Effect of Organic Materials Amendment on Growth of Jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) and Soil Chemical Properties

Heesoon Park^{1*}, Kyeong Hee Lee², Ha Kyung Oh³, Choong Woo Kim⁴, Hyo-jung Kang⁵, Sung-Hee Choi⁶, and Hyunman Shin⁷

¹Researcher, Jujube Research Institute, Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Boeun 28902, Korea

²Team Manager, Jujube Research Institute, Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Boeun 28902, Korea

³Researcher, Jujube Research Institute, Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Boeun 28902, Korea

⁴Researcher, Environment-Friendly Research Department, Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Cheongju 28130, Korea

⁵Team Manager, Jujube Research Institute, Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Boeun 28902, Korea

⁶Researcher, Jujube Research Institute, Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Boeun 28902, Korea

⁷Director, Jujube Research Institute, Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Boeun 28902, Korea

*Corresponding author: 1980myth@korea.kr

ABSTRACT

Received: July 10, 2020

Revised: August 18, 2020

Accepted: August 21, 2020

ORCID

Heesoon Park

<https://orcid.org/0000-0003-4148-3128>

Kyeong Hee Lee

<https://orcid.org/0000-0001-7597-6866>

Ha Kyung Oh

<https://orcid.org/0000-0002-6791-5892>

Choong Woo Kim

<https://orcid.org/0000-0002-9209-9014>

Hyo-jung Kang

<https://orcid.org/0000-0002-6315-6358>

Sung-Hee Choi

<https://orcid.org/0000-0003-3436-8260>

Hyunman Shin

<https://orcid.org/0000-0001-9460-6377>

Jujube is a deciduous broad-leaved tree belonging to the buckthorn family(Rhamnaceae) and is widely cultivated in Southeast Asia and Southeast Europe, including Korea and China and mainly consumed medicinal herbs or dried jujube. In recent years, consumption of fresh fruits has increased, and organic orchard has also increased. The purpose of this study was to investigate soil chemical changes and growth characteristics of jujube when replacing the total amount of nitrogen fertilizer with organic matter in rain shelter house. In March 2017, after soil testing, bark, animal compost, rice bran, oil cake and chemical fertilizers (NPK) were treated based on nitrogen content. After treatment of organic materials, by March 2020, the pH increased and organic matter, phosphoric acid and cation content in soil increased. After harvest of jujube, the yield of compost treatment was the highest and the NPK treatment was the lowest. The length, hardness and weight of fruit were greater in the NPK treatment, but the diameter and sugar content were not significantly different from the organic material treatments except rice bran. Therefore, when the cultivation of the jujube, nitrogen fertilizer was totally replaced with organic material, there was the effect of improving soil chemistry, such as an increase in the organic content of the jujube orchard and an increase in the yield of jujube but no clear effect on fruit quality.

Keywords: Jujube, Nitrogen, Fertilization, Organic material, Chemical fertilizer

Yield of jujube by organic materials treatment.

Introduction

소비자의 안전 농산물에 대한 요구가 커짐에 따라 2017년 세계 유기 농경지 면적은 1999년 대비 6배 증가한 6,980 만ha 정도이며 우리나라 유기농산물 인증 면적은 2018년 기준으로 최근 3년간 연평균 11.3% 증가한 24,666 ha, 유기농산물 시장규모는 3,761억원 정도이다 (KREI, 2019).

유기농업은 화학비료, 농약 등 합성된 자재를 사용하지 않으며 유기물, 미생물, 광물 등 천연 자원을 사용하기 때문에 농가들은 양분 관리, 병해충 및 잡초 방제 등에 기술적 어려움을 겪고 있다. 2020년 3월을 기준하여 유기농업자재 1,745종이 등록되어 있으며 그 중 토양개량 및 작물생육용이 870종이다. 주로 유기질 비료와 부산물 비료로 농경지에 투입되었을 때 토양 내 유기물이 증가되어 용적밀도 감소, 대공극률 증가 등 토양의 물리성을 좋게 한다 (Soane, 1990; Dexter, 2004). 기존의 연구결과에서 유기자재 사용에 의한 작물 생산성은 관행농법 대비 75% 정도로 보고되어 있으며 재배기간에 따라 최대 95% 수준까지 회복 가능한 것으로 알려져 있다 (Seufert et al., 2012).

농경지 양분관리를 위해 다양한 유기자재가 사용되고 있으며 토양 내 물리성 (Lee et al., 2014) 및 화학성 개량 (Diacono and Montemurro, 2010; Park and Seo, 2012) 그리고 미생물 활성 (Kang et al., 2019) 증진과 같은 사용 효과 구명에 관한 많은 연구가 진행되어 왔다.

현재 과원을 비롯한 농경지에 투입되는 대표적인 유기자재로는 우분, 돈분, 계분 등의 가축분퇴비, 깻묵, 아주까리 박 등의 유박류, 나무껍데기, 쌀겨 등의 부산물이 있으며 이러한 유기자재는 유기물 및 질소 함량이 비교적 많고 기타 무기성분도 풍부해서 화학비료를 대체할 수 있는 공급원으로 평가받고 있다. Lee et al. (2019)는 사과 재배에서 안정적인 과실 생산을 위한 양분 조건을 충족하기 위해 화학비료 대신 유기자재나 피복작물을 효과적으로 사용할 수 있다고 하였다. 유기자재는 주로 토양 내 미생물에 의해 무기화되고 무기화된 양분들은 화학비료에서 공급되는 성분들과 동일하게 식물에 흡수되어 작물 생육에 이용된다.

대추는 한국임업진흥원이 발표한 단기 고소득 임산물 중 하나로 2019년 전국 대추 재배면적은 2015년 대비 28% 가량 증가한 5,585 ha 정도이다 (AGRIX, 2020). 예로부터 주로 한방 약재 또는 건대추로 소비되어 왔으며 최근에는 높은 당도와 아삭한 식감으로 신선한 과일 형태로의 생대추 소비량이 증가하고 있다.

대추과원에서는 양분 공급, 토양 물리성 개선과 부식의 함량 증가를 위해 가축분퇴비나 유기질 비료 등의 유기자재를 화학비료와 병행하여 사용하고 있다. 그러나 화학비료를 전혀 사용할 수 없는 친환경 유기재배 시 지속적으로 유기자재만을 사용하였을 경우 토양에 미치는 영향에 대해서는 시험된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 대추 시설 재배 시 질소 밀거름 시비량을 유기자재로 전량 대체할 경우 토양 화학성 변동과 대추 생육 특성 등을 알아보고자 수행하였다.

Materials and Methods

시험재료 및 처리 수준 시험에 사용된 대추나무 [*Zizyphus jujuba* var. *inermis* (Bunge) Rehder)]는 우리나라에서 많이 재배되고 있는 품종인 ‘복조’ 품종 (9년생)으로, 시험 장소는 충청북도 보은군에 위치한 충청북도농업기술원 대추연구소 소재 비가림하우스에서 수행하였다. 시험 처리 전 처리구별 토양 특성은 Table 2와 같으며 토양통은 연곡통으로 조사되었다. 대추나무는 이랑간격 4 m, 주간거리 2 m로 식재되었으며 처리별 9주씩 시험하였다. 2017년 3월 바크, 쌀겨, 가축분퇴비, 혼합유박과 화학비료 (NPK)의 5처리구를 두었으며 혼합 유박과 가축분 퇴비는 시중에

Table 1. Nutrients content of organic materials applied in this study.

Treatment [†]	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	----- % -----		
Bark	0.2	0.2	0.9
Compost	1.4	1.4	2.8
Oil cake	4.3	1.7	1.0
Rice bran	1.8	2.5	1.7

Table 2. Chemical characteristics of soil used in this study.

Treatment [†]	pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	EC (dS m ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. Cations (Cmol ⁺ kg ⁻¹)			Soil Series
					K	Ca	Mg	
B	4.4	25	2.93	322	1.44	2.6	1.4	Yeongog (YcB)
C	4.7	23	2.05	330	1.35	3.1	1.5	
OC	5.1	25	0.98	337	1.39	3.1	1.7	
RB	5.0	26	1.16	318	1.39	3.7	2.1	
CF	5.0	26	1.16	318	1.39	3.7	2.1	

[†]B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer (NPK).

Table 3. N-P-K component of organic materials and chemical fertilizer applied in this study.

Treatment [†]	2017			2018			2019		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
	----- kg 10a ⁻¹ -----								
B	8.8	8.8	39.6	7.1	7.1	32.0	5.6	5.6	25.0
C	9.3	9.3	18.7	6.5	6.5	13.0	6.0	6.0	12.0
OC	8.8	3.5	2.0	7.8	3.1	1.8	8.3	3.3	1.9
RB	7.6	10.6	7.2	8.1	11.3	7.7	8.6	11.9	8.1
CF	8.8	8.9	3.6	6.3	8.1	1.8	8.3	8.6	1.8

[†]B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer (NPK).

서 유통되고 있는 제품을 구입하였다. 혼합유박의 주성분 및 배합비율은 채종유박 5%, 아주까리유박 86%, 미강 9%로 총질소 함량은 4.3%이며 처리된 유기자재 중 가장 높았다. 가축분 퇴비는 우분 50%, 이탄 20%, 버섯 폐배지 27%, 제오라이트 3%로 총질소 함량은 1.4%였다. 짚겨와 바크의 총질소 함량은 각각 1.8%, 0.2%로 분석되었다 (Table 1). 모든 처리구는 토양 검정 후 질소성분량 기준으로 매년 기비 처리하였으며 NPK 처리구의 경우 질소원은 요소, 인산은 용성인비, 칼륨은 황산칼륨을 사용하였다. 3년간 처리구별 투입된 10a당 NPK의 함량은 Table 3과 같다.

생육 및 과실 특성 조사 주요 조사내용은 농업과학기술 연구조사분석기준 (RDA, 2012)에 준하여 조사하였다. 개화수 및 착과수는 주당 10개의 잎줄기를 선정하여 개화수는 6월 말과 7월 말에, 착과수는 8월 말에 묶은가지와 새가지로 나누어 조사하였다. 착과수는 과실이 완두콩 정도 크기 이상이 된 것을 조사하였다. 8월 중순경 지체부로부터 두 번째 주지에서 묶은가지와 새가지로 나누어 중간 부위 10개의 잎줄기 길이를 조사하였으며 그 잎줄기 중간에 위치한

잎의 길이와 너비를 측정하였다. 10월 초순 과실 수확 후 무작위로 처리구별 30개의 과실 특성을 조사하였다. 과실의 크기는 버니어 캘리퍼스 (CD-15CPX, Mitutoyo, Kawasaki, Japan)를 이용하여 종경과 횡경을 측정하였고, 과중은 전자저울 (XT 4200C, Precisa, Dietikon, Switzerland)을 이용하여 측정하였다. 과실 당도는 휴대용 디지털당도계 (PAL-1, ATAGO Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하였으며 경도는 경도계 (KM-5, Fujiwara, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

토양 및 식물체 분석 시험 전, 후 토양 pH, 유기물함량, Av. P_2O_5 , NO_3-N , NH_4-N 그리고 치환성 양이온 등은 농촌진흥청 토양화학분석법에 준하여, pH는 초자전극법, 유효인산은 Lancaster법, 유기물함량은 Tyurin법, NO_3-N 와 NH_4-N 는 Kjeldahl법, 양이온은 원자흡광광도계 (AA240, Agilent Tech., Australia)를 이용하여 분석하였다. 식물체의 총 질소는 Kjeldahl법으로, 인산은 Vanadate법으로, 치환성 양이온 K, Ca, Mg는 1 N ammonium acetate로 침출하여 원자흡광광도계 (AA240)로 분석하였다 (NIAST, 2000).

통계 분석 모든 데이터는 SPSS 프로그램 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 활용하여 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 검정하였으며 유의성은 95% ($p < 0.05$) 수준에서 판단하였다.

Results and Discussion

2017년 3월 유기자재 처리 후 2020년 3월까지 3년간 기비 살포 전 3월 초의 토양 화학성 분석 결과를 살펴보면 전반적으로 토양 pH가 높아졌으며 유기물, 인산, 양이온 함량이 상승하였다 (Fig. 1). 특히 토양 양분이 가장 많이 증가한 2019년 3월 기준으로 유기물 함량은 바크, 퇴비 순으로 증가하였으며 쌀겨, 화학비료 처리 시에는 상승효과가 미미하였다. 연도별 화학적 특성의 변동은 지온, 관수 등 그 해 기상의 영향을 받았기 때문으로 판단되며 이에 따라 작물체의 양분 흡수량의 차이로 대추 생육 및 수확량에도 영향을 줄 것으로 생각된다. 또한 해마다 동량의 유기자재 또는 화학비료를 시비한 것이 아니라 처리구별 질소 기준으로 부족한 양분을 보충해주는 진단 시비를 하였기 때문에 해마다 토양 내 양분이 집적되어 증가하는 경향을 보이지는 않았다. 유기농업자재 처리구들의 NO_3-N , EC가 NPK 처리구보다 낮은 것은 유기자재를 시용했을 때 토양 내에서 분해되는 속도가 NPK 처리구보다 느리기 때문으로 판단된다. Kim et al. (2019)는 수박 재배 시험에서 NO_3-N 와 EC는 유기자재 처리구에서 NPK 처리구보다 낮다고 하여 본 실험의 결과를 뒷받침하였다. pH는 모든 처리구에서 시험 전보다 상승하였으나, 화학비료 처리구에 비해 유기자재의 상승폭이 큰 것으로 나타나 양이온인 치환성 K와 Ca, Mg 등에 의해 토양 pH가 증가된 것으로 생각된다. 유기질비료와 완효성비료는 토양에 투입된 당해연도에 모두 유효화하는 것이 아니라 수년에 걸쳐 유효화되는 것으로 알려져 있다. 본 시험에서도 바크와 퇴비 처리구의 경우 해마다 토양 내 투입되는 NPK의 양이 감소하는 것을 볼 수 있다 (Table 3).

대추는 묵은가지와 새가지에서 착과가 이루어지는데, 생과용 대추를 생산하기 위해서는 주로 강전정을 통해 새가지 착과를 유도하고 있다 (Kim et al., 2017). 2019년 유기자재 처리별 묵은가지와 새가지의 개화수와 착과수를 조사하였다 (Fig. 2). 6월 말 묵은가지의 개화수는 NPK 처리구가 54.4개로 가장 많았으며 유기자재 처리구와 차이가 있었으나 8월 말 착과수는 차이가 없었다. 7월 말 새가지 개화수는 유기자재 처리구와 NPK 처리구가 비슷하였으며 8월 말 착과수 조사에서는 퇴비, 바크 처리구가 높은 착과율을 보여 NPK 처리구보다 착과수가 더 많았다. 묵은가지 개화

시기에 NPK의 토양 내 분해 속도가 유기자재의 분해 속도에 비해 빠르므로 개화수에 차이를 보인 것으로 생각된다. 대추는 낙화 및 낙과가 많이 이루어지는 과실로 수확기 전 최종 착과수가 중요하며 특히 생대추로 판매할 경우 새가지 착과수가 상품수량에 큰 영향을 미친다.

유기자재 처리가 대추 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 2019년 8월 묵은가지와 새가지로 나누어 잎줄기 길이와 엽장, 엽폭을 조사하였다 (Table 4). 엽장과 엽폭은 묵은가지와 새가지 모두 NPK 처리구가 유기자재 처리구보다

[†] B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer(NPK)

Fig. 1. Changes of soil chemical characteristics by organic materials treatment.

[†] B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer(NPK)

Fig. 2. Flowering (a) and fruit setting (b) numbers of jujube.

더 큰 것으로 나타났다. 유기자재 처리구의 목은가지 엽장은 6.8 - 7.1 cm로 처리구간 통계적 유의성은 없었다. 목은가지의 엽폭은 유기자재 처리구 내에서 혼합유박 처리구가 가축분 퇴비 처리구보다 큰 것으로 조사되었다. 새가지의 엽장은 유기자재 처리구 중 가축분 퇴비가 쌀겨보다 커 차이가 있었으며 새가지의 엽폭은 유기자재 처리구별로 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 목은가지의 잎줄기 길이는 NPK 처리구가 34.4 cm로 다른 유기자재 처리구보다 길었으며 새가지의 잎줄기 길이는 유기자재와 NPK 처리구간 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 목은가지의 개화수에 미친 영향과 마찬가지로 NPK의 토양 중 분해속도가 유기자재에 비해 빠르므로 새가지와 비교하여 이른 시기에 생장

Table 4. Growth characteristics of jujube by organic materials treatment in 2019.

Treatment [†]	Old branch			New branch		
	Fruit stem length	Leaf length	Leaf width	Fruit stem length	Leaf length	Leaf width
	cm					
B	26.8bc [‡]	7.1b	3.9bc	33.6a	7.5bc	4.0bc
C	24.8c	7.0b	3.8c	35.4a	7.8ab	4.2abc
OC	29.4b	7.1b	4.2b	34.4a	7.7bc	4.2abc
RB	25.0c	6.8b	3.9bc	32.7a	7.2c	3.9c
CF	34.4a	8.0a	4.5a	33.2a	8.2a	4.4a

[†] B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer (NPK).

[‡] Mean separation by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

Table 5. Leaf mineral content of jujube tree by organic materials treatment in 2019.

Treatment [†]	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	%				
B	2.10ab [‡]	0.37a	3.31a	2.30b	0.50a
C	2.12a	0.35a	3.15a	2.17bc	0.41cd
OC	2.15a	0.36a	2.36b	2.49a	0.47ab
RB	1.96c	0.32b	2.32b	2.21bc	0.43bc
CF	2.02bc	0.38a	3.05a	2.06c	0.38d

[†] B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer (NPK).

[‡] Mean separation by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

Table 6. Marketable yields and index of marketable yield by organic materials treatment in 2019.

Treatment [†]	Yields (kg tree ⁻¹)					Index of marketable yields (%)
	< 26mm	26mm ≤	28mm ≤	30mm ≤	unmarketable	
B	3.86a [‡]	2.20ab	1.22b	0.68a	1.85ab	124
C	3.04a	2.52a	1.91a	1.17a	2.74a	135
OC	2.46a	2.16ab	1.69ab	0.99a	1.69b	114
RB	2.46a	1.88ab	1.27ab	1.00a	1.53b	111
CF	2.22a	1.47b	1.15b	1.09a	1.44b	100

[†] B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer (NPK).

[‡] Mean separation by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

이 이루어지는 목은가지의 경우 처리구간 잎줄기 길이에 차이를 보인 것으로 생각된다. 대추 착과량은 잎줄기 당 개화수의 영향을 많이 받으므로 잎줄기의 길이가 길수록 대추 수량에 차이가 있을 것으로 보인다.

2019년 8월 대추 잎의 무기성분 함량을 처리구별로 비교하였다 (Table 5). 총질소 함량은 혼합유박과 가축분퇴비 처리구에서 높게 나타났으며 쌀겨 처리구가 가장 낮았다. 대추 생육 전 토양 검정 후 질소 성분량 기준으로 진단 시비량을 처리하더라도 처리구별 질소비효율에 따라서 작물에 흡수된 질소량이 다르게 나타난 것으로 생각된다. 칼륨은 바크, 가축분 퇴비, NPK 처리와 혼합유박, 쌀겨 처리 간 유의한 차이를 보였는데 바크와 가축분 퇴비의 칼륨 함량이 높아 질소 기준 처리 시 투입된 양이 많았기 때문으로 생각된다 (Table 3). 유효인산 함량은 쌀겨 처리구가 다른 처리구와 비교하여 가장 낮았는데 쌀겨의 인산함량이 다른 유기자재에 비해 상대적으로 높은 2.5% 정도로 토양 처리 시 유효인산 함량이 가장 높아졌으나 지온 및 기온 그리고 철이나 알루미늄 같은 다른 원소와의 상호작용에 의한 불용성 등 작물 내 인산 흡수에 미치는 다른 원인으로 차이가 발생한 것으로 판단된다. 강알칼리성 및 산성 조건 하에서 인산은 불용성 인산염을 형성하기 때문에 작물이 쉽게 흡수할 수 없으며 토양 개량제 및 비료에 더 크게 의존한다고 알려져 있는데 (Seufert et al., 2012) 쌀겨 처리구의 토양 pH가 5.5이하로 낮아 인산의 흡수에 영향을 준 것으로 생각된다. 질소와 인산 그리고 칼륨 외에 무기성분이 투입되지 않았던 NPK 처리구는 양이온인 칼슘과 마그네슘 함량이 유기자재 처리구에 비해 낮은 결과를 보였다.

[†] B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer (NPK).

Fig. 3. Yield of jujube by organic materials treatment.

Table 7. Fruit quality characteristics after jujube harvest in 2019.

Treatment [†]	Length (mm)	Width (mm)	Weight (g/ea)	Hardness (kg/Ø 5mm)	Soluble solids contents (Brix%)
B	35.8b [‡]	28.9a	13.8bcd	2.87bc	31.4a
C	34.6c	28.7a	13.3d	2.92b	31.9a
OC	35.8b	29.1a	14.1bc	2.77d	31.2a
RB	36.6ab	29.3a	14.4ab	2.88bc	29.6b
CF	37.3a	32.2a	14.9a	3.03a	31.6a

[†] B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer (NPK).

[‡] Mean separation by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

2019년 10월 대추 수확 후 총수량은 퇴비 처리구가 주당 11.2 kg으로 가장 많았으며 NPK 처리구는 주당 8.6 kg로 가장 적었다 (Table 6). 퇴비 처리구의 새가지 착과수는 잎줄기당 5.9개, NPK 처리구는 잎줄기당 3.5개로 차이가 있어 상품 수량에 영향을 준 것으로 생각된다. 과실의 형제에 따른 상품수량을 살펴보면 생대추로 상품 가치가 있는 26 mm 이상 과실수량 역시 새가지 착과가 가장 많은 퇴비 처리구가 주당 5.5 kg으로 3.9 kg의 NPK 처리보다 많았다.

유기자재 처리에 따른 연도별 대추의 상품수량을 살펴보면 NPK 처리구를 제외한 유기자재 처리구의 경우 수량이 지속적으로 상승하는 것을 알 수 있다 (Fig. 3). 화학비료의 경우 토양 중 고정화가 처리 후 한 달 이내에 일어나는데 비해 유기물질은 투입 후 서서히 분해되면서 작물에 흡수되므로 연도별 상품 수량에 영향을 준 것으로 생각된다 (Lee et al., 2012). 유기자재의 낮은 질소 성분량 때문에 토양 내 처리량이 많아 무기화율 속도가 낮은 것도 작물의 양분 흡수량 및 수량 차이의 원인이 된 것으로 생각된다.

과실 특성 조사 결과 NPK 처리구에서 종경, 경도, 과중이 더 컸으나 형제와 당도는 싹겨를 제외한 유기자재 처리구와 유의한 차이가 없었다 (Table 7). Choi et al. (2000) 역시 사과 재배 시험에서 화학비료의 시용을 줄이고 퇴비 사용량을 증가시킬 경우 수량이 증가되는 효과가 있었으며 과실의 품질에는 차이가 없다고 하였다. 따라서 대추 시설 재배 시 밑거름을 전량 유기자재로 대체하였을 경우 대추과원의 유기물 함량 증가 등 토양 화학성 개선 및 대추의 상품수량 증가 효과가 있으나 과실 품질에 있어서는 뚜렷한 효과를 기대할 수 없었다.

Conclusions

본 연구는 대추 시설 재배 시 질소 밑거름 시비량을 유기자재로 전량 대체할 경우 토양 화학성 변동과 대추 생육 특성 및 과실 품질에 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다. 토양 검정에 따른 질소성분량 기준으로 유기자재를 기비 처리하였을 때 토양 pH가 전반적으로 높아졌으며 유기물, 인산, 양이온 함량이 처리 전보다 상승하였다. 반면 $\text{NO}_3\text{-N}$, EC는 NPK 처리구보다 낮았는데 이는 유기자재가 토양 내 분해되는 속도가 더 느리기 때문인 것으로 생각된다. 묵은 가지 개화수는 NPK 처리구가 가장 많았으나 착과수는 유기자재 처리구와 차이가 없었으며 새가지 개화수는 유기자재 처리구와 NPK 처리구가 비슷하였고 착과 조사에서는 퇴비 처리구가 5.9개로 가장 많았으며 NPK 처리구는 3.5개로 차이를 보였다. 대추 수확 후 총수량은 역시 퇴비 처리구가 가장 많았으며 NPK 처리구에서 가장 적었다. 과실 특성 조사 결과 NPK 처리구에서 종경, 경도, 과중이 더 컸으나 형제와 당도는 싹겨를 제외한 유기자재 처리구와 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서 본 연구는 대추 시설 재배 시 밑거름 전량을 유기자재로 처리하였을 때 토양의 pH가 상승하고 유기물 등의 함량이 증가하며 화학비료 처리구 대비 수량 증수의 효과가 있음을 제시해 준다.

Acknowledgement

본 연구는 농촌진흥청 지역특화작목기술개발사업 (과제번호: PJ01269404)의 연구지원에 의해 수행되었습니다.

References

Agriculture Integrated Information eXcellent System. 2020. Management search service. Available from <https://uni.agrix.go.kr> [cited 29 May 2020]

- Choi, J., D.H. Lee, and C.L. Choi. 2000. Effect of organic fertilizer application on the chemical properties of the orchard soils and apple yield. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 33(6):393-397.
- Dexter, A.R. 2004. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*. 120:201-214.
- Diacono, M. and F. Montemurro. 2010. Long term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30:401-422.
- KREI (Korea Rural Economic Institute). 2019. Local and global production status and future challenges of environmentally friendly agricultural products.
- Kang, H.J., S.N. Yang, K.C. Song, Y.Y. Cho, and Y.K. Kim. 2019. Soil Chemical property and microbial community under organic and conventional radish farming systems. *Korean J. Org. Agric.* 27(4):479-499.
- Kim, M.S., S.J., Park, S.H., Kim, H.Y., Hwang, and S.D. Kim. 2019. Evaluation of replacement ratio of mixed oilcake for basal application of inorganic fertilizers in watermelon cultivation at the plastic film house soil. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 52(4):318-324.
- Kim, S.H., K.H. Lee, J.W. Lee, C.W. Kim, H.K. Oh, S.K. Lee, H.J. Kang, H.S. Park, and K.H. Na. 2017. Jujube cultivation techniques. Chungbuk Agricultural Research and Extension Services. Cheongju, Korea. 1-86.
- Lee, J.E., Y. Kim, and S.I. Yun. 2014. Changes of saturated hydraulic conductivity of bed-soils mixed with organic and inorganic materials. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 47:66-70.
- Lee, S.E., I.B. Lee, P.H. Yi, and G. Selvakumar. 2019. Four-year field study on the effect of nutrient management practices on soil chemical properties and leaf mineral content in newly established apple orchard. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 52(3):173-177.
- Lee, Y., H.S. Choi, S.M. Lee, J.A. Jung, and Y.I. Kuk. 2012. Effects of organic materials on changes in soil nutrient concentrations and nutrient uptake efficiency in sorghum-sudangrass hybrid (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *J. Bio-Environ. Control* 21(2):108-113.
- NIAS (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2000. Methods of soil and plant analysis, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- Park, Y.H. and B.S. Seo. 2012. Changes in Growth and Quality of Melon (*Cucumis melo* L.) and in Soil Nitrogen Forms due to Organic Fertilizer Application. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 45:1009-1016.
- RDA (Rural Development Administration). 2012. Agricultural Science Technology Research & Survey Analysis Standard.
- Seufert, V., N. Ramankutty, and J. A. Foley. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*. 485:229-232.
- Soane, B.D. 1990. The role of organic matter in soil compactibility: A review of some practical aspects. *Soil Tillage Res.* 16:179-201.

Supplementary Table 1s. Soil chemical characteristics by organic materials treatment.

Treatment [†]		pH (1:5)	OM (g/kg)	EC (dS/m)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable Cations (Cmol ⁺ /kg)			NH ₄ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)
						K	Ca	Mg		
B	Before	4.4	25	2.93	322	1.44	2.6	1.4	34.41	188.85
	2018	5.2a [‡]	32b	0.81b	446b	2.05ab	3.0a	1.7b	5.12a	28.99b
	2019	6.2a	33a	0.36d	525b	2.12a	5.0a	2.2c	7.26a	15.07c
	2020	6.6a	27a	0.23c	449b	1.78a	6.3a	2.6b	4.41b	14.34c
C	Before	4.7	23	2.05	330	1.35	3.1	1.5	8.38	119.88
	2018	5.1a	34ab	0.81b	472a	2.20a	2.7b	1.6b	3.40b	39.13b
	2019	5.1b	29b	1.15b	434c	2.18a	3.2b	1.6d	7.59a	32.52b
	2020	5.6ab	23a	0.55c	493ab	2.36a	4.1b	2.1c	6.31ab	14.21c
OC	Before	5.1	25	0.98	337	1.39	3.1	1.7	4.16	47.39
	2018	5.7a	29c	0.65b	446b	1.44c	4.1a	2.6a	1.68b	28.57b
	2019	5.6a	34a	0.76c	443c	1.26b	5.3a	2.4b	6.64ab	31.00b
	2020	6.3a	27a	0.26c	400b	1.30b	6.1a	2.8b	7.88a	15.24c
RB	Before	5.0	26	1.16	318	1.39	3.7	2.1	7.50	52.50
	2018	5.6a	28c	0.60b	463a	1.89b	3.8a	2.8a	3.40b	23.82b
	2019	5.6a	30b	0.79c	622a	2.23a	4.9a	3.3a	4.95b	41.27b
	2020	5.4ab	27a	1.08b	597a	1.72a	5.1b	3.7a	3.66b	34.49b
CF	Before	4.8	30	2.90	302	2.19	4.0	2.0	13.33	134.17
	2018	4.9ab	35a	2.57a	469a	2.47a	3.2a	1.9b	5.13a	138.46a
	2019	4.8b	34a	2.89a	325c	2.23a	4.1a	2.1c	6.64ab	142.10a
	2020	5.1b	30a	3.44a	406b	2.20a	6.3a	2.8b	6.93ab	196.04a

[†] B : bark, C : compost, OC : oil cake, RB : rice bran, CF : chemical fertilizer (NPK).[‡] Mean separation by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.