

참외의 관비재배가 토양 EC, 참외의 수량 및 품질에 미치는 영향

전하준^{1*} · 신용섭² · 서전규³

¹대구대학교 원예학과, ²경상북도 농업기술원, ³경북대학교 원예과학과

Soil EC and Yield and Quality of Oriental Melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) as affected by Fertigation

Ha Joon Jun^{1*}, Yong Seup Shin², and Jun Kyu Suh³

¹College of Life & Environmental Science, Daegu University, Gyongsan 712-714, Korea

²Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Daegu 702-708, Korea

³Department of Horticulture, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract. Experiments were conducted to investigate the effect of fertigation (fertilizer-added irrigation) on soil EC (electrical conductivity), nitrogen and calcium content in soil, vine growth and fruit yield of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.). Soil EC was increased with the frequency of fertigation (Yamazaki's solution for melon, 900 L/1,000 plants, each time) up to 0.8 dS · m⁻¹ as compared to that of conventional irrigation (0.2 dS · m⁻¹). Ca content in soil also increased in fertigation fields. Vine dry weigh (20 days after planting) was significantly increased in fertigation plot. Markedly increases in marketable fruit yield and lower rate of off-shape fruit were recorded with the increase in fertigation frequency. Mean fruit weight and soluble solids contents (⁰Brix) in fruit were not affected by fertigation. Fresh weight loss during storage was significantly higher in fruits harvested from 2 times fertigation (09:00 and 18:00) plot than conventional irrigation and the 1 time fertigation ones.

Key words : nutrient solution, soil EC, volume of feeding

서 론

참외(*Cucumis melo* var. *makuwa*)는 재배지역이 매우 제한적이어서 현재 한국과 중국에서만 상업적인 재배가 이루어지고 있다. 그럼에도 불구하고 우리나라에서는 많은 신품종이 육성되어 최고의 품질을 자랑하고 있을 뿐만 아니라 재배형태도 참외재배용 소형단동하우스가 개발되었고 생산기간도 겨울부터 이듬해 여름까지 연장재배가 이루어지고 있다. 그런데 우리나라에서의 참외재배는 지역적으로 편중되어 있고 심한 연작재배에 의하여 토양의 이화학적질이 열악해지고 토양 전염성병 또한 만연하기 쉬운 환경에 놓여 있는 실정이다(Park, 2000). 그래서 이를 극복하기 위하여 참외에 대한 여러 가지 새로운 재배법의 개발이 시도되었

는데 그 가운데 수경재배도 매우 유효한 재배법임을 확인하였고(Jun과 Jo, 2002), Shim 등(2003)은 버미 쿨라이트를 넣은 포대에 관비방법을 도입한 포대재배법을 발표 한 바 있다.

관비재배에 의한 작물재배의 시도는 이미 1950년(Hanan, 1997)에 오이를 비롯한 각종 작물용 배양액의 조성 및 장치 개발되었는데 우리나라에서는 1970년에 Kim(1970)에 의하여 사질황무지 토양의 이용 목적으로 관비재배법을 적용한 바 있다. 이후 많은 작물에 대한 관비재배가 연구되었는데 그 가운데 박과(*Cucurbitaceae*)작물에 대한 최근의 연구는 참외(Jung 등, 2010)의 관비재배에서의 질소시비기준, 수박(Pier와 Doerge, 1995), 오이(Seo 등, 2000), 멜론에 대하여 급액량 조절(Lee 등, 2008)과 질소의 시비수준(Lee 등, 2009) 실험에서 모두 증수와 고품질 다수확이 가능하다고 하였고, 주키니호박(Kim 등, 2007)에 대해서도 관비재배를 활용하여 증수의 가능성을 발표하였다.

*Corresponding author: hjjun@daegu.ac.kr
Received July 3, 2012; Revised August 30, 2012;
Accepted September 14, 2012

참외의 관비재배가 토양 EC, 참외의 수량 및 품질에 미치는 영향

본 시험에서는 참외에서의 관비재배기술 개발을 위하여 적정 급액방법에 대한 기초자료를 얻고자 하였다. 또한 토양에 지속적인 배양액을 공급하는 관비재배에서 문제가 될 수 있는 무기이온의 염류집적에 대하여 토양의 EC 변화와 질소 및 칼슘의 토양 집적에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

관비재배를 위한 일반관행의 실험구는 정식 20일 전에 10a당 기비로 질소 18.7kg, 인산 6.3kg, 칼리 10.9kg, 완숙퇴비 1,500kg을 각각 넣고 경운하였다. 관비재배구는 비료를 처리하지 않았다. 참외(품종: 오복꿀참외, 농우바이오)의 유묘를 대목(품종: 조생토좌호박)에 접목하여 20일된 묘를 2010년 5월 10일에 폭 180cm의 이랑을 만들고 점적호스를 배치하고 투명 플라스틱필름으로 피복한 후 40cm의 간격으로 재식하였다. 실험구 배치는 5포기를 한 반복으로 하여 난괴법 3반복으로 배치하였다. 그리고 참외의 덩굴유인, 정지, 착과 및 기타 관리는 관행에 따랐다(RDA, 2001).

배양액 공급을 위해 먼저 한 이랑에 20cm 간격으로 점적기가 설치된 점적호스를 점적기(위터폴, 남경화학)가 교차되게 4줄을 설치하였다. 그리고 이 호스를 원수펌프, 급수펌프(1/6HP), 희석탱크, 정량펌프, 관수 조절장치(관수회수와 관수량조절), 관수펌프(2HP) 및 EC 조절기와 관수조절장치로 이루어진 관비재배시스템에 연결하였다.

관비재배구에서 배양액의 공급은 각각 1일 1회 및 2회로 하였는데 1회구는 09:00시에 참외 1,000포기 기준으로 매회에 900L를 공급하고 2회구는 매일 09:00시와 15:00시에 같은 양을 각각 처리하였다. 관비액은 EC 2.0dS·m⁻¹의 야마자키조성 멜론 배양액(Park과 Kim, 1998)을 사용하였다. 관행재배구는 수조에 받아 둔 지하수를 1일 1회(오전 9시) 같은 양을 오전 9시에 점적호스를 통하여 관수하였다.

식물의 생장은 매 10일 마다 원 덩굴의 길이를 측정하였고, 정식 후 20일(적심 전)에 식물체의 생체중과 건물중을 측정하였다. 과실의 수량은 초기(7월 16~23일), 중기(7월 23~31일) 및 후기(8월 1~15일)로 나누어 수확하여 이를 합한 것을 총수량으로 하였고, 과실의 크기(과중, 과장 및 과경)를 측정하고 수확한 과실

에 대하여 상품(商品)수량, 상품과율과 기형과율을 조사하였다. 그리고 과실(과육 및 태좌)의 당도(Reflectometer, PAL-1, Atago, Japan)와 과피의 색도(Minolta CR-300)를 측정하였다. 한편 수확한 과실을 9일 동안 실온에 두면서 한 처리 당 9개(3개 3반복)의 과실에 대하여 무게의 감소를 측정하였다.

재배기간 동안 표층에서 15cm 깊이의 토양을 채취하여 토양 EC(Electrical Conductivity, CM-22E, TOA, Japan)를 측정하고 이 시료에 대하여 전 질소는 Kjeldahl 증류법으로 정량하였고, Ca²⁺은 원자흡광분광기(Atomic Absorption Spectrophotometer 3300, Perkin Elmer)를 이용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 토양 EC의 변화

관비재배로 참외를 재배하였을 때 질소와 칼슘 및 토양 EC의 변화에 미치는 영향을 조사하였다. 토양의 EC는 정식 전에는 기비를 사용한 관행구가 재배초기에는 0.68dS·m⁻¹였으나 시간이 지나면서 감소하여 7월 초 이후부터 0.2dS·m⁻¹를 유지하였다. 그러나 관비재배구는 처음에 0.2dS·m⁻¹이던 것이 점점 높아져서 관행구가 급격히 낮아지는 7월 이후부터 반대의 경향을 나타내어 관행구 보다 높아지기 시작하여 수확후기에는 0.8dS·m⁻¹까지 증가하였다. 토양 EC의 이런 변화는 배양액 공급 횟수를 1일 2회와 4회한 처리구가 비슷하였다(Fig. 1). 채소작물의 시설재배포장의 토양

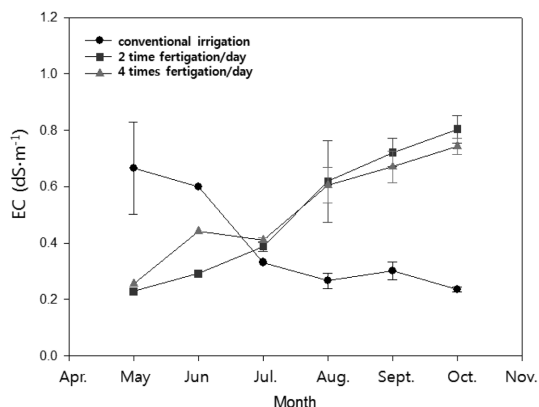


Fig. 1. Changes in EC of soil treated with different fertigation frequencies. Vertical bars represent standard error of the mean (n = 5).

EC를 조사(Lee 등, 1993)한 자료에 의하면 우리나라의 평균 토양 EC가 $2.6\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이었고, 최고치는 $7.3\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이었다고 하였다. 한편 Park(2000)의 조사에 의하면 참외의 연작재배지의 경우 82%가 $EC\ 3.6\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이상이었다고 한 것에 비하면 이번 실험에서 나타난 $0.8\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 은 매우 낮은 수치이다. 실제 박과작물인 오이는 $1.0\sim 1.5\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ (Chung과 Choi, 2001) 범위에서 생장이 좋았으며 평균 $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 전후에서 정상적인 성장을 하였고 $2.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이상이 되면 대부분의 엽채류(Chung 등, 2003)는 생장이 억제 되었다고 한 것을 참고하면 이번 실험의 토양 EC는 배양액의 공급횟수가 늘어도 토양 EC의 상승에 대한 우려는 하지 않아도 될 것으로 보였다.

관행 재배구는 추비를 하지 않았기 때문에 EC가 감소한 것은 이해하나 토양에 잔류한 총 질소함량의 경시적 변화(Fig. 2A)는 관비재배구가 약간 많았으나 배양액 공급 횟수에 비례하지는 않았다. 그러나 Ca^{2+} 의 함량(Fig. 2B)은 기비만 사용한 관행구보다 관비

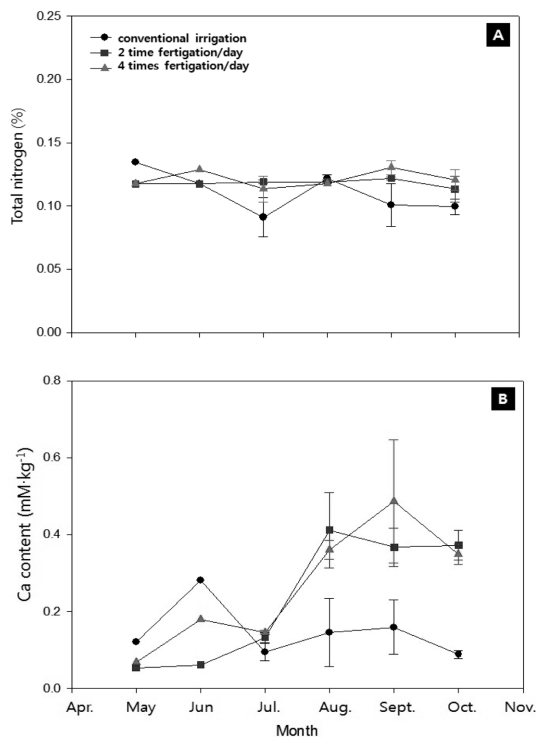


Fig. 2. Changes in total nitrogen (A) and calcium (B) content in soil treated with different fertigation frequencies. Vertical bars represent standard error of the mean (n = 5).

2회 및 4회구 다 같이 관비재배구가 관행구보다 현저히 높은 수치를 보였다. 이것은 흡착력이 강한 Ca^{2+} 은 토양에 잔류하는 양이 많다는 것을 의미하는 것으로 보인다. 따라서 토양 EC의 증가는 Ca의 잔류농도에 영향을 받은 것으로 추측이 된다. 그러나 관비재배에서 Ca의 축적에 대한 자료는 잘 볼 수 없어 앞으로 관비재배 시 Ca의 이동에 관한 정밀조사가 요망된다. 그리고 식물생장에 미치는 칼슘의 다양한 작용(Banhgerth, 1979; Leonard와 Hepler, 1990)을 감안해서라도 관비재배에서 칼슘의 이동에 대한 추적실험이 필요할 것 같다.

2. 식물체의 성장

배양액의 공급횟수를 달리하여 재배한 성장초기 참외의 원 덩굴의 길이를 조사한 결과 공급 횟수가 늘어날수록 덩굴길이가 증가하였으나 그 차이가 크지 않았다(Fig. 3). 이번에 조사한 자료는 매우 제한적인데 이는 참외는 손자가지에 착과시킴으로서 성장 초기부터 적심과 전정을 많이 하기 때문에 생장이 완료된 참외덩굴의 길이를 측정하기란 매우 어렵고 불확실하기 때문에 정식 후 20일경의 식물체에 대하여 조사를 한정하였다. 정식 후 20일 된 식물체의 생체중과 건물중을 측정한 것이 Fig. 4이다. 관행재배구에 비하여 관비재배구가 생체중 및 건물중 모두 많았고 배양액의 공급 횟수가 늘어날수록 증가하였다. 이것은 관비재배구는 지속적으로 일정량의 양분과 수분이 공급되었기 때문인 것으로 생각된다.

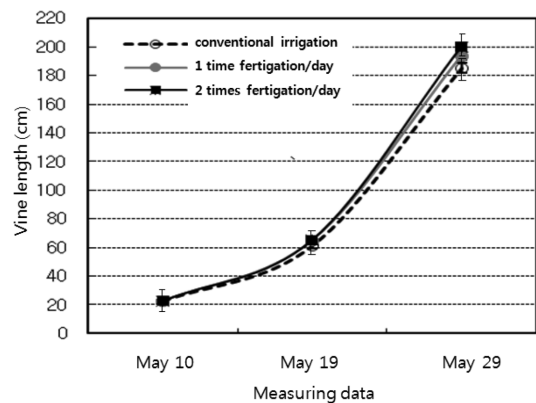


Fig. 3. Effect of fertigation frequency on the main vine growth of oriental melon plants. Vertical bars represent standard error of the mean (n = 5).

참외의 관비재배가 토양 EC, 참외의 수량 및 품질에 미치는 영향

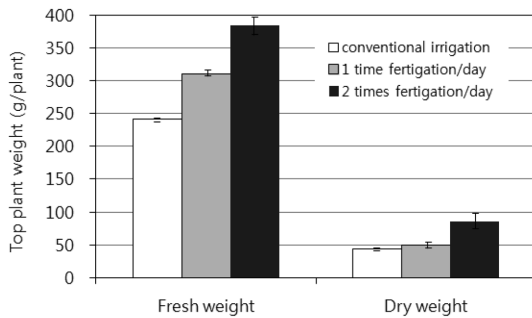


Fig. 4. Differences in top fresh and dry weights of oriental melon plants grown under different fertigation frequencies for 20 days after transplanting. Vertical bars represent standard error of the mean (n = 5).

3. 과실의 수량 및 품질

배양액 공급 횟수에 따른 참외과실의 10a당 수량 (Table 1)을 보면 관행재배구가 1,445kg인데 비하여 1회 관비재배구가 1,656kg, 2회 관비재배구가 1,801kg으로 관비재배구가 유의성 있게 많았고 배양액 공급 횟수가 늘어날수록 증가하였다. 상품과율(商品果率)도 관행구가 69.8%인데 비하여 2회 관비재배구는 81.9%로 수량과 같은 경향을 보였다. 그런데 기형과율은 오히려 반대의 경향을 보여 관행구가 30.2%였고 2회 관비재배구는 18.15%로 관행재배구에서 월등히 많았다. 그 원인에 대하여는 자세히 알 수 없으나 관비재배구가 일반 관행구에 비하여 양수분의 고른 공급에 의하여 생육이 일정하게 유지될 수 있었기 때문인 것으로 보인다. Table 2를 보면 수확한 과실의 특성 즉

과실의 평균 과중, 과장, 과경 및 과육의 두께 등은 큰 차이가 없었고, 과육과 태좌의 당도 역시 15⁰(Brix) 전후로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다(Table 2). 과피의 색도에서 ‘L’, ‘a’ 및 ‘b’값은 차이가 없었으나 “Yellow Index”에서는 관행재배구가 높았다(Table 3). 황색지수가 높다는 것은 과피의 고유한 색인 황색 색소가 많다는 것을 의미하는데 이런 결과는 관행 재배구는 수분과 양분공급이 관비재배구에 비하여 일정하지 않았기 때문에 과실생장에 다소 스트레스를 받았기 때문이 아닌가 생각되었다. 이 수치를 과실품질에 적용하여 소비자의 기호를 조사한 바는 없기 때문에 결론을 이야기 하기는 어렵지만 황색이 진한 것이 참외의 품질을 향상시키는데 긍정적이라고 볼 수 있다. 그런데 참외는 품종에 따라 고유한 색상을 가지기 때문에 앞으로 “Yellow Index”를 과실품질의 한 요인으로 하려면 각 품종별 기본 값을 표시할 필요가 있다고 생각된다.

Fig. 5는 수확한 과실을 실온에서 저장하면서 중량 감소를 측정한 것인데 관행재배구와 1회 관비재배구에서 수확한 과실의 중량 감소는 저장 8일 후에 약 7% 전후로 거의 같았으나 2회 관비재배구는 저장 후 2일부터 감소율이 증가하기 시작하여 저장 8일째는 관행구의 7.1%에 비하여 2회 관비재배구는 9.5%로 유의성 있게 많았다. 2회 관비재배구에서 수확한 과실이 중량감소가 많은 것은 2회 관비재배구는 보다 많은 양수분을 흡수하여 관행구에 비하여 과실조직이 연하고 수분함량이 많았기 때문인 것으로 보인다. 이번 조사에

Table 1. Effect of fertigation frequency on the fruit yield and percentage of malformed fruits of oriental melon².

Treatment	Yield of marketable fruits (kg/10a)	Rate of marketable fruits (%)	Malformed fruits (%)
Conventional irrigation	1,445 c	69.8 c	30.2 a
1 time fertigation/day	1,656 b	78.5 ab	21.5 b
2 times fertigation/day	1,801 a	81.9 a	18.1 bc

²Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, P ≤ 0.05.

Table 2. Fruit characteristics of oriental melon grown at different fertigation frequencies².

Treatment	Fruit				Soluble solids content (°Brix)	
	Weight (g)	Length (cm)	Diameter (cm)	Thickness (mm)	Flesh	Placenta
Conventional irrigation	335.5 a	12.0b	7.8 a	20.1 a	14.6 a	16.3 a
1 time fertigation/day	376.4 a	12.3b	7.9 a	20.7 a	15.5 a	16.2 a
2 times fertigation/day	381.9 a	12.7a	7.8 a	19.9 a	14.9 a	15.9 a

²Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, P ≤ 0.05.

Table 3. Effect of fertigation frequency on the fruit skin color of oriental melon².

Treatment	“L”	‘a’	‘b’	“Yellow” index
Conventional irrigation	77.1 a	2.8 a	78.9 a	113.0 a
1 time fertigation/day	77.8 a	2.5 a	77.1 a	107.9 b
2 times fertigation/day	75.3 a	2.0 b	76.5 a	104.4 c

²Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, $P \leq 0.05$.

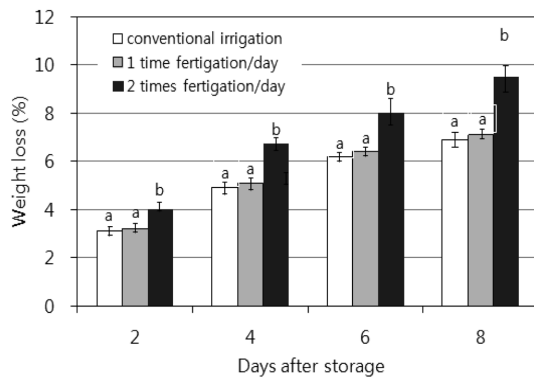


Fig. 5. Difference in weight loss of fruits of oriental melon grown at different fertigation frequencies. Bar with different letters are significant different at 5% LSD.

서는 과육의 경도 및 수분함량과 저작감 등은 조사하지 않았으나 저장실험을 통하여 나타난 결과에 의하면 관비재배구에서 과실의 수량이 증가한 것은 과육에 수분이 많았기 때문이 아닌가하는 추측이 들기 때문에 앞으로 관비재배 연구에서는 이에 대한 정밀 조사가 요구된다. 참외는 멜론과는 달리 과육의 경도는 우리나라의 국민기호에 매우 중요하기 때문이다.

적 요

참외에서의 관비재배기술 개발을 위하여 배양액의 공급횟수가 토양의 EC 변화, 질소와 칼슘 집적, 덩굴의 성장, 과실의 수량 및 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 관비재배는 관행에 비하여 토양 EC가 0.8dS·m⁻¹까지 증가 하였으나 관행재배는 0.68dS·m⁻¹에서 0.2dS·m⁻¹로 낮아졌다. 정식 후 20일 된 식물체의 덩굴길이는 큰 차이가 없었으나 건물중은 관비재배구가 증가하였는데 2회(오전 9시와 오후 6시, 900L/1,000포기, 매일)처리구가 현저히 많았다. 토양 내 질소함량

에는 큰 차이가 없었으나 칼슘은 관비재배구가 현저히 높았다. 관비는 관행재배에 비하여 참외과실의 상품(商品)수량이 증가하였는데 1일 1회(오전 9시)보다 2회 관비재배구가 더욱 많았고 기형과율은 관비재배구가 감소하였다. 1개 과실의 크기와 당도에는 차이가 없었다. 저장기간 동안 과실의 중량 감소는 2회 관비재배구가 현저히 많았다.

주제어 : 급액량, 배양액, 토양 EC

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업의 지원에 의하여 수행되었음.

인 용 문 헌

- Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorder of plants. *Ann. Rev. Phytopathol.* 17:97-122.
- Chung, H.D., D.C. Won, and Y.J. Choi. 2003. Effect of soil EC on emergency rate, seedling growth, and physiological disorders of leafy vegetable crops, and diminishing effect of soil EC levels by washing with water or manure adding. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44(5):575-581.
- Chung, H.D. and Y.J. Choi. 2001. Morphological changes of tissue in Cucumber seedlings grown in high soil EC. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 19(4):501-504.
- Hanan, J.J. 1997. *Greenhouse, Advanced technology for protected horticulture.* CRC Press. NY.
- Jun, H.J. and I.H. Jo. 2002. Changes of nutrient contents of circulating solution in three different new hydroponics for Oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa*). *J. Bio-Environ. Cont.* 11(4):168-174.
- Jung, K.S., K.H. Kang, W.K. Kim, Y.S. Song, and K.H. Kim. 2010. Establishment of the optimum nitrogen application rates for Oriental melon at various growth stages with a fertigation system in a plastic film house. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 43(3):349-355.
- Kim, J., J.M. Kim, J.S. Jeong, E.S. Park, H.G. Chon, and Y.R. Kwon. 2007. Effect of fertilizer application on the growth and yield of Zucchini pumpkin grown by fertigation culture. *Jeollabuk-do. Agr. Res. & Ext. Serv. Report:422-430* (Korean).
- Kim, Y.C. 1970. Study on agriculture soil development for fertigation culture. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 8:93-105.
- Lee, H.C., M.W. Cho, Y.C. Um, J.M. Park, and J.H. Lee. 2008. Control of irrigation amount for produc-

참외의 관비재배가 토양 EC, 참외의 수량 및 품질에 미치는 영향

- tion of high quality fruit in Melon fertigation culture J. Bio-Environ. Cont. 17(4):288-292.
10. Lee, H.C., J.M. Park, T.C. Seo, G.L. Choi, M.Y. Roh, and M. W. Cho. 2009. Effects of nitrogen and potassium fertigation on growth, yield and quality of Musk melon (*Cucumis melo* L.). J. Bio-Environ. Cont. 18(3): 273-279.
 11. Lee, Y.H., Y.K. Shin, K.N. Hwang, and G.S. Lee. 1993. Studies on chemical properties of soils under the plastic house cultivation of vegetables. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 26:236-240.
 12. Leonard, R.T. and P.K. Hepler. 1990. Calcium in plant growth and development. Ann. Rev. Plant Physiol. 36:397-493.
 13. Park, D.K. 2000. Studies on injury by continuous cropping and its solution in oriental melon (*Cucumis melo* L.) with a special reference to root-knot nematode and soil salt stress. Ph.D. Thesis. Andong Univ. Korea.
 14. Park, K.W. and Y.S. Kim. 1998. Hydroponics in Horticulture. p.375. Academy Books. Seoul.
 15. Pier, J.W. and T.A. Doerge. 1995. Nitrogen and water interactions in trickle irrigated watermelon. Soil Sci. Soc. Amer. J. 59:145-150.
 16. RDA. 2001. Oriental Melon Cultivation (Standard Farming Textbook No. 105). Rural Development of Agri., Korea.
 17. Seo, B.S., S.J. Chung, H.G. Kim, J.P. Lee, Y.S. Choi, and J.G. Lim. 2000. Effect of sulfuric ion contents in the nutrient solution on the growth and fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants grown in soil fertigation culture. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18(5): 684.
 18. Shim, S.Y., S.W. Lee, L.W. Lim, and J.H. Ju. 2003. Development of fertigation culture method of Oriental melon. Gyeonggi-do Agri. Res. & Exten. Serv. Center, Hort. Research Rept. 345-349.