

객토시 토성이 시설참외의 생육과 품질에 미치는 영향

배수곤* · 연일권 · 박소득 · 강찬구 · Khan Zakauallah
경상북도농업기술원 성주과채류시험장

Effects of Soil Textures by Soil Addition on the Growth and Quality of Oriental Melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) under Protected Cultivation

Su Gon Bae*, Il Kweon Yeon, So Deuk Park, Chan Ku Kang, and Zakauallah Khan
Seongju Fruit-Vegetable Experiment Station, Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Service, Seongju 719-861, Korea

Abstract. This study was conducted to investigate the effects of soil amendment with different characteristics on plant growth, fruit yield and quality of oriental melon for continuous cropping under protected cultivation. Humus layers in arable soil was disturbed because soil amendment from hillside to oriental melon field was continued to resolve problems for continuous cropping. Water potential and hardness of soil was decreased in sandy loam with lower clay contents compared with loam and silty clay. Leaf length and area, fresh and dry weight of plant at earlier growing stage were higher, but chlorophyll contents of leaves were dropped in sandy loam compared with silty clay soil. Fruit size and weight was higher in sandy loam, but soluble solid and color of fruit were increased in silty clay. Marketable and unmarketable yield and quantity of fermented fruit were the highest in sandy loam. Hardness and weight of fruit were decreased by longer storage period and soluble solids of fruit was peaked at 5 day after storage, but decreased by prolonged continued storage. Because of these results, soil characteristics of amendment to oriental melon field should be considered as an important factor for quality and yield of oriental melon.

Key words : injury by continuous cropping, salt accumulation, soil moisture

*Corresponding author

서 언

시설참외의 재배면적은 2003년도에 7,731 ha로서 전체 재배면적의 95%를 차지하고 있으며(Ministry of Agr. & For., 2003), 농가소득이 높은 작목으로 정착되고 있다. 그렇지만 주산지를 중심으로 연작과 연장재배가 성행하여(Bae 등, 2001) 시설재배지 토양은 염류과잉집적, 생리장해, 선충발생 등으로 과실의 품질 및 수량저하의 주 요인이 되고 있다(Chung 등, 2002; Ha 등, 1997; Jun과 Jo, 2002; Park 등, 2003; Rhee 등, 2002).

이러한 시설참외 재배지의 토양개량 방법으로 객토, 벼 윤작, 담수, 심토반전, 환토 등을 포장조건과 시기에 따라 선택적으로 실시하고 있으며(Kim 등, 2001),

이들 중 토성이 다른 흙을 객토하는 방법이 가장 많이 활용되고 있다(Shin 등, 1998). 객토시에는 점토함량의 다소에 따라 물리적 성질이 크게 달라지는데 사질답에 점질토의 객토는 보수력과 보비력 그리고 경도를 높이고 이화학적 변화에 대한 완충능력을 증가시키며, 참외 발효과의 발생경감과 토양 선충의 증식밀도가 억제되어(Jun 등, 2002; Jung 등, 1990; Shin 등, 1983) 점토함량이 높은 토성의 객토를 선호하고 있으나 객토시 비용이 많이 들고 토양의 안정적인 확보가 어려운 실정이다.

따라서 본 연구는 시설참외 연작지 객토시 토성별 점토함량이 생육과 과실의 품질 및 수량에 미치는 영향을 구명코자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재배개요

본 시험은 2003년도 경상북도농업기술원 성주과채류 시험장 단동 비닐하우스에서 수행하였으며, 공시품종은 금싸라기은천참외(홍농종묘)를 신토좌호박(동부한농)에 접목 재배하였다. 포장 조성은 기존 작토층을 평탄하게 고른 후 토성이 다른 사양토, 양토 그리고 미사질식토의 산흙을 채취하여 10a당 각각 375 M/T을 객토하였고, 시비량은 완숙 퇴비 3 M/T, 고토석회 200 kg 그리고 질소, 인산, 칼리가 각각 18.7 kg, 6.3 kg, 10.9 kg이며, 이중 질소와 칼리는 50%를 정식 4주전 기비로 전면 살포 후 심경하였으며 나머지는 추비로 정식 20일 후부터 20일 간격으로 3회 등량하여 점적 관비하였다.

재배 이랑은 폭 200 cm에 점적호스 두 줄을 30 cm 간격으로 이랑 중앙에 나란히 설치하고 두둑에 녹색 P.E필름(두께 0.03 mm)을 씌우고 투명 P.E필름(0.04 mm)으로 터널을 피복하여 접목 후 30일 묘를 45 cm 간격으로 2월 3일 정식하였고, 시험구는 구당 30 m²로 하여 난괴법 3반복으로 배치하였다. 직심은 육묘상에서 주지 4절에서 실시하였고, 자만은 정식 후 2덩굴을 유인하여 20절에서 실시하였다. 착과제는 PCPA(ρ -chlorophenoxyacetic acid) 30 mg·L⁻¹와 GA₃(gibberellic acid) 100 mg·L⁻¹를 혼용하여 개화시 지방에 분무하였고 자만 6절 이상에서 나온 손만 1~2절에 착과시켰다.

2. 조사 및 분석

토양시료는 처리당 20개소에서 15 cm 깊이의 흙을 균일하게 채취하여 음건시킨 후 2 mm체를 통과시킨 세토를 토양 이화학성 분석에 사용하였고, 토양경도는 지면에 야마나가 경도계를 수직으로 눌러 관입이 정지될 때의 원주가 후진한 길이로 표시하였으며, 토양수분

은 장력계(9240-01, Irrometer, USA)를 포기사이의 토심 10 cm에 매설하여 조사하였다.

엽록소 함량은 최장의 성엽 중앙부위를 엽록소 측정기(SPAD-502, Minolta Co., Japan)를 사용하였고, 엽면적은 자동 엽면적 측정계(Delta-T, Devices, England)를 이용하였다. 과실의 품질조사는 동일한 시기에 수확한 과실을 사용하여 당도는 정상과의 중앙단면을 절단하고 과육 및 태좌부위를 착즙하여 Brix 당도계(N-1, Atago, Japan)로 가용성 고형물 함량을 측정하였으며, 색도는 과실 중앙부분의 과피를 색도계(NR-3000, Denshoku, Japan)로 측정하였고, 과육의 경도는 과실중앙을 16×16 mm 절단하여 경도계(Compac-100, Sun Scientific, Japan) Mode 20에서 Max. 10 kg, Press 120 mm·min⁻¹의 수동조건으로 측정하였다. 통계처리에는 SAS package(Version 8.1)를 이용하여 분석하였으며 기타 생육특성 조사는 농촌진흥청 시험연구 조사기준에 의하여 실시하였다.

결과 및 고찰

재배지 토성별 입경분포는 Table 1과 같이, 사양토는 모래가 62.7%로서 미사와 점토 보다 많았고, 양토는 모래와 미사 그리고 점토함량이 각각 41.2%, 38.5%, 20.3%였으며, 미사질식토는 모래가 17.7%로 나타났다. 토양내의 유기물, EC, 인산함량이 기존 작토층 보다 처리 토양에서 감소하였는데, 이것은 객토시 유기물과 인산함량이 적은 산록경사지 흙을 객토하므로써 기존 작토층에 함유된 유·무기영양물질과의 교반으로 인하여 토양염류 경감효과는 증가하였으나 전체적인 유기물 함량은 감소하였기 때문이다. Min 등(1985)은 작물은 다르지만 벼논에 산흙 객토시 증수를 위해서 유기물과 유효인산 함량을 증가시켜야 수량을 높일 수 있다고 하여 본 시험결과를 뒷받침하였다.

Table 1. Physio-chemical properties of soil texture of oriental melon field.

Soil texture	Particle size (%)			pH (1:5)	OM (g·kg ⁻¹)	EC (dS·m ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg·kg ⁻¹)	Exch.-cations (cmol ⁺ ·kg ⁻¹)		
	Sandy	Silt	Clay					K	Ca	Mg
Sandy loam	62.7	22.9	14.4	7.2	9.5	0.51	95	0.11	9.45	2.04
Loam	41.2	38.5	20.3	7.1	15.0	1.15	143	0.31	7.71	2.09
Silty clay	17.7	43.6	38.7	6.6	12.1	1.17	112	0.30	5.94	1.87
Surface soil	40.8	41.1	18.1	6.5	26.4	4.17	472	0.67	9.71	2.28

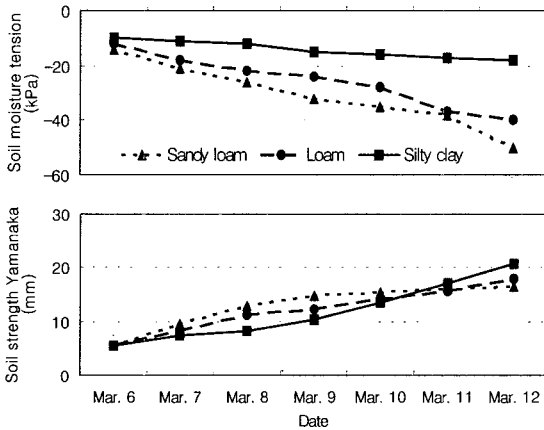


Fig. 1. Changes of soil hardness and water potential by the different soil texture.

토양수분 장력은 3월 6일 관수시에는 미사질식토가 양토와 사양토 보다 큰 차이가 없었으나 3월 12일에는 토성별로 큰 차이를 보여 미사질식토의 수분장력은 -18 kPa로 증가폭이 낮은 반면 양토와 사양토는 각각 -40 kPa, -50 kPa로 높게 나타났으며, 토양경도는 기간이 경과할수록 모든 토성에서 증가하였으며 3월 10일까지는 사양토가 가장 높았으나 3월 12일에는 미사질식토가 20.8 mm로서 양토 17.9 mm와 사양토 16.6 mm보다 경도 변화의 증가폭이 높았다(Fig. 1).

이와 같이 시간이 경과할수록 미사질식토 보다 사양토에서 토양수분 장력의 증가폭이 높은 것은 모래함량이 작토층에 많아(Table 1), 대공극량의 증가에 기인하는 것으로 생각되는데 토양이 사질일수록 누수계수가 컸다는 Jo 등(1997)의 보고와 일치하였다. 또한 토양 경도는 미사질식토가 사양토보다 3월 10일부터 높게

나타났던 것은 토양에 미세질이 많아 응집력이 커져 토양경도가 높아진 것으로 판단된다.

토성별 생육은 Table 2와 같이, 정식 후 20일 사양토에서 초장과 엽 면적이 각각 22.6 cm와 498.7 cm²로 미사질식토 보다 유의하게 증가하였으며 지상부 생체중과 건물중도 같은 경향을 보였고, 정식 후 40일에는 사양토에서 초장과 생체중 및 건물중 모두 미사질식토 보다 유의하게 높았다(Fig. 1). 이것은 사양토 보다 양토와 미사질식토에서 세립질이 많아 통기성과 배수성의 불량으로 뿌리호흡이 원활하지 못해 근활력이 저하되었고, 토양경도가 높아 기계적 저항을 크게 하여 물의 이동을 방해하는 불투수층이 형성되어 소량 관비시 양·수분의 이동 저해가 생육저하를 초래한 것으로 생각되며, Jo 등(1977)도 토성이 토양의 물리적 성질에 직접적으로 영향을 주었다고 보고하였다. 따라서 양토와 미사질식토는 토양의 화학적 성질을 개량함에 앞서 물리적 개선이 요구되었다.

토성에 따른 과실특성 중 과중은 사양토에서 미사질식토 보다 유의하게 더 무거웠으며 이러한 경향은 과장과 과폭에서도 비슷하였으나 처리간 유의성은 없었고, Length/Diameter(장폭비)는 사양토가 1.39로 가장 낮았으며 당도는 과육과 태좌부위 모두 미사질식토에서 가장 높았고 다음으로 양토, 사양토 순으로 나타났으나 유의성은 없었다(Table 3). 이와 같이 미사질식토에서 과실이 작은 것은 점토함량이 많아 시간이 경과할수록 이랑표면의 경화가 심하여(Fig. 1) 수분의 수직 이동 저하가 지하부와 지상부의 생육저하로 이어져(Table 2) 과실이 작아진 것으로 생각된다. Park 등(2000)은 토양수분이 적으면 과실의 크기가 작아졌으며,

Table 2. Growth of oriental melon at 20 and 40 days after transplanting by soil texture.

DAT ^z	Soil texture	Plant height (cm)	Leaf area (cm ²)	Chlorophyll content (SCDSV ^y)	Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
					Top	Root	Top	Root
20	Sandy loam	22.6 a ^y	498.7 a	38.3 a	31.4 a	6.0 a	3.3 a	0.7 a
	Loam	13.3 b	306.8 b	40.4 a	28.7 a	5.1 a	2.9 a	0.5 a
	Silty clay	12.0 b	267.8 b	43.2 a	21.7 b	4.7 a	2.1 b	0.5 a
40	Sandy loam	68.3 a	1,853.3 a	45.8 b	177.7 a	1.1 a	18.7 a	1.1 a
	Loam	39.0 b	1,172.3 a	63.2 a	101.3 ab	0.7 b	10.3 ab	0.7 b
	Silty clay	35.4 b	837.0 a	66.1 a	68.3 b	0.6 b	7.0 b	0.6 b

^zDays after transplanting.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^xSpecific color difference sensor value.

Table 3. Fruit characteristics of oriental melon by soil texture.

Soil texture	Fruit			Length/ Diameter	Flesh thickness (mm)	Soluble solids (°Bx)	
	Weight (g)	Length (cm)	Diameter (cm)			Flesh	Placenta
Sandy loam	350.8 a ²	10.98 a	7.88 a	1.39 a	16.2 a	12.0 a	14.5 a
Loam	329.0 ab	10.90 a	7.70 a	1.42 a	16.3 a	13.5 a	14.7 a
Silty clay	311.1 b	10.74 a	7.62 a	1.41 a	15.8 a	13.9 a	15.1 a

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4. Effect of soil texture on fruit color.

Soil texture	Color characteristics ²			
	L*	a*	b*	Yi
Sandy loam	70.56 a ²	1.56 b	63.57 a	102.99 b
Loam	71.47 a	3.12 ab	67.93 a	109.18 ab
Silty clay	70.19 a	5.20 a	68.94 a	111.59 a

²Color characteristics: International Commission on Illumination in 1976. L*, 0(Black) ~ 100(White); a*, 80(Red) ~ -80(Green); b*, 80(Yellow) ~ -80(Blue); Yi, Yellow index.

³Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

잎과 뿌리의 발육상태는 품질과 수량에 영향을 주었다고 보고하였다.

수확과실의 색은 Table 4와 같이, L*는 토성간 유의한 차이가 없었으나 a*는 사양토 1.56에 비해 미사질식토에서 5.20으로 유의하게 증가되었고 Yellow index(황색지수)도 같은 경향을 나타냈으며, b*도 a*와 비슷한 경향을 보였으나 유의성은 없었다.

이와 같이 과색은 사양토보다 점토함량이 많을수록 높게 나타났으며 이것은 모래 성분이 많으면 지온이 높아 과실의 수확요소 일수 단축으로 인하여 과실내 동화산물의 축적 감소로 과색이 떨어진 것으로 생각된다. Bae 등(2001)은 근권부 지온이 높으면 적산온도에 도달하는 기간이 빨라져 숙기가 촉진되었다고 하였고, Kim 등(2001)은 부적절한 환경은 광합성 능력을 저하시켜 착색불량을 유도한다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침하였다.

수확과실의 상품수량은 사양토가 2,899.8 kg/10a로 양토와 미사질식토 보다 각각 9.4%, 15.9% 높았으나 토성간 유의성은 없었으며, 비상품 수량도 사양토에서 가장 많았으며 이중 발효과의 발생 비율은 모든 처리구에서 가장 높게 나타났다(Table 5).

이와 같이 사양토에서 상품수량이 많은 것은 작물의 생육시기에 따라 차이가 있지만 토양내의 통기성과 배수성이 높아 식물체의 생육촉진이(Table 2) 수량증가에 기여한 것으로 생각되며, 반면 발효과의 증가는 저온기에 토양내 건조의 교차가 심해(Fig. 1) 발생이 증가된 것으로 생각된다. 또한 사양토는 보수력이 낮아 과실비대기의 수분부족과 착색기의 과피경화로 신장의 여지가 적는데 토양수분의 완충능력이 약해 급격한 수분흡수가 열과와 기형과 발생을 가중시킨 것으로 생각된다. 발효과는 토양에 수분이 많으면 질소 과잉흡수에 의한 갈습 흡수저해로 발생이 높아진다고 하였으나(Park 등,

Table 5. Effect of soil texture on yield of oriental melon.

Soil texture	Marketable yield (kg·10a ⁻¹)	Unmarketable yield (kg·10a ⁻¹)				
		Total	Fermented	Malformed	Cracked	Others
Sandy loam	2,899.8 a ²	1,216.0 a	868.2 a	246.8 a	44.2 a	56.8 a
Loam	2,650.0 a	572.0 b	309.0 b	128.0 a	26.0 b	109.0 b
Silty clay	2,501.0 a	550.0 b	288.0 b	147.0 a	24.0 b	91.0 b

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

2000), 참외 양액재배시 발효과 발생이 낮았다고 보고 하여(Yeon 등, 2002), 토양수분의 과다보다는 일시적 건습의 교차가 심한 사양토에서 발효과 발생이 촉진되는 것으로 추정된다.

따라서 과실의 상품수량 증대를 위해서 무엇보다 발효과 발생을 감소시켜야 하며 이를 위해 토성 선택이 요구되는 것으로 나타났다.

과실의 품질변화는 수확당일 경도는 미사질식토에서 가장 높았으며 기간이 경과할수록 모든 처리구에서 감소하였고, 당도도 미사질식토에서 가장 높았고 다음으로 양토, 사양토 순으로 낮았으며 저장 후 5일까지 모두 증가한 후 감소하는 경향을 보였다. 과중은 저장 후 서서히 감소하였으나 다른 처리구 보다 미사질식토에서 저장 후 5일부터 감소율이 높게 나타났다(Fig. 2).

이것은 저장중 과실의 호흡에 의해서 과중감소가 당도와 경도감소에 영향을 미치는 것으로 생각된다. Choi 등(2001)은 멜론 저장기간 중 호흡에 의해 당이 소모되었고, Kang과 Park(1999)은 오이의 수분손실에 의한 생체중의 감소가 경도와 비타민 C 등의 품질저

하를 초래하였다고 보고하여 본 연구 결과를 뒷받침하였다. 또한 미사질식토에서 과중의 감소율이 높게 일어난 것은 과육이 치밀하고 당도가 높아 저장 기간중 과실의 호흡량 증가에 의한 수분감소에 기인하는 것으로 생각된다. 따라서 재배지의 토성은 과실의 내·외적 품질과 수량에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

적 요

시설참외 재배지 연작장해 경감을 위한 객토시 토성이 생육과 과실의 품질 및 수량에 미치는 영향을 조사하였다. 객토시 기존 작토층에 함유된 유·무기물질들은 교반으로 감소되었고, 토양수분 장력은 점토함량이 낮은 사양토가 양토와 미사질식토 보다 감소폭이 크게 나타났으나 토양경도의 증가폭은 낮았다.

초기 생육은 사양토에서 초장과 엽면적 그리고 지상·지하부 생체중과 건물중이 모두 높은 경향을 보였으나 엽록소함량은 낮았다. 과실은 사양토에서 크고 무거웠으며 당도와 색은 미사질식토에서 높게 나타났다. 상품과와 비상품과 수량은 사양토에서 가장 많았으며 또한 발효과 발생률도 높게 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 토성에서 경도와 과중은 서서히 감소되었으나 당도는 저장 후 5일까지 증가한 후 감소되었다. 따라서 시설참외 재배지 객토시 과실의 품질과 수량에 영향을 미치는 토성이 고려되어야 하겠다.

주제어 : 연작장해, 염류집적, 토양수분

인 용 문 헌

1. Bae, S.G., Y.S. Shin, I.K. Yeon, and H.W. Do. 2001. Effect of mulching material on the growth and quality of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) in protected cultivation. *J. Bio-Env. Con.* 10(4): 237-243.
2. Choi, H.K., S.M. Park, K.C. Yoo, and C.S. Jeong. 2001. Effects of shelf temperature on the fruit quality of muskmelon after storage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 19(1):135-139.
3. Chung, H.D. and Y.J. Choi. 2002. Growth responses on varying soil EC and selection of salt-tolerant rootstock of tomato (*Lycopersicon* spp.). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43(5):536-544.
4. Ha, H.S., M.S. Yang, H. Lee, Y.B. Lee, B.K. Sohn,

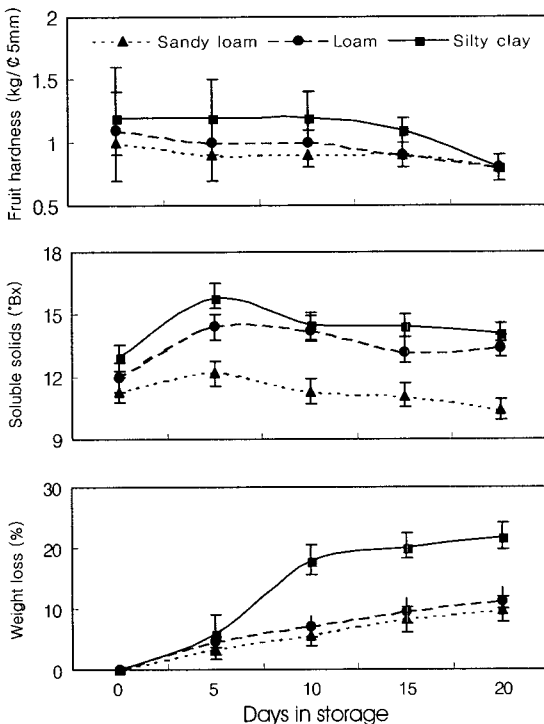


Fig. 2. Changes of fruit quality by soil texture during storage period (Jul. 3 ~ Jul. 23, at room temperature storage).

- and U.G. Kang. 1997. Soil chemical properties and plant mineral contents in plastic film house in southern part of Korea. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 30(3): 272-279.
5. Jo, I.S., B.K. Hyun, H.J. Cho, Y.S. Jang, and J.S. Shin. 1997. Effects of soil texture and bulk density on the least-limiting water range. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 30(1):51-55.
 6. Jo, I.S., S.J. Cho, and J.N. Im. 1977. A study on penetration of pea seeding taproots as influenced by strength of soil. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 10(1):7-12.
 7. Jun, H.S., W.C. Park, and J.S. Jung. 2002. Effects of soil addition and subsoil plowing on the change of soil chemical properties and the reduction of root-knot nematode in continuous cropping field of oriental melon (*Cucumis melo* L.) Kor. J. Evn. Agri. 21(1):1-6.
 8. Jun, H.J. and I.H. Jo. 2002. Changes of nutrients contents of circulating solution in three different new hydroponics for oriental melons (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.). J. Bio-Env. Con. 11(4):168-174.
 9. Jung, S.J., T.S. Kim, G.S. Hyeon, and C.S. Park. 1990. Available soil water for textural class of Korea soils. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 23(3):167-172.
 10. Kang, H.M. and K.W. Park. 1999. Effects of packaging methods and handling temperature on postharvest quality during storage of cucumber. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40(1):9-12.
 11. Kim, K.Y. and J.W. Lee. 2001. Quality factors and effect of cultivation environment on the quality of fruit vegetables. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 19(2):196-203.
 12. Min, K.B., W.K. Shin, and K.T. Um. 1985. Effects of red earth addition on soil properties and rice yields. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 18(1):14-19.
 13. Ministry of Agriculture and Forestry. 2003. Crops. statistics.
 14. Park, D.G., J.K. Kwon, J.H. Lee, Y.C. Um, H.T. Kim, and Y.H. Choi. 2000. Effect of soil water content on the yield and quality of plastic greenhouse oriental melon during low temperature season. J. Bio-Env. Con. 9(3):151-155.
 15. Park, D.G., J.K. Kwon, J.H. Lee, Y.H. Choi, and S.G. Lee. 2003. Effects of soil salinities on growth and fruit quality in oriental melon (*Cucumis melo* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44(5):616-619.
 16. Rhee, H.C., G.H. Kang, K.B. Kweon, Y.H. Choi, and H.T. Kim. 2002. Effect of high concentration of sodium or chloride salts in soil on the growth of and mineral uptake by tomatoes. J. Bio-Env. Con. 11(3):121-126.
 17. Shin, W.K., J.N. Im, K.S. Ryu, and K.T. Um. 1983. Changes of soil chemical properties and rice yield in relation to clay content of surface soil. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 16(4):301-304.
 18. Shin, Y.S., S.K. Choi, I.K. Yeon, H.W. Do, and B.S. Choi. 1998. Cultivation survey of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) in Songju region. RDA. J. Hort. Sci. 40(2):72-77.
 19. Yeon, I.K., S.Y. Shin, S.G. Bae, and H.W. Do. 2002. Disease occurrence and fermented fruit development by culture methods and rootstocks of oriental melon (*Cucumis melo* L.). J. Bio-Env. Con. 11(1):18-22.