맞춤형액비(LM+CF), 가축분뇨액비에 양분과 아인산 첨가 맞춤형액비(LM+CF+PA) 처리구와 화학비료 관행처리구(CCF)를 두었다. 가지의 과장, 과폭, 과중은 LM 처리구가 LM+CF, LM+CF+PA 및 CCF 처리구에 비해 유의적으로 낮았다. LM+CF, LM+CF+PA 및 CCF 처리구 간에 과장, 과폭 및 과중의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 가지 주당 수량은 CCF 처리구(27.9 kg)에 비하여 LM 처리구(26.2 kg)에서 6% 낮았다. 가지의 생체중은 CCF와 LM+CF 및 LM+CF+PA 간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 가지 주당 상품수량은 LM 처리구에서 가장 낮았으며, CCF 처리구(24.1 kg)에 비하여 LM+CF+PA 처리구(26.6 kg)에서 8% 증가하였다. 토양의 화학성은 CCF 처리구가 다른 처리구에 비하여 전반적으로 높은 경향이였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 화학비료의 관행시비에 비하여 가축분뇨 액비에 화학비료를 첨가한 맞춤형액비에 의한 관비가 가지의 상품생산성 향상 및 토양의 화학성 개선에 유리한 시비방법으로 생각된다.

## References

1. Choi, J. K. 2008. Effect of liquid pig manure on horticultural crop and soil environment. 2008 Annual Report on Natural Cycle Agricultural Research.
2. 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.
3. Kaltwasser, B. J. 1980. *Biogas-Regenerative Energieerzeugung durch anaerobe Fermentation organischer Abfälle in Biogasanlagen*. Book, Bauverlag, Berlin, Germany.
4. 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.
5. Lee, I. B., J. M. Park, J. H. Lim, and K. S. Hwang. 2006. Growth and yield response of the following tomato crop according to incorporation of green manure into soil. *Kor. J. Environ. Agr.* 25: 346-351.
6. 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.
7. Lee, J. T., I. J. Ha, H. D. Kim, J. S. Moon, W. I. Kim, and W. D. Song. 2006. Effect of liquid pig manure on growth, nutrient uptake of onion, and chemical properties in soil. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24: 148-156.
8. Lee, J. W. and J. W. Ryoo. 2015. Effects of acidifying liquid manure with nitric, phosphorous acid, and wood vinegar on growth of Chinese cabbage. *J. Animal. Environ Sci.* 21: 155-162.
9. Lee, J. W., U. K. Seo, S. M. Kim., and J. W. Ryoo. 2017. Effects of combined fertilizers fertigation of animal liquid manure with chemical fertilizer on growth of Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler) and soil properties. *J. Korean Soc. Int. Agric.* 29(1): 1-7.
10. Lim, T. J., 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.
11. 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.
12. 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.

13. Moyin-Jesu, E. I. 2007. Use of plant residues for improving soil fertility pod nutrients root growth and pod weight of okra *Abelmoschus esculentum* L. *Bioresour. Tech.* 98: 2057-2064.
14. Otter, L. B. and M. C. Scholes. 2003. Nitrogen mobilisation and redistribution: a global perspective. *FSSA Journal* 2003. 13-18.
15. Papadopoulos, I. 1986. Nitrogen fertigation of greenhouse grown cucumber. *Plant and Soil.* 93: 87-93.
16. 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.
17. 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: 194-199.
18. RDA (Rural Development Administration). 2006. Fertilizer application recommendation for crops. National Institute of Agricultural Science and Technology. RDA. 63-64.
19. RDA (Rural Development Administration). 2013. Investigation guidelines for agriculture experiment.
20. RDA (Rural Development Administration). 2013. Method of physiochemical examination by fertilizer. 144-234.
21. Reddy, T. Y. and G. H. S. Reddi. 1992. *Principal of Agronomy* (1st ed., p. 190). Kalyani Publishers, Calcutta India.
22. Ryoo, J. W. and U. K. Seo. 2009. Effects of compost leachate and concentrated slurry on the growth and yield of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) in Hydroponic Culture. *Korean J Organic Agri.* 17: 357-370.
24. Sharma, A. R. and B. N. Mitra. 1991. Effect of different rates of application of organic and nitrogen fertilizers in a rice-based cropping system. *Journal of Agricultural Science.* 117: 313-318.