

유기농 오이재배를 위한 어분액비 공급이 토양특성 및 오이 수량에 미치는 영향

안난희[†], 조정래, 구자선, 김용기, 한은정
농촌진흥청 국립농업과학원

Effect of Fish Meal Liquid Fertilizer Application on Soil Characteristics and Growth of Cucumber(*Cucumis sativus* L.) for Organic Culture

Nan-Hee An[†], Jung-Rai Cho, Ja-Sun Gu,, Young-ki Kim, Eun-Jung Han
National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration

(Received: Jun. 12, 2017 / Revised: Jul. 19, 2017 / Accepted: Jul. 24, 2017)

ABSTRACT: This study was carried out to evaluate the application effects of fish meal liquid fertilizer on soil characteristics and growth of cucumber for organic cultivation. Cucumber in greenhouse was transplanted on March 31st in 2016, and the experimental treatments involve six treatments: No fertilizer, 0, 25, 50, and 100 mg/L N application by fish meal liquid fertilizer and chemical fertilizer. In the results of soil chemical property, application of 100 mg/L of fish meal liquid fertilizer showed a significant differences in pH, K, and Mg contents. The soil microbial community varied in relation to the fish meal liquid fertilizer treatments. Microbial biomass was lower in the chemical fertilizer than in the liquid fertilizer treatment. Result of principal component analysis obtained from Ecoplate showed that fish meal liquid fertilizer treatments, no liquid fertilizer, chemical fertilizer, and no fertilizer were divided into distinct groups, with the no fertilizer treatment located furthest from the other treatments. There were no significant differences in plant height of cucumber between the fish meal liquid fertilizer treatments and chemical fertilizer treatments. Also, the cucumber yield did not vary significantly between the concentrations of liquid fertilizers, and there were also no significant differences in the yield among the fish meal liquid and chemical fertilizer treatments. In conclusion, it is suggested that the application of fish meal liquid fertilizer can be used as a additional fertilizer for cucumber production with organic culture in greenhouse.

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

초록: 본 연구는 유기농 오이 재배를 위하여 어분액비를 웃거름으로 공급할 경우 오이 생육과 토양환경에 미치는 영향을 검토하여 양분공급원으로 활용하고자 수행하였다. 시험구 처리는 무시비, 액비 무처리, 액비 처리농도에 따라 100, 50, 25 mg/L 처리구, 화학비료 처리 등 6처리를 두었다. 주요 조사항목은 어분액비처리에 의한 오이 생육, 수량, 토양 화학성, 그리고 토양미생물 군집 변화를 조사하였다. 어분액비 처리에 의한 토양 화학성 변화를 살펴본 결과, 어분액비 100 mg/L 처리는 다른 처리구와 비교하여 pH와 치환성 양이온 칼륨,

[†] Corresponding author(e-mail : nanhee79@korea.kr)

마그네슘 함량이 뚜렷하게 낮아지는 결과를 나타냈다. 또한 Biolog을 이용하여 토양미생물 군집의 기능적 다양성을 분석한 결과, 토양미생물 군집의 기질 이용도는 액비처리, 화학비료구, 무비구가 각각 1.57~1.63, 1.5, 1.3으로 액비처리와 화학비료구가 무비구에 비해 높았지만 액비 처리 수준별 차이는 나타나지 않았다. 액비처리에 의한 오이 생육을 비교한 결과, 액비처리 농도별 오이 초장과 과실의 생체중 및 건물중은 통계적 유의차는 없었으며 잎과 줄기의 생체중과 건물중은 어분액비 100 mg/L 처리 시 통계적 유의차를 나타냈다. 오이 수량은 액비처리 수준별 차이는 없었으며 어분액비 처리와 화학비료 처리간에 비교하더라도 차이를 나타내지 않았다. 따라서 어분액비와 화학비료 처리에 대한 오이의 생육과 수량을 비교한 결과, 수량과 생육에 큰 차이를 나타내지 않아 어분액비는 유기농업에서 웃거름으로 활용 가능 할 것으로 판단되었다.

주제어: 유기농업, 어분액비, 오이, 질소공급

1. 서론

최근 소비자가 안전 먹거리에 대한 관심이 높아짐에 따라 유기 농산물에 대한 수요는 지속적으로 증가하고 있다.¹⁾ 2015년도 유기 농산물 중 채소류의 생산량은 전체 112만 6,360톤으로 이 중에서 오이 생산면적은 33.8 ha이며 생산계획량은 1,780톤으로 나타났다.²⁾ 또한 오이는 우리나라의 식생활에서 자주 접하는 식재료이며 많은 요리에 사용되고 있다.

오이를 시설재배지에서 재배할 경우 정식 후 수확이 끝날 때까지 4개월 이상 소요되고, 안정적으로 초세를 유지하면서 품질 좋은 오이를 수확하기 위해서는 토양의 시비관리가 매우 중요하다. 일반적으로 관행재배에서는 밑거름으로는 초기생육에 필요한 양만을 시비하고 나머지는 정식 후 20일경부터 질소는 4회 나눠 웃거름으로 공급하며³⁾ 유기재배에서는 밑거름으로 풋거름, 혼합유박, 유기질 비료와 같은 유기성 비료와 볏짚을 병행해서 사용하고, 웃거름으로 혈분, 골분, 깻묵을 발효하여 자가제조한 액비를 물에 희석하여 관비형태로 공급하고 있다.

액비는 작물의 영양성분, 부식산과 같은 탄소물질, 미생물의 발효산물 등으로 구성되어 있어, 토양에 투입했을 때 작물이 바로 흡수할 수 있는 양분을 공급해 준다⁴⁾. 또한 액비내 부식산 같은 탄소물질은 토양에 유익한 미생물을 활성화시키며, 미생물 발효산물은 작물 뿌리를 보호하고 발근을 촉진하는 효과가 있다.⁵⁻⁶⁾ 오이재배 시 유기액비를 사용한 연구는 시용방법에 따른 우분퇴비와 유박액비 처리 효과는 엽면살포 보다 관비가 다소 생육이 우세하였

으며⁷⁾, 볏짚, 왕겨, 탈지강과 미생물제를 사용하여 관행과 수량을 비교한 결과 탈지강 + 미생물제 처리구가 관행 대비 91%로 양호하였다.⁸⁾ 유기농 오이재배에 양분관리 방법으로 녹비작물, 유기질비료, 어분액비를 처리했을 때 효과를 검토하는 등의 연구가 일부 이루어진 바 있으며⁹⁾, 안정적인 오이 수량 확보를 위해서는 웃거름으로 활용되는 유기액비에 대한 연구가 더욱 필요하다. 따라서 본 연구는 유기농 오이 재배를 위하여 어분액비를 공급할 경우 오이 생육과 토양환경에 미치는 영향을 구명하여 양분공급원으로써의 활용가능성을 검토하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 시험토양 및 어분액비 처리

시험에 사용된 토양은 식양토이며 화학성은 pH가 6.9, 유기물함량은 20 g/kg, 유효인산은 291.3 mg/kg으로 나타났다(Table 1). 시험에 사용된 액비는 어분액비로 제조방법은 물 1 L 기준으로 어분 2 kg, 당밀 200 g, 건조효모 100 g을 첨가한 후 90일간 상온에서 발효시켰으며 액비의 화학성은 전질소 10 g/L, 인산은 1.01 g/L, 칼륨은 2.71 g/L이었다. 시험구는 무시비, 액비무처리, 액비 농도별 3처리, 화학비료처리 등 6처리로 구성되어 있다. 액비 농도별 3처리는 액비 중 질소농도를 100 mg/L, 50 mg/L, 25 mg/L로 조절하여 처리하였다. 재배 기간 동안 퇴비와 액비로 공급된 총질소 공급량은 Table 2와 같다. 화학비료와 무비구를 제외한 처리구의 퇴비로부터 공급

Table 1. Chemical properties of soil used in this study

pH	EC (1:5)	OM	Av. P ₂ O ₅	Ex. cations		
				K	Ca	Mg
(1:5)	dS/m	g/kg	mg/kg	----- cmol _c /kg -----		
6.9±0.2	0.9±0.2	20.0±1	291.3±54.1	1.0±0.1	9.5±0.1	2.5±0.1

Table 2. Experimental design and rate of N application for each treatment in Spring 2016

Treatment (mg/L)	N application rates			
	Basal fertilization		Top dressing	Total
	compost	urea	Liquid fertilizer	
	----- N kg 10a ⁻¹ -----			
N 100	11	0	20.6	30.7
N 50	11	0	10.3	21.3
N 25	11	0	5.2	16.2
N 0	11	0	0	11
NPK	0	20	0	20
NF	0	0	0	0

NPK: chemical fertilizer, NF: No N fertilizer, N100, N50, N25, N0 applied with 100, 50, 25, 0 mg/L of fish meal fertilizer, respectively.

된 질소의 양은 11 kg/10a 이며 액비로부터 공급된 처리구의 질소양은 처리구 N100, N50, N25에 각각 20.6, 10.3, 5.2 kg/10a이다. 화학비료시비는 기비로서 N-P-K, 20-10-12 kg/10a를 기준으로 각각 요소, 용과린, 염화加里로 사용하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복이며 처리당 면적은 6.7 m² 이었다. 액비 공급은 오이 정식 2주 후 부터 재배가 끝날 때까지 매주 2회씩 동일하게 21회 공급하였다.

2.2. 작물재배 및 생육 조사

어분 액비 처리에 의한 오이 재배 시험은 2016년 4월부터 7월까지 전북 완주군 이서면 국립농업과학원내 비닐하우스에서 수행하였다. 재식 간격은 150 cm × 20 cm로 심어 두 줄 유인하였으며 처리구당 20주를 재배하였다. 오이 품종은 조은백다다기로 30일된 묘를 정식하였으며 7월 초까지 재배하였다. 하우스의 시설관리 및 재배는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였으며 병해충 관리는 친환경목표공시 자재를 이용하여 발생 시 처리하였다. 오이의 생육 양상의 경시적인 변화를 알아보기 위하여 정식한 날부터 2주 간격으로 오이의 지상부를 채취하여 건조 후 건물중을 측정하였다. 식물체 생육조사의 경우 각

시험구별로 3주를 측정하여 평균하였으며 잎, 줄기 및 과실무게는 생체중을 측정한 후 건조기에 건조 후 건물중을 측정하였다. 오이 수량은 2~3일 마다 수확하여 누적생산량을 계산하였다.

2.3. 토양 및 식물체 분석

토양 및 식물체 분석은 토양 및 식물체 분석법에 준하여 분석하였다.¹⁰⁾ 토양시료는 시험전과 시험 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. 질소와 탄소 함량은 Elemental analyzer (Vario max CN, Elemental, Germany)이용하여 측정하였다. 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)를 이용 파장 720 nm에서 비색 측정하였다.

무기태질소의 측정은 습토 10 g에 2 M KCl 50 mL를 가하여 30분간 진탕한 후 NO₂ 여지로 여과하여 자동분석기 (QuickChem 8500 Series 2, Hach, USA)로 측정하였다. 치환성양이온은 풍건토양 5 g에 1 N-CH₃COONH₄ (pH 7.0) 용액 50 mL를 가하여 30분간 진탕한 후 NO₂ 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 H₂SO₄ + 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. 토양미생물 군집의 미생물체량과 탄소이용능 분석

토양미생물 분석을 위해 시험 후 채취한 토양을 2 mm 체로 거른 후 4°C 냉장고에 보관하면서 2주일 이내에 분석하였다. 토양 미생물체량(Microbial biomass C)은 혼중 추출법을 이용하여 분석하였다.¹¹⁾ 비혼중시료는 습윤 토양 15 g에 0.5 M K₂SO₄ 60 mL를 첨가하여 30분간 진탕하여 추출하였고, 혼중시료는 습윤 토양 15 g을 클로로포름 하에서 24시간 혼중시킨 후 0.5M K₂SO₄ 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 BIOLOG사의 Ecoplate™(Biolog Inc., 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 10⁻³배로 희석한 후 Ecoplate™의 well에 150 µL씩 접종한 후 25°C 항온기에 96시간 배양한 후 590 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.5. 통계처리

통계처리는 XLSTAT 프로그램 (ver. 2015, Addinsoft, NY, USA)을 이용하여 분산분석을 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. 어분액비 처리에 의한 토양 화학성 변화

어분액비 및 화학비료 처리 후 토양 화학성 변화는 Table 3과 같다. 토양 pH는 다른 처리보다 액비 100 mg/L 처리구가 6.1로 다른 처리구 6.8~7.2보다 낮았다. EC는 액비 100 mg/L 처리 시 0.7 dS/m로 다른 처리구의 0.5~0.6 dS/m보다 높았다. 유기물 함량은 어분액비 처리가 20.9~22.5 g/kg로 화학비료 처리(20.4 g/kg)와는 큰 차이가 없었으나 무비구는 18.7 g/kg로 낮았다. 유효인산 함량은 모든 처리구에서 유의한 차이가 없었다. 치환성 양이온함량은 어분액비 농도 100 mg/L 처리구에서 대체로 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 질소관비 농도가 증가할수록 토양의 칼륨, 마그네슘 함량이 감소하고 토양 pH는 질소관비 농도가 증가할수록 감소하는 경향이었으며, 이는 질소흡수량에 따라 치환성 칼륨과 마그네슘도 비례하여 흡수량이 증가하기 때문이라고 하였다.¹²⁾ 또한 혈분을 발효하여 만든 아미노산 액비 처리가 잔디 재배 토양에 미치는 영향 연구에서 액비 처리농도가 증가할수록 pH, 질소함량, 치환성 칼륨함량이 감소하는 결과와도 유사하였다.¹³⁾ 한편 저농도가축분액비(SCB)를 시용한 오이, 고추재배에서의 pH는 화학비료 처리구보다 돈분액비 처리구가 높았는데 이는 처리 액비의 pH가 8.4로 알칼리성이기 때문이라고 하였다.^{4,14)}

3.2. 어분액비 처리에 의한 토양 미생물 군집 비교

토양 미생물체량은 토양에 존재하는 미생물의 총

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

Treatments	pH	EC(1:5)	OM	Av. P ₂ O ₅	Ex. cations		
					K	Ca	Mg
	(1:5)	dS/m	g/kg	mg/kg	----- cmol _c /kg -----		
N100	6.1b [†]	0.7a	20.9ab	247.1a	0.5c	8.7b	1.7b
N50	7.1a	0.6b	21.2ab	251.3a	0.6bc	10.4a	2.2a
N25	6.8a	0.5b	22.4a	237.2a	0.6bc	8.9ab	2.2a
N0	7.2a	0.5b	21.5ab	213.9a	0.6bc	10.6a	2.1a
NPK	7.2a	0.5b	20.4ab	263.8a	0.9a	9.7ab	2.3a
NF	6.9a	0.5b	18.79b	169.8a	0.7b	8.6b	2.0a

NPK: chemical fertilizer, NF: No N fertilizer, N100, N50, N25, N0 applied with 100, 50, 25, 0 mg/L of fish meal fertilizer, respectively.

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

량을 의미하며 유기물의 무기화와 고정화를 통해 작물 생산성에 큰 영향을 미치며, 토양변화에 민감하게 반응함으로써 토양비옥도를 나타내는 지표로 활용될 수 있다.¹⁵⁻¹⁶⁾ 어분액비 처리 후 토양의 미생물체 탄소량의 변화는 Fig. 1과 같다. 화학비료 처리구는 액비 처리구에 비하여 낮았으며 액비 100 mg/L 구에서 224 g/kg으로 다른 처리구와 비교하여 통계적으로 유의한 차가 나타났다. 액비처리에 따른 토양 미생물군집에 미치는 영향으로 돈분뇨 액비 처리 농도가 증가할수록 토양의 pH, EC, 미생물체 탄소량도 증가하였으며¹⁷⁾, 21년간 돈분뇨 액비를 장기

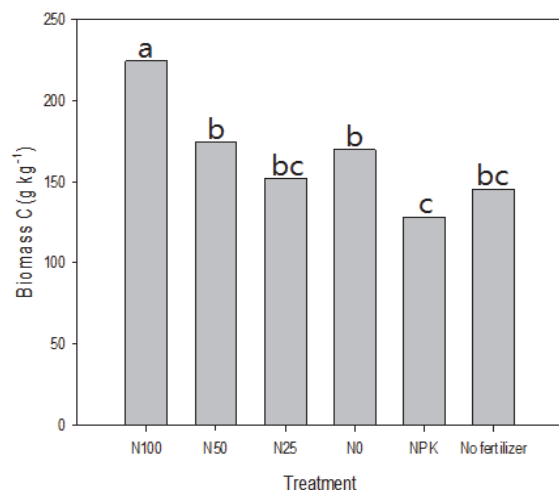


Fig. 1. Changes in Microbial biomass carbon content in the soil after harvesting cucumber. NPK: chemical fertilizer, N100, N50, N25, N0 applied with 100, 50, 25, 0 mg/L of fish meal fertilizer, respectively.

연용한 토양의 미생물체 탄소량은 돈분뇨 액비 시비량과 정의 관계로 돈분뇨 액비는 미생물체량 증가에 영향을 미친다고 보고하였다.¹⁸⁾ 이러한 결과는 액비가 토양 미생물 성장을 촉진하기 때문이며¹⁹⁾ 본 결과에서는 어분액비 100 mg/L처리 시 다른 처리구에 비해 액비공급에 의한 미생물체량 증가 효과가 뚜렷하게 나타났다.

어분액비 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. 2와 같다. 제 1주성분은 전체변동의 59.0%, 제 2주성분은 전체변동의 15.9%를 설명하며 어분액비 처리(3처리)와 액비 무처리, 화학비료, 그리고 무비구가 각각의 그룹으로 나누어지며 무비구가 다른 처리구들과는 가장 멀리 떨어져 있는 것으로 나타났다. 제 1주성분에 높은 정의 상관관계를 보이는 탄소원은 L-Arginine, L-Asparagine, L-Phenylalanine, D-glucosaminic Acid, Itaconic Acid, 2-Hydroxy Benzoic Acid, Pyruvic Acid Methyl Ester, Tween 40, Glucose-1-Phosphate, D,L- α -Glycerol Phosphate, β -Methyl-DGlucoside, i-Erythritol, D-Mannitol, D-Cellobiose, α -D-Lactose 등의 탄소원들로 모든 기질에 대하여 전반적인 영향을 받았다. 제 2주성분은 Putrescine, γ -Hydroxybutyric Acid, 4-Hydroxy Benzoic Acid, D-galacturonic Acid에 대한 탄소 이용성이 클수록 높은 값을, Phenylethylamine, Tween 80, α -Cyclodextrin, D-Xylose, α -D-Lactose에 대한 탄소

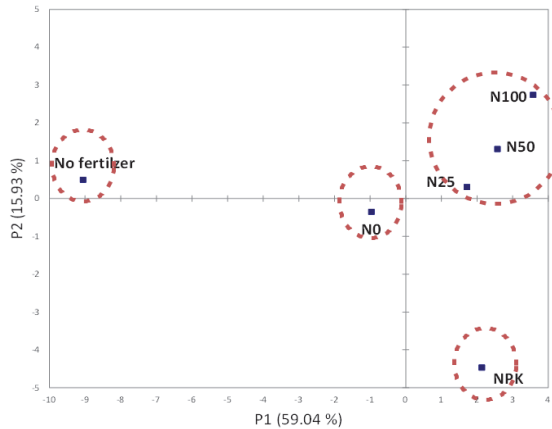


Fig. 2. Principal component analysis of substrate utilization pattern NPK; chemical fertilizer, N100, N50, N25, N0 applied with 100, 50, 25, 0 mg/L of fish meal fertilizer, respectively.

이용성이 클수록 낮은 값을 나타내어 이들은 제 2주 성분에 영향을 주는 특이적 탄소원이라고 할 수 있다. 질소공급이 많은 처리에서 제 1주성분의 값이 높아져 미생물의 기질이용도가 높아지는 것을 알 수 있으며, 제 2주성분의 경우 액비처리의 경우 높은 값을 나타내고 요소처리의 경우 낮은 값을 가지므로 질소공급원에 따라 이용도가 다른 미생물이 분포하는 것으로 해석된다. 액비처리구의 토양에서 조사된 미생물들은 다양한 유기 분자를 분해하며 자연에서나 하수처리 과정에서의 무기질화 과정에 관여하는 세균들이며, 특히 질소 무기화 과정에 중요한 역할을 하는 미생물들이 주로 서식하고 있음을 보고하였다.²⁰⁾

따라서 탄소 이용성 차이에 따른 PCA 분석 결과, 액비처리, 퇴비, 무비, 화학비료구의 토양미생물 군집이 뚜렷하게 구분되어지며 이는 액비, 화학비료, 퇴비와 같은 질소공급원의 차이가 토양 미생물군집에 영향을 주어 군집간의 차이가 나타난 것으로 사료된다.

3.3. 어분액비 농도에 따른 오이 생육 및 수량 비교

어분액비 처리 농도별 오이 생육 양상은 Fig. 3과 같다. 30일된 묘를 정식한 오이 생육은 정식 후 2주까지는 영양생장 위주의 생육을 보이다가 정식 후 2주부터는 영양생장과 생식생장이 동시에 진행되는

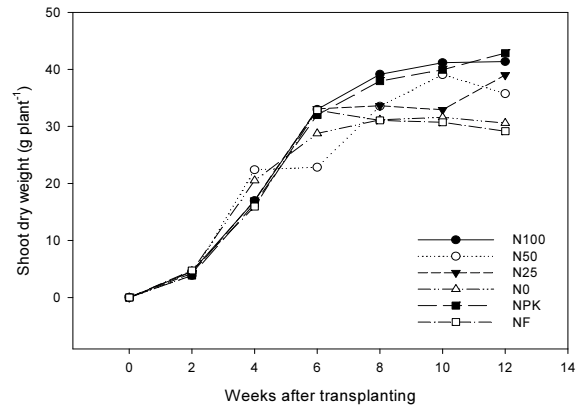


Fig. 3. Temporal changes in shoot dry weight of cucumber recorded after different fertilization regimes in spring season. NPK: Chemical fertilizer, NF: No fertilizer, N100, N50, N25, N0 applied with 100, 50, 25, 0 mg/L of fish meal fertilizer, respectively. Each data indicates an average of three replicates.

생육단계로 양분의 요구량이 극대화되는 시기가 10주까지로 나타났다. 그 이후에는 오이의 영양생장과 생식의 증대에 변화가 거의 없는 생육단계로 나타났으며 정식 후 첫 수확하기까지 34일 소요되었다. 이러한 생육 양상은 모든 처리구에서 나타났으며 오이 지상부의 건물중은 처리에 따라 액비 100 mg/L, 화학비료 > 액비 50 mg/L, 액비 25 mg/L > 액비무처리, 무비구 순으로 나타났다.

어분액비 및 화학비료 처리에 따른 오이의 생육은 Table 4와 같다. 오이 초장은 통계적으로 유의한 차이는 없지만 어분액비 처리농도에 따라 증가하는 경향을 보였다. 잎과 줄기의 생체중은 어분액비 100 mg/L 처리 시 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 과실의 생체중은 어분액비 농도에 따른 통계적 유의차가 없었다. 잎의 건물중은 액비농도 100 mg/L에서 20.8 g/plant으로 다른 처리구(18.8~17.7 g/plant)와 비교시 통계적인 유의차가 있었으며, 줄기의 건물중도 잎과 동일하게 액비농도 100 mg/L에서 높았다. 하지만 과실의 건물중은 처리 농도에 따른 차이를 나타내지 않았으며 이는 관비농도(0~52 mg/L)가 오이의 초장, 건물중, 그리고 생체중에 영향을 미치지 않는 결과와도 유사하였다.⁴⁾

어분액비, 화학비료 처리에 의한 오이 수량을 보면 Table 5와 같다. 총수량과 개수는 화학비료구가

Table 4. Changes in Plant height, fresh and dry weight of leaf, stem, and fruit of cucumber recorded after different fertilization regimes in spring season

Treatments	Plant height	Leaf		Stem		Fruit	
		Fresh weight	Dry weight	Fresh weight	Dry weight	Fresh weight	Dry weight
	cm	g/plant					
N100	567.9a [†]	174.7a	20.8a	188.2a	15.6a	302.3ab	10.9a
N50	539.4a	163.5b	18.5b	174.5b	13.6b	295.8b	10.6a
N25	533.6a	161.9b	18.8b	166.6b	13.3b	315.7ab	11.3a
N0	551.3a	159.4b	18.2b	166.4b	13.5b	332.8a	11.8a
NPK	550.0a	158.9b	18.8b	167.1b	12.9b	293.6b	10.9a
NF	544.4a	156.0b	17.7b	165.1b	13.1b	211.9c	10.3a

NPK: chemical fertilizer, NF: No N fertilizer, N100, 50, 25, 0: 100, 50, 25, 0 mg/L of fish meal liquid fertilizer based on nitrogen concentrations, respectively.

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

Table 5. Changes in yield and number of cucumber harvested after different fertilization regimes in spring season

Treatments	Yield	
	No. of fruit/10a	kg/10a
N100	27,011a [†]	3,799a
N50	24,201a	3,549a
N25	25,286a	3,777a
N0	21,423a	2,758a
NPK	26,715a	3,695a
NF	17,993b	2,467b

NPK: chemical fertilizer, NF: No N fertilizer, N100, N50, N25, N0 applied with 100, 50, 25, 0 mg/L of fish meal fertilizer, respectively.

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

각각 3,695 kg/10a, 26,715 개/10a이며 액비처리의 수량과 개수는 3,549~3,549 kg/10a, 24,201~27,011 개/10a으로 차이가 없었다. 과실의 수량은 비료의 영향보다 시비방법이나 관비 등에 영향을 받는다고 보고하였다.²¹⁻²³⁾ 본 포장 조건에서는 액비처리 수준 별 오이의 수량 차이는 없었으며, 어분액비와 화학비료 처리 간의 수량 차이를 나타내지 않았다. 따라서 오이 유기재배시 어분 액비를 웃거름으로 활용 가능하며 적정농도 및 시비량에 대해서는 추가적인 연구가 필요한 것으로 생각된다.

4. 결론

유기농 오이의 양분공급원으로 어분액비를 처리 하였으며 오이 생육과 수량, 토양 화학성 그리고 미생물군집에 미치는 영향을 평가하여 어분액비 시용 효과를 구명하였다.

어분액비 처리에 의한 토양화학성 변화를 살펴본 결과, 어분액비 100 mg/L 처리는 다른 처리구와 비교하여 pH와 치환성 양이온 칼륨, 마그네슘 함량이 뚜렷하게 낮아지는 결과를 나타냈다. 어분액비 처리에 의한 토양 미생물 군집을 비교한 결과, 미생물체량은 화학비료 처리구가 액비 처리구에 비하여 낮았으며 어분액비 100 mg/L구에서 224 g/kg으로 다른 처리구와 비교하여 통계적인 유의차를 나타냈다. Biolog Ecoplate를 이용한 토양미생물 군집의 기능적 다양성 분석을 위해 31개의 기질에 대한 측정값을 가지고 주성분 분석(PCA; Principal component analysis)을 한 결과, 제 1주성분은 전체변동의 59.0%, 제 2주성분은 전체변동의 15.9%를 설명하며, 어분액비 처리(3처리)와 액비무처리, 화학비료, 그리고 무비구가 각각의 뚜렷한 그룹으로 나누어지며 무비구가 다른 처리구들과는 가장 멀리 떨어져 있는 것으로 나타났다.

어분액비처리에 의한 오이 생육 및 수량을 비교한 결과, 오이 초장은 통계적인 유의차는 없지만 어분액비 처리농도가 증가할수록 길어지는 경향을 보

였다. 잎과 줄기의 생체중과 건물중은 어분액비 100 mg/L 처리 시 통계적 유의차가 나타났지만, 과실 생체중과 건물중은 어분액비 농도에 따른 차이는 나타나지 않았다. 오이 수량은 본 시험 조건에서는 액비처리 수준별 유의차는 나타나지 않았고, 어분액비 처리와 화학비료 처리간에도 차이를 보이지 않았다.

이러한 결과로부터 액비처리에 의한 토양 화학성 및 미생물상의 차이를 확인하였으며, 생육과 수량은 어분액비 처리와 화학비료구와 비교하여 수량과 생육에 차이를 보이지 않아 어분액비는 유기농업에서 추비용 양분공급원으로 활용가능 할 것으로 판단되었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호:PJ010879022017)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

1. Lotter, D. W., "Organic agriculture", Journal of sustainable agriculture, 21(4), pp. 58-128. (2003).
2. http://www.enviagro.go.kr/portal/info/Info_statistic_cond.do
3. NAAS, "Fertilizer application recommendations for crop plants", National Academy of Agricultural Science, RDA, (2010)
4. Park, J. M., Lee, T. J., Lee, S. E., Lee, I. B., "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), pp. 194~199. (2011)
5. Kai, H., Ueda, T., Sakaguchi, M., "Antimicrobial activity of bark-compost extracts", Soil Biology and Biochemistry, 22(7), pp. 983-986. (1990)
6. Elad, Y., Shtienberg, D., "Effect of compost water extracts on grey mould(*Botrytis cinerea*)". Crop protection, 13(2), pp. 109-114. (1994)
7. Jo, G. R., "Effect of expeller cake liquid fertilizer application in cucumber culture", Annual research report. Korea, Gyeonnggi, pp. 398~407. (2001)
8. RDA, "Study on practical of technic for environmental friendly culture of cucumber", pp. 23-27. (2008)
9. Jo. M. S., "The cultivation techniques of organic cucumber", Annual research report. Korea, Jeonnam, pp. 534-548. (2013)
10. NIAST, "Analysis methods of soil and plant", National Institute of Agriculture Science, RDA, (2010)
11. Vane, E. D., Brookes, P. C., Jenkinson, D. S., "An extraction method for measuring soil microbial biomass carbon", Soil Biology Biochemistry, 19, pp. 703-707. (1987)
12. No, A., S., "Study of nitrogen fertigation for cucumber cultivation in plastic film house", Annual research report. Korea, Gyeonnggi, pp. 506-513. (2006)
13. Lim, Y. S., Lee, K. S., Ham, S. G., "The effect of liquid fertilizer contained amino acids on the growth of bentgrass(*Agrostis palustris* Huds) and the chemical characteristics of soil", Kor. Turfgrass Sci., 17(4), pp. 147-154. (2003)
14. Kang, B. G., Kim, H. J., Lee, G. J., Park, S. G., "Determination of the optimum application rate of pig slurry for red pepper cultivation", Korean J. Soil Sci. Fert., 37(6), pp. 388-395. (2004)
15. McGill, W. B., Cannon, K. R., Roberson J. A., 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., Polo, A., "Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass", Soil Biology and biochemistry, 32(13), pp. 1907-1913. (2000)

17. Plaza, C., Hernandez, D., Garcia-Gil J. C., Polo, A., "Microbial activity in pig slurry-amended soils under semiarid conditions", *Soil biology and Biochemistry*, 36, pp. 1577-1586. (2004)
18. Lalande, R., Gagnon, B., Simard, R. R., Cote, D., "Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure application in a long-term field trial", *Canadian Journal of soil science*. *Canadian Journal of soil science*, 80(2), pp. 263-269. (2000)
19. Nedwell, D. B., Gray, T. R. G., "Soils and sediments as matrices for microbial growth", In D. B. Fletcher, T. R. G. Gray, and J. G. Jones, eds, *Ecology of microbial communities*, Cambridge University Press, Cambridge, UK. (1987)
20. Kim, D. I., Kim, D. H., "Bacterial community structure and diversity of the *Zoysia Japonica* soil treated with liquid fertilizer containing amino acid", *The Korean Journal of Microbiology*, 42(2), pp. 103-110. (2006)
21. Han, S., G., "Determination of fertigation program for cucumber", The PhD thesis, Chonbuk national university, Korea. (2007)
22. Sanchez, L. R., Crespo, A. P., Botia, C. P., Sironi J. S., Sanchez, A. A., "Influence of nitrogen fertilization in the absorption of nitrogen and nitrate accumulation on iceberg lettuce", *Investigacion Agraria Producciony Proteccion Veggtal*, 17(2), pp. 303-318. (2002)
23. Xu, G., Levkovitch, I., Soriano, S., Wallach, R., Silber, A., "Integrated effect of irrigation frequency and phosphorus level on lettuce: P uptake, root growth and yield", *Plant and Soil* 263(1), pp. 297-309.(2004)