

## 가축분 퇴비와 어분 액비 시용이 유기농 오이 생육 및 토양환경에 미치는 영향

안난희<sup>†</sup>, 조정래, 이상민, 남홍식

농촌진흥청 국립농업과학원

### Assessment of Soil Properties and Growth of Organically Cultivated Cucumber (*Cucumis sativus* L.) with Applications of Livestock Manure Compost and Fish Meal Liquid Fertilizer

Nan-Hee An<sup>†</sup>, Jung-Rai Cho, Sang-min Lee, Hong-Sik, Nam

National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration

(Received: Jul. 9, 2018 / Revised: Sep. 4, 2018 / Accepted: Sep. 5, 2018)

**ABSTRACT:** This study was carried out to investigate the effects of livestock manure compost and fish-meal liquid fertilizer on the growth of cucumber and the soil properties for the stable production of organic cucumber. Cucumber was transplanted in greenhouse on the 6<sup>th</sup> of April in 2017, and this experiment contained five treatments: livestock manure compost 100% (LC 100%), livestock manure compost 50% + fish-meal liquid fertilizer 50% (LC50 + LF50), livestock manure compost 50% (LC50), chemical fertilizer (NPK), and no fertilizer (NF). As a result, it was shown that soil chemical properties of LC50 + LF50 plot is not different from that of LC100 plot except for the EC content, but soil chemical properties of LC50 + LF50 plot is statistically significantly different from that of NPK plot except for pH. As a result of evaluating the functional diversity of soil microbial communities using Biolog system, the substrate richness (S) and the diversity index (H) were the highest in LC50 + LF50 plot. As a result of comparing the cucumber growth and yield, it was found that there was no statistically significant difference between the plant height and the fresh weight of LC100, LC50 + LF50, and NPK plot, but the plant height and the fresh weight of LC100, LC50 + LF50, and NPK plot were different from that of LC50 and NF plot. The yield of cucumber was the highest in NPK plot (7,397 kg/10a), but there was no statistically significant difference in the yield of cucumber between NPK plot and LC100, LC50 + LF50 plot. The above-described results suggested that the livestock manure compost and fish meal liquid fertilizer can be used for organic cucumber production under greenhouse condition.

**Keywords:** Fish meal liquid fertilizer, Cucumber, N management, Organic agriculture

**초 록:** 유기농 오이의 안정생산을 위한 양분관리 방법으로 가축분 퇴비와 어분액비 시용이 오이 생육과 토양환경에 미치는 영향을 검토하기 위하여 본 연구를 수행하였다. 시험은 가축분 퇴비 100% (LC100), 가축분 퇴비 50% + 어분액비 50% (LC50 + LF50), 가축분 퇴비 50% (LC50), 화학비료 (NPK), 그리고 무비 (NF) 등 5처리로 하여 처리구별 토양 화학성, 토양미생물 군집 변화, 그리고 오이 생육 및 수량을 조사하였다. 그 결과, 토양 화학성의 경우에는 LC50 + LF50 처리는 LC100 처리와는 EC 함량을 제외하고는 통계적인 유의차가 없었으며

<sup>†</sup> Corresponding author(e-mail : nanhee79@Korea.kr)

화학비료 처리와는 pH를 제외하고 통계적인 유의차를 나타냈다. 토양 미생물 군집의 경우에는 미생물 밀도는 처리에 따른 통계적 유의차가 없었으며 Microbial biomass C 함량은 NF, NPK 처리에 비해 가축분 퇴비, 액비와 같은 유기물 시용구에서 높게 나타났다. 각 처리에 의한 오이 생육을 비교한 결과, 오이 초장과 생체중은 LC100, LC50 + LF50, 그리고 NPK 처리간에는 통계적인 유의차가 없었으나 NF와 LC50 처리와는 유의적인 차이를 나타냈다. 오이 수량은 NPK 처리가 7,397 kg/10a으로 가장 많았지만 LC50 + LF50, 그리고 LC100 처리와는 통계적인 유의차가 없었다. 이러한 결과로부터 유기농 오이 재배에서 가축분 퇴비와 어분액비 시용으로 양분관리가 가능할 것으로 판단되었다.

**주제어:** 유기농업, 어분액비, 오이, 질소공급

## 1. 서론

최근 소비자의 안전 먹거리에 대한 관심이 높아짐에 따라 유기농산물에 대한 수요는 지속적으로 증가하고 있다<sup>1)</sup>. 2016년도 친환경농산물 중 채소류의 생산량은 145,851톤 (무농약 75%, 유기 25%)이었고 오이 인증 면적은 168 ha으로 나타났다<sup>2)</sup>. 오이는 재배기간이 긴 작물로 안정적으로 초세를 유지 하고 품질 좋은 오이를 수확하기 위해서는 토양의 시비 관리가 매우 중요하다. 관행 재배에서는 퇴비, 석회와 인산질 비료 전량을 밀거름으로 주고 질소와 칼리는 절반 정도 웃거름으로 3~4회 나누어 공급하며<sup>3)</sup> 유기농업에서는 퇴비, 풋거름, 유기질비료와 같은 유기물 공급을 통하여 작물에 양분을 공급하고 있다. 유기물이 양분으로서 기능을 하기 위해서는 무기화 과정을 거쳐야 하는데 무기화율은 토성, 기후, 유기물의 특성 및 토양관리 방법 등 여러 요인의 영향을 받는다<sup>4)</sup>. 이러한 이유로 화학비료와 달리 정확한 양분공급을 위한 유기물의 공급량을 결정하는 것은 쉽지 않으며 유기물의 분해는 여러 요인에 따라 장기간에 걸쳐 진행되므로 작물의 요구에 맞는 적절한 시기에 양분을 공급하는데 어려움이 있다. 실제 유기농 오이재배 농가에서는 밀거름으로 풋거름, 유기질 비료, 가축분퇴비와 볏짚을 병행해서 사용하고, 웃거름으로 깻묵, 골분 등을 발효시켜 만든 유기액비를 물에 희석하여 관비형태로 공급하고 있다<sup>5)</sup>.

유기농 오이재배를 위한 양분관리에 관한 연구는 풋거름작물, 가축분 퇴비, 유기질비료 등 유기물 공급에 따른 효과 검토가 일부 이루어졌다. 선행 연구로 우분 퇴비와 유박액비를 처리한 결과 화학비료 처

리대비 70~80%의 수량을 보고하였으며<sup>6)</sup> 유기물원(볏짚, 왕겨, 탈지강)을 처리하여 관행대비 73~81%의 수량을 나타냈다<sup>7)</sup>. 또한 녹비와 유기액비 처리의 경우 유기질 비료 처리구와 대등한 수량이 보고되었다<sup>8)</sup>. 따라서 본 연구는 유기농 오이 재배를 위한 양분관리 기술개발을 위해 가축분 퇴비와 어분액비를 시용하여 오이 생육과 토양환경에 미치는 영향을 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 시험토양 및 어분액비 처리

공시 토양은 식양토이며 화학성은 pH가 7.4, 유기물 함량은 16.7 g/kg, 유효인산은 153.4 mg/kg으로 비옥도가 다소 낮은 편이었다(Table 1). 시험에 사용된 액비는 어분액비로 제조방법은 물 10 L 기준으로 어분 2 kg, 당밀 200 g, 건조효모 100 g을 첨가한 후 90일간 상온에서 발효시켰으며 어분 액비의 이화학성 특징은 pH 6.0, EC 27.3 dS/m, 전질소 10 g/L, 인산은 1.01 g/L, 칼륨은 2.71 g/L이었다. 가축분 퇴비는 우분 50%, 돈분 15%, 계분 12%, 톱밥 15%, 버섯배지 5%, 제올라이트 3% 비율로 제조된 제품으로 수분함량은 50%이었다. 가축분 퇴비의 시험구 처리는 오이 표준시비량의 질소기준으로 가축분 퇴비 100% (Livestock manure compost 100% : LC100), 가축분 퇴비 50% + 어분액비 50% (Livestock manure compost 50% + Liquid fertilizer 50% : LC50 + LF50), 가축분 퇴비 50% (Livestock manure 50% : LC50), 화학비료(NPK), 그리고 무비 (No

Table 1. Chemical properties of soil used in this study

pH	EC(1:5)	OM	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex. cations		
				K	Ca	Mg
(1:5)	dS/m	g/kg	mg/kg	----- cmol <sub>c</sub> /kg -----		
7.4	0.5	16.7	153.4	0.64	8.85	1.93

Table 2. Experimental design and N application rate

Treatment	N application rate			Total
	Basal fertilization		Top dressing	
	compost	urea	Liquid fertilizer	
	----- N kg 10a <sup>-1</sup> -----			
LC100	20	0	0	20
LC50 + LF50	10	0	10	20
LC50	10	0	0	10
NPK	0	20	0	20
NF	0	0	0	0

NPK: chemical fertilizer, NF: No fertilizer

fertilizer : NF) 5처리를 두었으며 재배 기간 동안 퇴비와 액비로 공급된 총 질소 공급량은 Table 2와 같다. 화학비료시비는 기비로 20-10-12(N-P-K) kg/10a를 기준으로 각각 요소, 용과린, 염화加里로 사용하였다. 시험구 배치는 난괴법 4반복이며 처리당 면적은 6.7 m<sup>2</sup> 이었다. 액비 공급은 오이 정식 2주 후부터 어분액비 200배 희석액을 재배가 끝날 때까지 매주 2회씩 공급하였다.

### 2.2. 작물재배 및 생육 조사

어분액비 처리 시험은 전북 완주군 이서면 국립 농업과학원내 비닐하우스에서 수행하였으며 시험에 이용된 오이는 네박자 품종이다. 재배 기간은 2017년 4월 6일 정식하였으며 7월 초까지 재배하였다. 재식 거리는 150 cm × 20 cm로 심어 두 줄 유인하였으며 처리구당 20주를 재배하였다. 하우스의 시설관리 및 재배는 농촌진흥청 표준재배법에<sup>9)</sup> 준하였으며 병해충 관리는 친환경목록공시 자재를 이용하여 발생 시 처리하였다. 식물체 생육조사의 경우 각 시험구별로 3주를 측정하여 평균하였으며 잎, 줄기 및 과실무게는 생체중을 측정하였다. 오이 수량은 2~3

일 마다 수확하여 누적생산량을 계산하였다.

### 2.3. 토양 및 식물체 분석

토양 및 식물체 분석은 토양 및 식물체 분석법에 준하여 분석하였다<sup>10)</sup>. 토양시료는 시험 전과 후에 채취하여 음건하였고, 2 mm체를 통과한 시료에 대하여 토양 화학성 분석에 사용하였다. 토양 pH 및 EC는 토양과 물의 비율을 1:5로 하여 30분간 진탕 후 pH meter(Orion model Star A211, USA), Conductance meter (Hanna model HI 9932, Korea)로 분석하였다. 토양 유기물은 원소분석기 (Vario max CN, Elemental, Germany)로 총 탄소함량 측정 후 1.724를 곱하여 나타내었다. 유효인산은 Lancaster법으로 측정하였으며 풍건 토양 5 g에 침출액(333 mM Acetic acid + 1.5 N Lactic acid + 30 mM Ammonium Fluoride + 213 mM Sodium Hydroxide + 50 mM Ammonium Sulfate, pH 4.25) 20 mL를 가하여 10분간 진탕한 후 No. 2 여지로 여과하여 UV-Spectrometer(UV-2450, Shimadzu, Japan)로 파장 720 nm에서 비색 측정하였다. 치환성 양이온은 풍건토양 5 g에 1 N-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> (pH 7.0) 용액 50 mL를 가하여 30분간 진탕한 후 NO. 2 여지로 여과하여 ICP(GBC, Intergra XL, Australia)로 측정하였다. 식물체 시료는 70°C에서 건조 후 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 질소는 Elemental analyzer (Vario max CN, Elemental, Germany) 이용하여 측정하였다. 시료 (0.5 g)는 추출용액(377 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 36 % perchloric acid) 5 mL로 습식 분해하여 여과한 후, 인산은 Ammonium-vanadate 법으로 비색계(UV-2450, Shimadzu, Japan)를 사용하여 470 nm에서 측정하였고 양이온 함량은 ICP (GBC, Intergra XL, Australia)를 이용하여 측정하였다.

#### 2.4. 토양 미생물 군집의 미생물체량과 탄소이용능 분석

토양 미생물 분석을 위해 시험 후 채취한 토양을 2mm 체로 거른 후 4°C 냉장고에 보관하면서 2주일 이내에 분석하였다. 토양 미생물체량 (Microbial biomass C)은 혼중 추출법을 이용하여 분석하였다<sup>11)</sup>. 비혼중 시료는 습윤 토양 15 g에 0.5 M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 mL를 첨가하여 30분간 진탕하여 추출하였고, 혼중시료는 습윤 토양 15 g을 클로로포름 하에서 24시간 혼중시킨 후 0.5M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 60 mL를 첨가하여 30분간 진탕하여 추출하였다. 미생물체량은 TOC분석기(TOC-5050, Shimadzu, Japan)로 측정하였다. 미생물체량은 혼중된 분석값에서 비혼중된 분석값을 감하는 것으로 계산하였다. 토양 미생물군집의 유일 탄소원 이용능 차이는 31개의 각기 다른 탄소화합물을 가진 BIOLOG Ecoplate™ (BiologInc., Hayward, CA)를 이용하여 측정하였다. 냉장 보관된 토양을 1주일 내에 꺼내어 토양시료와 멸균수를 1:10 (W/V)의 비율로 희석한 후 200 rpm 으로 10분간 교반하였다. 교반된 시료는 10<sup>-3</sup>배로 희석한 후 Ecoplate의 well에 150 µL씩 접종한 후 25°C 항온기에 96시간 배양한 후 590 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 분석치는 평균 발색량 (average well color development, AWCD)과 다양성 지수(H)를 다음의 식으로 계산하였다.

$$AWCD = \sum(C - R)/n \quad (1)$$

C : 각 well의 OD<sub>590nm</sub> 값

R : Control well의 OD<sub>590nm</sub> 값

n : 기질의 수 (31)

$$H = -\sum P_i (\ln P_i) \quad (2)$$

P<sub>i</sub> : 전체 OD<sub>590nm</sub> 값에 대한 각각의 기질 OD<sub>590nm</sub> 값

#### 2.5. 통계처리

통계처리는 XLSTAT 프로그램 (ver. 2015)을 이용하여 분산분석 실시 후 DMRT (Duncan's multiple range test)를 수행하여 평균 간 비교를 하였다. 또한 주성분 분석을 수행해서 액비처리에 따른 토양미생물 군집의 차이를 비교하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 처리별 토양화학성 변화

가축분 퇴비, 어분액비 및 화학비료 처리에 따른 토양 화학성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 시험 후 토양 pH는 LC50, 무비구를 제외하고 처리 전에 비해 낮아졌으며 처리에 따른 pH는 7.2~7.3으로 차이는 없었다. 시설하우스에서 돈분퇴비 등을 사용한 후 상추, 시금치를 재배한 토양의 pH 변화와 같은 경향<sup>12)</sup>이며 이는 유기물 및 화학비료 처리에 따른 유기물 분해시 생성되는 유기산, 암모늄비료의 질산화 작용에 의한 수소이온의 농도 증가로 LC100, LC50 + LF50, 화학비료 처리구의 토양 pH가 낮아진 것으로 생각된다. 시험 후 EC는 시험전과 비교하여 LC100, LC50 + LF50 처리구에서는 증가하였으며 LC50, 화학비료, 무비구에서는 감소하였다. 유기물과 유효인산 함량은 시험 후 모든 처리구에서 증가

Table 3. Chemical properties of soil at the end of the experiment

Treatment	pH	EC(1:5)	OM	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex. cations		
					K	Ca	Mg
	(1:5)	dS/m	g/kg	mg/kg	----- cmol <sub>c</sub> /kg -----		
LC100	7.3b†	0.74a	24.1a	281a	0.79ab	8.08a	2.12a
LC50 + LF50	7.2b	0.59b	22.6a	272a	0.92a	7.18a	2.14a
LC50	7.6a	0.46bc	23.5a	246b	0.75ab	7.77a	2.02a
NPK	7.3b	0.39c	20.4b	224b	0.75ab	7.44a	1.76b
NF	7.6a	0.40c	20.2b	191c	0.56b	7.96a	1.93ab

†Numbers with the same letter within a column are not significantly differed (Duncan's test, p < 0.05).

하였으며 화학비료 처리에 비해 가축분 퇴비나 액비 같은 유기물을 공급하였을 때 증진되었다. 이것은 퇴비를 시용함으로써 토양의 유기물, 유효인산이 증가한다는 결과와 같다<sup>13)</sup>.

### 3.2. 처리별 토양 미생물 군집 특성

처리별 토양미생물상 분포를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 호기성 세균은  $1.5 \sim 1.9 \times 10^7$  CFU/g 으로 LC50+LF50처리에서 밀도가 높게 나타났지만 처리간 통계적으로 유의적 차이는 없었다. 방선균은  $6.4 \sim 7.5 \times 10^6$  CFU/g 으로 LC50+LF50처리에서 낮게 나타났지만 처리간의 통계적으로 유의적 차이는 없었다. 사상균은  $1.2 \sim 2.6 \times 10^6$  CFU/g 으로 화학비료 처리구에 비해 퇴비 처리구가 높게 나타났지만 통계적인 유의차는 없었다. Weon et al. (1999) 등의 보고에 의하면 퇴비구의 세균수는 생육초기에 증가한 후 수확기에 감소하며 사상균은 수확기까지 군수가 증가하였다<sup>14)</sup>. 이러한 현상은 퇴비 중 난분해성 물질의 분해에 사상균이 주된 역할을 하고 이분해성 유기물은 주로 세균이 관여한다고 볼 때 처리된 퇴비 양이 많았던 LC100 처리구에는 사상균 밀도가 높았고, LC50+LF50처리에서는 액비 공급으로 세균 밀도에 영향을 준 것으로 판단된다. Microbial biomass는 토양에 존재하는 미생물의 총량을 의미하며 토양변화에 민감하게 반응하므로 토양비옥도를 나타내는 지표로 활용될 수 있다.<sup>15,16)</sup> Microbial biomass C 함량은 72.7~201.1 µg/g 범위로 무비나 화학비료 처리에 비해 가축분 퇴비나 액비와 같은 유기물 시용구에서 높았다. Lee와 Ha (2011)는 밭토양에서 토양유기물과 미생물체량과의 유의적인 상관관계를

보고하였으며<sup>17)</sup> 본 시험에서도 퇴비, 액비 처리와 같은 유기물 공급으로 토양 유기물 함량과 미생물체량이 높게 나타난 것으로 판단된다. 유기물을 시용함에 따라 미생물체량이 증가하는 원인은 토양내의 가용성 탄소 함량과 질소의 무기화와 관계가 있다<sup>18,19)</sup>.

Biolog Microplate는 빠르고 간편하게 배양이 가능한 세균의 기능적 다양성을 조사하는 토양 미생물 분석법으로 활용되고 있다<sup>20)</sup>. 서로 다른 31개의 탄소원 가진 EcoPlate는 토양 미생물 군집의 생리적 다양성 차이 즉 토양 미생물 군집의 탄소기질 이용성 (carbon substrates utilization pattern) 차이를 보여 준다<sup>21)</sup>. 처리에 따른 토양미생물 군집의 기능적 다양성에 미치는 결과는 Table 5와 같다. 처리에 따른 토양 미생물 군집의 기질 이용도를 각 well의 평균 발색 정도(AWCD)로 비교한 결과, LC100, LC50+LF50 처리구가 LC50, 화학비료, 무비구에 비해 기질이용도가 높았지만 통계적인 유의차는 없었다. 또

Table 5. Effect of organic matter on catabolic diversity of the soil bacterial community as evaluated by measuring average well color development (AWCD), substrate richness (S), and shannon's diversity index (H) in the Biolog EcoPlate incubated for 96h

Treatment	AWCD	S	H
LC100	1.57a†	28.75ab	3.32ab
LC50+LF50	1.56a	29.00a	3.33a
LC50	1.46a	28.50ab	3.31ab
NPK	1.49a	27.00c	3.27c
NF	1.45a	27.75bc	3.29bc

†Numbers with the same letter within a column are not significantly differed (Duncan's test,  $p < 0.05$ ).

Table 4. Soil microbial distribution of the soil after finishing this field trial

Treatment	Aerobic bacteria ( $\times 10^7$ )	Actinomycetes ( $\times 10^6$ )	Fungi ( $\times 10^6$ )	Microbial biomass C (µg/g)
LC100	1.7a†	7.5a	2.6a	201.1a
LC50+LF50	1.9a	6.4a	1.4a	175.9a
LC50	1.5a	7.5a	1.3a	181.8a
NPK	1.5a	7.1a	1.2a	101.5b
NF	1.6a	7.0a	1.4a	72.7b

†Numbers with the same letter within a column are not significantly differed (Duncan's test,  $p < 0.05$ ).

한 31개 기질의 발색반응 정도인 O. D. 값이 0.5 이상일 때 각 토양에 분포하는 다양한 미생물에 의해 이용된 기질로 판단하고 그 수를 합하여 각 토양의 기질 풍부도(S)를 나타냈다. 각 처리구의 기질 풍부도는 LC50+LF50 처리구가 다른 처리에 비해 가용 탄소원의 종류가 다양하였으며 무비, 화학비료 처리구와 통계적인 유의차를 나타냈다. 또한 각 처리별 토양미생물 군집의 기질이용의 다양성을 알아보기 위해 기질 다양성 지수(H)를 계산한 결과, LC50+LF50 처리가 가장 높고 화학비료 처리구가 낮았다.

처리에 따른 토양 미생물 군집의 기질 이용성 차이를 조사하기 위하여 Ecoplate에서 얻은 31개의 기질에 대한 측정값을 가지고 주성분 분석 (PCA; Principal component analysis) 으로 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 제 1주성분은 전체변이의 42.6%, 제 2주성분은 전체변이의 28.6%를 설명하며 LC100과 화학비료 처리구가 같은 그룹에 속하며, 무비구, LC50, LC50+LF50 처리가 각각 다른 그룹으로 나누어졌다. 제 1주성분에 높은 정의 상관관계를 보이는 탄소원은 L-Arginine, Pyruvic Acid Methyl Ester, D-Xylose, D-galacturonic Acid, L-Asparagine, Tween 80, D-Mannitol, L-Serine, N-Acetyl-DGlcucosamine 등의 탄소원이며 모

든 기질에 영향을 받았다. 제 2주성분은  $\beta$ -Methyl-D-Glucoside, D-glucosaminic Acid, Itaconic Acid에 대한 탄소 이용성이 클수록 높은 값을, D-Galactonic Acid  $\gamma$ -Lactone, i-Erythritol, L-Serine, Glucose-1-Phosphate,  $\alpha$ -Ketobutyric Acid, Phenylethylamine, D,L- $\alpha$ -Glycerol Phosphate에 대한 탄소 이용성이 클수록 낮은 값을 나타내어 이들은 제 2주성분에 영향을 주는 특이적 탄소원이라고 할 수 있다. 따라서 제 1주성분은 질소 공급량이 토양미생물의 기질 이용성에 영향을 주며 제 2주성분은 질소 공급원에 따라 이용도가 다른 미생물이 분포하여 군집간의 차이가 나타나는 것으로 판단된다.

### 3.3. 처리별 오이 생육 및 수량 비교

처리에 따른 오이의 생육은 Table 6과 같다. 오이 초장은 LC100, LC50+LF50, 화학비료 처리구가 520.3 ~ 547.3 cm로 처리간의 통계적인 유의 차이는 없었지만, 무비구와 LC50 처리와 차이를 나타냈다. 줄기직경은 LC100, 화학비료 처리구가 각각 14.1, 13.8 cm 로 LC50 처리와 통계적인 유의차를 나타냈으며, 잎 수는 LC100이 59개로 무비구와 LC50 처리와 차이를 나타냈다. 생체중의 경우 LC100, LC50+

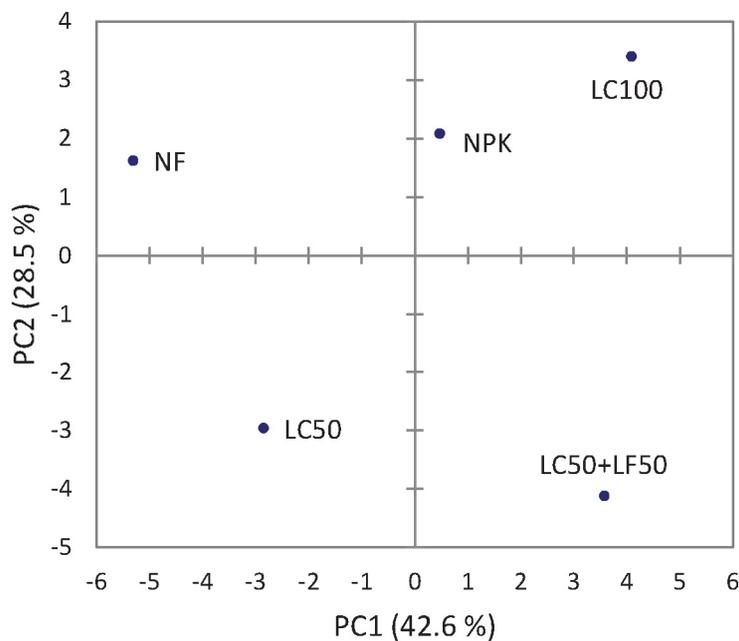


Fig. 1. Principal component analysis of substrate utilization pattern by biolog Ecoplate.

Table 6. Effect of different fertilization treatments on growth parameters, plant height, stem diameter, leaf number and fresh fruit weight of cucumber in the spring season

Treatment	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Leaf number (ea)	Fresh weight (g)
LC100	547.3a†	14.1a	59a	806.2a
LC50 + LF50	520.3a	13.0ab	57ab	782.0a
LC50	469.8b	11.7b	52b	520.4b
NPK	541.2a	13.8a	55ab	760.3a
NF	440.3b	13.0ab	51b	693.4ab

†Numbers with the same letter within a column are not significantly differed (Duncan's test, p < 0.05).

Table 7. Effect of different fertilization treatments on yield parameters, number of fruits and yield of cucumber in the spring season

Treatment	No. of fruit (ea./10a)	Yield (kg/10a)
LC100	45,214ab	6,676a
LC50 + LF50	44,143ab	6,804a
LC50	35,357bc	5,525ab
NPK	50,464a	7,397a
NF	30,321c	4,480b

†Numbers with the same letter within a column are not significantly differed (Duncan's test, p < 0.05).

LF50, 화학비료 처리구가 760.3 ~ 806.2 g로 처리간의 통계적인 유의 차이는 없었으며 무비구와 LC50 처리와 차이를 나타냈다.

각 처리에 따른 오이 수량은 Table 7과 같다. 총 수량은 화학비료 처리가 7,397 kg으로 가장 많았지만 LC100, LC50 + LF50 처리와는 통계적인 유의차가 없었다. 액비처리에 의한 양분공급 효과를 비교한 결과 LC50 + LF50 처리가 LC50처리 보다 수량은 높았지만 통계적인 유의차는 없었다. 따라서 오이의 생육과 수량을 모두 고려하였을 때 가축분 퇴비와 어분액비 처리에 의한 지속적인 양분공급으로 안정

Table 8. Content of macroelements in leaf, stem and fruit of cucumber plant in the spring season

Plant part	Treatment	N	P	K	Ca	Mg
		%				
Leaf	LC100	3.47a†	1.29a	4.04ab	1.48c	0.89b
	LC50 + LF50	3.35a	1.17a	3.53b	1.65c	1.08ab
	LC50	3.28a	1.19a	4.45a	1.89bc	0.84b
	NPK	3.12a	1.16a	3.80b	2.85a	0.98ab
	NF	3.06a	0.91b	3.96ab	2.50ab	1.15a
Stem	LC100	1.06a	1.79a	8.06a	0.90a	0.42a
	LC50 + LF50	1.02a	1.75a	7.20ab	1.10a	0.47a
	LC50	0.93a	1.82a	6.70ab	1.09a	0.42a
	NPK	1.03a	1.75a	6.25b	1.09a	0.38a
	NF	0.86a	1.37a	6.53ab	0.82a	0.43a
Fruit	LC100	3.37a	1.84a	3.42b	0.46b	0.35b
	LC50+LF50	3.18a	2.19a	7.60a	0.76ab	0.54ab
	LC50	2.96ab	2.31a	6.41a	0.94a	0.58ab
	NPK	3.13ab	1.78a	5.30ab	0.82ab	0.49ab
	NF	2.72b	2.36a	7.17a	0.87a	0.63a

†Numbers with the same letter within a column are not significantly differed (Duncan's test, p < 0.05).

적인 오이생산이 가능하며 화학비료 대비 90%의 수량성을 확보하였다.

가축분 퇴비와 액비 처리에 따른 오이 잎, 줄기, 과실의 무기성분 함량은 Table 8과 같다. 무기성분 함량 중 질소는 잎, 인산은 과실, 칼륨은 줄기, 칼슘과 마그네슘은 잎에 많았으며 Jang et al. (2004)의 연구결과와 일치하였다<sup>22)</sup>. 무비구를 제외하고 처리별 질소와 인산의 함량은 차이가 없었으며 이는 오이의 성분함량은 비료의 종류 및 양에 따라 차이가 없었다고 한 선행연구 결과와 비슷한 경향을 나타냈다<sup>23)</sup>. 반면 칼륨함량은 줄기의 경우 LC100, LC50+LF50, LC50 처리구가 화학비료, 무비구보다 높았으나, 과실의 경우 LC50+LF50, LC 50, 무비 처리구가 높게 나타났다. 이러한 결과는 식물의 양분 흡수에서 경쟁을 하는 질소와 칼륨은 토양 내에 질소 농도가 증가할 때 식물내의 질소함량은 증가하지만 칼륨의 함량은 감소한다고 보고되었으<sup>24)</sup> 오이 과실의 질소 함량이 높아짐에 따라 칼륨함량이 낮아진 결과로 유사한 경향을 나타냈다.

#### 4. 결 론

유기농 오이의 안정생산을 위한 양분관리 기술이 필요하다. 이에 본 연구는 가축분 퇴비와 어분액비를 사용하여 오이생육과 수량, 토양 화학성, 그리고 토양 미생물군집에 미치는 영향을 평가하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 처리에 따른 토양 화학성은 시험전과 비교하여 토양의 EC, 유기물 함량, 유효인산, 치환성 양이온 함량이 증가하였고, LC50+LF50 처리는 LC100 처리와는 EC 함량을 제외하고는 통계적인 유의차가 없었으며 화학비료 처리와는 pH를 제외하고 통계적인 유의차를 나타냈다.
2. 처리별 토양미생물상 분포를 조사한 결과, 액비를 처리할 경우 토양 미생물 중 세균집단 구조에 영향을 미치며 퇴비, 액비 처리와 같은 유기물을 공급한 토양에서 유기물 함량과 미생물 체량이 높게 나타났다.
3. 각 처리별 생육 및 수량을 조사한 결과, LC50+

LF50 처리구에서 화학비료 처리구 대비 대비 약 90%의 수량성이 확보되었으며, 오이 생육도 화학비료 처리구 및 가축분 퇴비를 단독 시용한 LC100 처리구와 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

#### 사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ013515022018)의 지원에 의해 이루어진 것임.

#### References

1. Lotter, D. M., "Organic agriculture", Journal of Sustainable Agriculture, 21(4), pp. 59~128. (2003).
2. [http://www.enviagro.go.kr/portal/info/Info\\_statistic\\_cond.do](http://www.enviagro.go.kr/portal/info/Info_statistic_cond.do).
3. NAAS, "Fertilizer application recommendations for crop plants", Rural Development Administration. (2010).
4. Yun, H. B., Lee, Y., Yu, C. Y., Yang, J. E., Lee, S. M., Shin, J. H., Kum, S. C. and Lee, Y. B., "Soil nitrogen mineralization influenced by continuous application of livestock manure composts", Korean J. Soil Sci. Fert., 43(3), pp. 329~334. (2010).
5. An, N. H., Cho, J. R., Gu, J. S., Kim, Y. K. and Han E. J., "Effect of Fish Meal Liquid fertilizer Application on Soil Characteristics and Growth of Cucumber(*Cucumis sativus* L.) for Organic Culture", J. of KORRA, 25(3), pp. 13~21. (2017).
6. Jo, G. R., "Effect of expeller cake liquid fertilizer application in cucumber culture", Annual research report, Gyeonggi Agricultural Research and Extension Service, pp. 398~407. (2001).
7. Kim, H. G., "Development of eco-friendly soil management and cultivation techniques of cucumber". Annual Research Report, Jeonnam Agricultural

- Research and Extension Service, pp. 660~676. (2007).
8. Jo. M. S., "The cultivation techniques of organic cucumber", Annual research report, Jeonnam Agricultural Research and Extension Service, pp. 534~548. (2013).
  9. RDA, "Cucumber cultivation manual", Rural Development Administration. (2013).
  10. NIAST, "Analysis methods of soil and plant", Rural Development Administration. (2010).
  11. Vane, E. D., Brookes. P. C. and Jenkinson, D. S., "An extraction method for measuring soil microbial biomass carbon", *Soil Biol. Biochem.*, 19, pp. 703~707. (1987).
  12. Kwak, H. K., Seong, K. S., Lee, N. J., Lee, S. B., Han, M. S., No, G. A., "Changes in chemical properties and fauna of plastic film house soil by application of chemical fertilizer and composted pig manure", *Korean J. Soil Sci. Fert.*, 36, pp. 304~310. (2003).
  13. Yun, B. K., Oh, S. J. Kim. K. S. and Byu, I. S., "Effects of compost application on soil loss and physico-chemical properties in lysimeters". *Korean J. soil Sci. Fert.*, 29, pp. 336~341. (1996).
  14. Weon H. Y., Kwon J. S., Suh J. S. and Choi, W. Y., "Soil microbial flora and chemical properties as influenced by the application of pig manure compost", *Korean J. Soil Sci. Fert.*, 32(1), pp. 76~83. (1999).
  15. McGill, W. B., Cannon, K. R., Roberson J. A. and Cook, F. D., "Dynamics of soil microbial biomass and water-soluble organic carbon on Breton L. after 50 years of cropping to two rotation", *Canadian Journal of Soil Science*, 66(1), pp. 1~19. (1986).
  16. Garcia-Gil, J. C., Plaza, C., Soler-Rovira, P. and Polo, A., "Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass", *Soil Biol. Biochem.*, 32(13), pp. 1907~1913. (2000).
  17. Lee, Y. H. and Ha, S. K., "Impacts of chemical properties on microbial population from upland soils on Gyeongnam province.", *Korean J. Soil Sci. Fert.*, 44, pp. 242~247. (2011).
  18. Bolton. H. J., Elliot, L. F. and Papendick, R. I., "Soil biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices", *Soil Biol. Biochem.*, 17, pp. 297~302. (1985).
  19. Goyal, S., Mishira, M. M., Hooda, I. S. and Singh, R., "Organic matter-microbial biomass relationships in field experiments under tropical condition: effect of inorganic fertilization and organic amendments", *Soil Biol. Biochem.*, 24, pp. 1081~1084. (1992).
  20. Garland, J. L. and Mills. A. L., "Classification and Characterization of heterotrophic microbial communities on the basis of patterns of community level sole carbon source utilization". *Appl. Environ. Microbiol.*, 57, pp. 2351~2359. (1991).
  21. Bradley, R. I., Shipley, B. and Beaulieu. C., "Refining numerical approaches for analyzing soil microbial community catabolic profiles based on carbon source utilization patterns", *Soil Biol. Biochem.*, 38, pp. 629~632. (2006).
  22. Jang B. C., Lee, J. Y. and Choe, S. S., "Detect and measure of plant physiological disorder", National Institute of Agricultural Science and Technology. (2004).
  23. Park, J. S., Lee, M. J., Lee, S. Y., Kim, J. S., Lee, T. K., Ro, H. M., Kim, S., J., Jeon S. W., Seo, S. G., Kim K. Y., Lee., G. H. and Jeong B. G., "Effect of mixed liquif fertilizer on growth responses of cherry tomatoes and soil chemical properties", *Kor. J. Hort. Sci. Techno.*, 33(2), pp. 268~275. (2015).
  24. Papadopoulos, I., "Nitrogen fertigation of greenhouse-grown cucumber", *Plant and Soil*. 93, pp. 87~93. (1986).