

옥수수 유기재배에서 유박 대체제로써 아미노산액비와 퇴비차의 혼합처리 평가*

이성희** · 이규희*** · 김현주*** · 이상민**** · 김주형***

Evaluation of Mixed Treatment of Amino Acid Liquid Fertilizer and Compost Tea as a Substitute for Oil-cake in Organic Cultivation of Maize

Lee, Sung-Hee · Lee, Kyu-Hoi · Kim, Hyun-Ju · Lee, Sang Min · Kim, Ju-Hyoung

Abstract. The purpose of this study was to evaluate the mixed treatment of compost tea and amino acid liquid fertilizer as a substitute of oil cake for the organic cultivation of maize in Goesan, Chungbuk province. As a result, nitrogen, phosphoric acid, potassium, calcium and magnesium contents of each organic fertilizer were in the order of oil cake > amino acid fertilizer > compost tea. Each of these organic fertilizers had little influence on the change of soil chemical. Individual treatment of amino acid fertilizer and oil cake for weight of an ear as well as all individual treatments for the fresh weight of 100 kernels showed significant increase, compared to the untreated control. For the corn yield of merchantable quality, each treatment of compost tea, amino acid liquid fertilizer and oil cake increased higher 3.9, 5.4 and 5.9% than untreated control, respectively. On the other hand, as a result of mixed treatment of amino acid fertilizer and compost tea, the change of soil chemical property was insignificant. The mixed treatment, Nonetheless, showed significant increase for stem height to 1st ear, grain setting length in an ear, weight of an ear, and fresh weight of 100 kernels, compared to the oil cake as a control. After all, the corn yield of merchantable quality produced by the mixed treatment was 3.9% higher than the control. Therefore, our study would be considered that the mixed treatment of amino acid and compost tea is one of organic materials that can replace oil-cake in maize.

Key words : *organic cultivation, compost tea, amino acid liquid fertilizer, oil cake*

* 본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호 : PJ012530042019)의 지원으로 수행되었음.

** Corresponding author, 충청북도농업기술원 연구개발국 유기농업연구소(darkhorses@korea.kr)

*** 충청북도농업기술원 연구개발국

**** 국립농업과학원 유기농업과

I. 서 론

최근 화학농약·비료 등의 장기간 사용과 오남용에 따른 유해요인으로 농업환경과 소비 시장에 부정적 영향을 미치고 있어 친환경농산물에 대한 중요성과 관심이 확산되고 있다(Ok et al., 2016). 친환경농업이란 합성농약, 화학비료 및 항생·항균제 등 화학자재를 사용하지 아니하거나 그 사용을 최소화하고 농업·수산업·축산업·임업 부산물의 재활용 등을 통하여 생태계와 환경을 유지·보전하면서 안전한 농산물·수산물·축산물·임산물을 생산하는 산업을 말한다. 또한, 친환경농수산물이란 유기농수산물과 무농약농산물, 무항생제축산물, 무항생제수산물 및 활성처리제 비사용 수산물로 구분된다(국가법령정보센터, www.law.go.kr).

2017년 우리나라 친환경인증농산물 통계자료(국립농산물품질관리원 친환경인증관리정보 시스템, www.enviagro.go.kr)를 보면, 총 생산면적은 80,114.2 ha이고 출하량은 496,380.6톤이다. 지역별 생산면적은 전남 > 전북 > 경기 > 충남 > 경남 > 경북 > 강원 > 충북 순이고 출하량은 전남 > 경기 > 경북 > 충남 > 충북 > 경남 > 전북 > 강원 순이다. 품목별로는 곡류 > 채소류 > 특용작물 순으로 유기농산물 출하량은 113,526톤이고 무농약 농산물은 382,855톤이다.

친환경농산물 생산에 있어 유기물 공급은 퇴비, 유기질 비료 등 유기자재의 사용과 녹비 작물의 재배를 기본으로 하지만, 대부분 양분이 부족한 경우가 많다. 이러한 양분 부족은 다양한 천연자재를 이용하여 보충해주고 있다(An et al., 2012). 특히, 액비는 작물 생육에 필요한 양분을 공급해주고(Park et al., 2001) 토양의 유익한 미생물을 활성화시켜 뿌리보호와 발근촉진 등 작물 생육에 유용한 효과를 보인다(Kai et al., 1990; Elad and Shtienberg, 1994). 농가에서 사용 중인 액비는 발효액비, 생선 아미노산액비, 칼슘액비, 인산액비 등이 있지만, 이 중생선 아미노산액비가 질소, 인산, 칼슘 함량이 높아 비료로써 가치가 우수한 것으로 평가받고 있다(An et al., 2012). 한편, 퇴비차는 퇴비를 일정한 기간 동안 물과 혼합하여 조제하는 액상추출물이다. 퇴비차는 양분과 다양한 종류의 미생물을 함유하고 있어서 식물병을 억제하고 토양에 양분과 유기물을 공급한다(Ingham, 2002). 최근에는 유기농업의 발전과 함께 퇴비차에 대한 과학적인 연구가 이루어지고 있다(Litterick et al., 2004). 유기질 비료 중 가장 보편적으로 사용되는 유박은 대부분 수입되고 있고 2017년 수입량은 117만톤으로 1,448억원에 달한다. 유박은 가축분 퇴비와 비교하여 질소함량이 1~3배 정도 높아 과용 시 부작용이 우려되므로 비료의 성분조성과 토양 내 양분함량을 고려하여 합리적으로 사용할 필요가 있다(Ok et al., 2016). 그러나, 유기질 비료를 과다 시용할 경우에는 토양 내 염류 집적, 작물의 양·수분 흡수 저해, 뿌리 장애 등이 발생하여(Mer et al., 2000; Ramoliya and Pandey, 2002; Lee et al., 2004) 작물의 생산성과 품질을 저하시킨다(Chung and Lee, 2008).

따라서, 본 연구는 옥수수 유기재배에 있어 생선 아미노산액비와 퇴비차를 혼합한 유기질 비료가 유기농업에서 빈번하게 사용되고 있는 유박에 대해 수입 원료의 안전성 우려 및

농림축산식품부의 자원순환과 토양환경 보존을 통한 지속 가능한 농업을 추진하는 친환경 농업 정책에 배치되어 이를 대체할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 사용한 유기질 비료

본 연구는 충북 괴산군에서 수행하였다. 사용한 찰옥수수 품종은 대학찰(연농1호)이었고 유기질 비료는 퇴비차, 아미노산액비, 유박이었다. 퇴비차는 농가가 제조한 것으로 물 500 L에 우분 20 kg과 쌀겨 3 kg을 넣고 70°C로 2~3일간 끓인 다음, 식힌 것을 분양 받아 농가가 권장하는 25배로 희석하여 사용하였다. 생선아미노산액비(공시3-2-39, 흙살림)는 10 kg 당 질소, 인산, 칼륨이 각각 2.3, 0.67, 1.52%이었고 이를 500배로 희석하여 사용하였다. 유박(공시3-3-115, 흙살림)은 20 kg 당 질소, 인산, 칼륨이 각각 4.3, 1.7, 1%이었고 1,000 m² 당 150 kg을 살포하였다.

2. 시험 처리

각 유기질 비료 처리 효과 시험은 유기농업연구소 시험연구포장에서 수행하였다. 재식거리는 100×40 cm, 처리면적은 10×10 m 단구제로 하였다. 정식시기는 5월 21이었으며, 5월 31일부터 10일 간격으로 6회, 회 당 100 L씩 점적관수(Ø13 mm, Nam Kyung Co.)로 처리하였다. 또한, 유기질 비료 혼합처리 효과 시험은 괴산군 감물면 소재 유기인증농가 시험포장에서 수행하였다. 재식거리는 100×40 cm, 처리면적은 30×15 m 단구제로 하였다. 정식시기는 4월 23일이었으며, 5월 3일부터 10일 간격으로 6회, 회 당 450 L씩 점적관수로 처리하였다. 기타 재배법은 찰옥수수 유기재배 매뉴얼에 준하였다(RDA, 2014).

3. 토양 화학성 분석 및 생육량 조사

토양 화학성 분석을 위해 처리 전과 옥수수 수확기에 토양 시료를 채취하였다. 토양 pH와 EC는 각각 Orion Star A211와 Orion Versa Star (Thermo Scientific, USA)로 측정하였다. 유기물 및 총 질소 함량은 Vario MAX Cube (Elementar, Germany)로 측정하였고 유효인산 함량은 UV-Vis Spectrophotometer Cary 300 (Agilent, USA)으로, 양이온 분석은 ICP-OES 5100 (Agilent, USA)을 사용하였고 3반복으로 측정하였다. 기타 성분분석 및 찰옥수수 생육량 조사는 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2012)에 준하였다.

4. 통계 분석

처리간 통계분석은 CoStat 6400 (CoHort software, USA) 및 Microsoft Exel 2010 (Microsoft, Redmond, WA, USA) 프로그램을 이용하여 처리간 유의성 5% 수준에서 각각 Duncan's multiple range test (DMRT) 및 T-test로 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 옥수수 유기재배에서 각 유기질 비료의 단독처리 효과

본 연구에 사용한 유기질 비료 퇴비차, 아미노산액비, 유박의 화학성은 Table 1과 같다. 질소 함량은 아미노산액비(2.5%) > 유박(2.4%) > 퇴비차(0.1%) 순이었다. 인산 함량은 유박(1.3%) > 아미노산액비(0.04%) > 퇴비차(0.3%) 순이었고 칼륨 함량은 유박(1.2%) > 아미노산액비(0.2%) > 퇴비차(0.1%) 순이었다. 칼슘 함량도 유박(0.61%) > 아미노산액비(0.05%) > 퇴비차(0.04%) 순이었고 마그네슘 함량은 유박(0.65%) > 아미노산액비(0.15%) > 퇴비차(0.08%) 순이었다.

Table 1. Chemical property of each organic fertilizer used in this study

Organic fertilizers	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	----- % -----				
CT	0.1	0.03	0.1	0.04	0.08
AALF	2.5	0.04	0.2	0.05	0.15
OC	2.4	1.30	1.2	0.61	0.65

Note: CT, compost tea; AALF, amino acid liquid fertilizer; OC, oil cake.

이들 유기질 비료의 처리에 따른 토양 화학성 변화는 Table 2와 같다. 처리 전과 후를 비교한 결과, 토양 pH는 처리 전 7.8이었고 처리 후는 아미노산액비 7.9를 제외한 모든 처리가 7.8로 유사하였다. 유기물 함량은 처리 전 10 g·kg⁻¹이었고 처리 후는 8~11 g·kg⁻¹ 범위이었다. 유효인산 함량은 처리 전 238 mg·kg⁻¹이었고 처리 후는 206~223 mg·kg⁻¹ 범위로 유사하였다. 양이온 칼륨, 칼슘, 마그네슘 함량은 각각 처리 전은 0.07, 6.0, 1.0 cmol+·kg⁻¹이었고 처리 후는 0.07~0.09, 5.9~6.0, 1.0~1.3 cmol+·kg⁻¹ 수준이었다. 전기전도도는 처리 전 0.6 ds·m⁻¹이었고 처리 후는 0.5~0.8 ds·m⁻¹ 범위로 유기질 비료 처리에 따른 토양 화학성 변화가 크지 않았다. 이러한 결과는 유박 처리로 유기물 함량과 치환성 양이온 함량의 뚜

럿한 증가를 확인하지 못하였다는 보고(Ok et al., 2016)와 유박이 질소 공급원으로 효과가 인정되나, 토양물리성 개선효과는 없다는 보고(Im et al., 2015)와 유사하였다.

유기질 비료 처리에 따른 옥수수 생육 특성과 상품성 수량은 각각 Table 3 및 4와 같다. 각 처리는 무처리와 비교하여 초장, 착수고, 이삭길이, 착립길이, 이삭직경은 유의성이 없었다. 이삭무게는 무처리 대비 퇴비차 처리와는 차이가 없었고 아미노산액비 및 유박 처리에서는 유의한 차이를 보였으며, 유기질 비료 간 차이는 없었다. 또한, 100립 생체중도 모든 처리에서 무처리 대비 유의성을 보였고 유기질 비료 간 차이는 없었다(Table 3). 유기질 비료 처리에 따른 옥수수 상품성 수량은 무처리 81.2% 대비, 유박 86% > 아미노산액비 85.6% > 퇴비차 84.4% 순이었고 상대적 수량증대 효과는 무처리와 비교하여 퇴비차, 유박, 아미노산액비는 각각 3.9%, 5.4%, 5.9% 상품성 수량이 증대되었다(Table 4).

Table 2. Change of the soil chemical property post-treatment of each organic fertilizer

Organic fertilizers		pH (1:5)	O.M. (g · kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg · kg ⁻¹)	Ex. cation (cmol ⁺ · kg ⁻¹)			EC (ds · m ⁻¹)
					K	Ca	Mg	
Pre-treatment		7.8	10	238	0.07	6.0	1.0	0.6
Post-treatment	CON	7.8	8	206	0.07	5.9	1.0	0.5
	CT	7.8	10	211	0.07	5.9	1.0	0.6
	AALF	7.9	11	223	0.08	6.0	1.1	0.8
	OC	7.8	9	208	0.09	6.0	1.3	0.6

Note : CON, control; CT, compost tea; AALF, amino acid liquid fertilizer; OC, oil cake; O.M., organic matter; Av. P₂O₅, available phosphate; Ex. Cation, exchange cation; EC, electric conductivity.

Table 3. Comparison with growth and ear property post-treatment of each organic fertilizer in maize

Organic fertilizers	Stem height (cm)	Stem height to 1st ear (cm)	Ear length (cm)	Grain setting length per an ear (cm)	Ear width (cm)	Ear weight (g)	Fresh weight per 100 kernels (g)
CON	216 a ^z	109 a	22.0 a	20.0 a	3.64 a	151.4 b	36.1 b
CT	218 a	110 a	21.8 a	19.5 a	3.70 a	156.8 ab	38.9 a
AALF	220 a	113 a	21.3 a	19.7 a	3.60 a	158.7 a	39.1 a
OC	222 a	110 a	21.9 a	19.8 a	3.70 a	158.4 a	38.3 a

Note : CON, control; CT, compost tea; AALF, amino acid liquid fertilizer; OC, oil cake.

^z Different letters within columns indicate significant difference based on DMRT at *p* = 0.05.

Table 4. Comparison with market quality post-treatment of each organic fertilizer in maize

Organic fertilizers	Yield (ea)			Ratio of market quality (%)	Relative effect (%)
	Total	Market quality	Non market quality		
CON	250	203	47	81.2	100
CT	250	211	39	84.4	103.9
AALF	250	214	36	85.6	105.4
OC	250	215	35	86.0	105.9

Note : CON, control; CT, compost tea; AALF, amino acid liquid fertilizer; OC, oil cake; Ratio of market quality, market quality / total \times 100 in each treatment; Relative effect, each treatment / control \times 100.

2. 옥수수 유기재배에서 유기질 비료 혼합처리 효과

유기농업에서 가장 빈번하게 사용되고 있고 대부분 수입에 의존하는 유박을 대체하고자 아미노산액비와 퇴비차를 혼합하여 처리하였다. 그 결과, 혼합 처리에 대한 토양 화학성 변화, 생육량 및 상품성 수량은 각각 Table 5~7과 같다. 유기농 옥수수 재배에서 관행으로 사용되고 있는 유박 단독처리와 아미노산액비와 퇴비차의 혼합처리는 처리 전과 비교하여 토양 pH, 유기물, 유효인산, 양이온(칼륨, 칼슘, 마그네슘) 함량 및 전기전도도 모두에서 변화가 뚜렷하지 않았다. 또한, 처리 간 차이도 유사한 경향을 보였다(Table 5). 처리 간 생육량 비교에서 옥수수 초장, 이삭길이, 이삭직경에 대해 처리 간 유의성이 없었다. 반면에, 착수고, 착립길이, 이삭무게 및 100립 생체중에서 혼합처리가 대조구인 유박 단독처리 대비 유의하게 효과가 인정되었다(Table 6). 혼합처리에 의한 옥수수 상품성 수량은 대조구인 유박 단독처리가 87.8%이었고 혼합처리는 91.2%로 상품성 수량을 3.9% 향상시켰다(Table 4).

토양에 투입된 유기질 비료는 무기화 과정을 통해 작물에 흡수 이용됨에 따라 무기화 양과 경향은 작물에 적정 시비량과 시비 효율을 결정하는 중요한 요인이다(Im et al., 2015). 유박 사용량이 증가되면 전체 무기태질소 생성량이 증가하나(Cho and Chang, 2007), 무기화율은 온도, 수분함량, 토심, 토성, 유기물 종류 등에 따라 많은 영향을 받는다(Quemada, 1997; Patra et al., 1999; Cho and Chang, 2007). 또한, Im 등(2015)의 보고처럼 유박과 아미노산 비료의 질소 무기화 속도는 큰 차이가 없고 유박과 아미노산에 함유된 질소의 1/2이 3주 이내에 모두 무기화된다고 볼 때 아미노산액비와 퇴비차의 혼합처리는 유박을 대체할 수 있는 유용한 유기농자재 중 하나라고 판단한다. 더욱이, 이 혼합처리는 유박에 비해 점적관수와 노동력 등이 요구되지만, 지구온난화에 따른 옥수수 생육기 빈번한 가뭄을 고려하면, 점적관수로 적시에 토양 수분을 공급할 수 있어 상품성 있는 유기농 옥수수를 안정적으로 생산할 수 있을 것이라 생각한다.

Table 5. Change of the soil chemical property post-treatment of the mixed two organic fertilizers

Organic fertilizers		pH (1:5)	O.M. (g · kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg · kg ⁻¹)	Ex. cation(cmol+ · kg ⁻¹)			EC (ds · m ⁻¹)
					K	Ca	Mg	
Pre-treatment		7.4	19	341	0.20	10.4	3.2	1.3
Post-treatment	OC	7.4	22	353	0.15	11.2	3.4	1.5
	MAC	7.3	21	338	0.19	10.8	3.1	1.5

Note : OC, oil cake; MAC, mixed treatment of amino acid fertilizer and compost tea; O.M., organic matter; Av. P₂O₅, available phosphate; Ex. Cation, exchange cation; EC, electric conductivity.

Table 6. Comparison with growth and ear property post-treatment of the mixed two organic fertilizers in maize

Organic fertilizers	Stem height (cm)	Stem height to 1st ear (cm)	Ear length (cm)	Grain setting length per an ear (cm)	Ear width (cm)	Ear weight (g)	Fresh weight per 100 kernels (g)
OC	216.5±1.6 ^z	106.2±2.1	21.4±0.2	19.5±0.3	3.7±0.5	154.2±3.6	35.0±0.9
MAC	220.3±2.6	111.7±1.9	21.7±0.5	20.2±0.3	3.6±0.7	163.0±3.4	37.9±1.4
T-test (p-value)	0.107 ns	0.027*	0.306 ns	0.049*	0.308 ns	0.045*	0.047*

Note : OC, oil cake; MAC, mixed treatment of amino acid fertilizer and compost tea.

^z Mean ± standard error.

Table 7. Comparison with market quality post-treatment of the mixed two organic fertilizers in maize

Organic fertilizers	Yield (ea)			Ratio of market quality (%)	Relative effect (%)
	Total	Market quality	Non market quality		
OC	1,125	988	137	87.8	100
MAC	1,125	1,026	99	91.2	103.9

Note : OC, oil cake; MAC, mixed treatment of amino acid fertilizer and compost tea; Ratio of market quality, market quality / total × 100 in each treatment; Relative effect, each treatment / control × 100.

IV. 적 요

본 연구는 옥수수 유기재배에서 대부분 수입에 의존하여 사용되고 있는 유박의 대체제

선발을 위해 아미노산액비와 퇴비차의 혼합처리를 평가하였다. 그 결과, 유기질 비료 성분 중 질소, 유효인산, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘 함량은 유박 > 아미노산액비 > 퇴비차 순이었다. 이들 각각의 유기질 비료는 토양 화학성 변화에 대한 영향이 미미하였다. 옥수수 생육량 중 이삭중에 대해 아미노산액비 및 유박 단독처리가 유의성이 있었고 100립 생체중에 대해서는 모든 처리가 무처리와 비교하여 유의한 증가를 보였다. 이들 퇴비차, 아미노산액비 및 유박 단독처리는 옥수수 상품성 수량을 무처리 대비 각각 3.9, 5.4 및 5.9% 향상시켰다. 한편, 유박 대체제 선발을 위하여 퇴비차와 아미노산액비를 혼합 처리한 결과, 혼합처리도 토양 화학성 변화에 영향이 미미하였다. 생육량에서는 착수고, 착립장, 이삭중 및 100립 생체중에서 유박 단독처리와 비교하여 혼합처리가 유의성 있는 증가를 보였고 혼합처리에 의한 상품성 수량은 유박 단독처리 대비 3.9% 향상되었다. 따라서, 아미노산액비와 퇴비차의 혼합처리는 유박을 대체할 수 있는 유기농자재 중 하나라고 판단한다.

[Submitted, May. 25, 2019 ; Revised, July. 25, 2019 ; Accepted, July. 27, 2019]

References

1. An, N. H., Y. S. Jo, J. R. Jo, Y. K. Kim, Y. Lee, H. J. Jee, S. M. Lee, K. L. Park, and B. M. Lee. 2012. The survey of actual using conditions of farm-made liquid fertilizers for cultivating environment-friendly agricultural products. *Korean J. Org. Agric.* 20: 345-356.
2. Cho, S. H., and K. W. Chang. 2007. Nitrogen mineralization of oil cakes according to changes in temperature, moisture, soil depth and soil texture. *Korean Org. Resour. Recycl. Assoc.* pp. 149-158.
3. Chung, J. B., and Y. J. Lee. 2008. Comparison of soil nutrient status in conventional and organic apple farm. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41: 26-33.
4. Elad, Y., and D. Shtienberg. 1994. Effect of compost water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*). *Crop protection* 13: 109-114.
5. Im, J. U., S. Y. Kim, Y. E. Yoon, J. H. Kim, S. B. Lee, and Y. B. Lee. 2015. Nitrogen mineralization in soil amended with oil-cake and amino acid fertilizer under an upland condition. *Korean J. Org. Agric.* 23: 867-873.
6. Ingham, E. R. 2002. *The compost tea brewing manual*, 3rd ed. Soil Foodweb Inc., Corvallis, Oregon, USA.
7. Kai, H., T. Ueda, and M. Sakaguchi. 1990. Antimicrobial activity of bark-compost extracts.

- Soil Biol. Biochem. 22: 983-986.
8. Lee, C. H., Y. M. Yoon, Y. S. Ok, S. K. Lim, and J. G. Kim. 2004. Chemical properties distributions of commercial organic by-product fertilizers. Korean J. Soil Sci. Fert. 37: 1-6.
 9. Litterick, A. M., L. Harrier, P. Wallace, C. A. Watson, and M. Wood. 2004. The role of uncomposted materials, composts, manures and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production- a review. Crit. Rev. Plant Sci. 23: 453-479.
 10. Mer, R. K., P. K. Prajith, D. M. Pandya, and A. N. Pandey. 2000. Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, and *Brassica juncea*. J. Agro. Crop Sci. 185: 209-217.
 11. Ok, J. H., J. L. Cho, B. M. Lee, N. H. An, J. H. Shin, and Y. Lee. 2016. Effect of oil cake banding application on growth and nutrient use efficiency in maize. Korean J. Org. Agric. 24: 907-917.
 12. Park, B. K., J. S. Lee, N. J. Cho, and K. Y. Jung. 2001. Effect of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality. Korean J. Soil Sci. Fert. 34: 153-157.
 13. Patra, A. K., S. C. Jarvis, and D. J. Hatch. 1999. Nitrogen mineralization in soil layers, soil particles and macro-organic matter under grassland. Biol. Fert. Soils. 29: 38-45.
 14. Quemada, M. 1997. Temperature and moisture effects on C and N mineralization from surface applied clover residue. Plant and Soil 189: 127-137.
 15. Ramoliya, P. J., and A. N. Pandey. 2002. Effect of increasing salt concentration on emergence, growth and survival of seedlings of *Salvadora oleoides* (Salvadoraceae). J. Arid Environ. 51: 121-132.
 16. RDA. 2012. Standard research and analysis of agricultural science.
 17. RDA. 2014. The organic cultivation manual of soybean, wheat, and waxy corn. pp. 61-89.