Protected Horticulture and Plant Factory, Vol. 22, No. 2:162-166, June (2013)
DOI http://dx.doi.org/10.12791/KSBEC.2013.22.2.162
pISSN 2288-0992
eISSN 2288-100X

토양검정에 의한 시비량 수준이 멜론의 생육과 과실 품질에 미치는 영향

황미란[1] · 김희은[1] · 권준국[2] · 조명환[2] · 최효길[2] · 강남준[1,3]*
[1]경상대학교 원예학과, [2]국립원예특작과학원 시설원예시험장, [3]경상대학교 농업생명과학연구원

Influence of Fertilization Level by Soil Testing on Plant Growth and Fruit Quality in Melon (*Cucumis melo* L.)

Mi-Ran Hwang[1], Hui-Eun Kim[1], Joon-Kook Kwon[2], Myeong-Whan Cho[2], Hyo-Gil Choi[2], and Nam-Jun Kang[1,3]*

[1]Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
[2]Protected Horticulture Experiment Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Busan 618-800, Korea
[3]Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract. The objective of this study was to investigate the influence of fertilization levels by soil testing on plant growth and fruit quality of musk melon in greenhouse cultivation. Leaf area and fruit weight were severely affected by fertilization level. Leaf areas were significantly reduced by 54.1% and 24.5% at 0 and 50% fertilization level compared to the 100% fertilization level, respectively. Fruit weights were reduced by 38.2% and 19.9% at 0 and 50% fertilization level compared to the 100% fertilization level, respectively. However, soluble solids and sucrose contents were increased by 1.8% and 23.3% at 50% fertilization level compared to the 100% fertilization level, respectively. These results suggest that reduction of 50% fertilization level by soil testing seem to be effective methods to reduce salt accumulation in the soil as well as increasing of fruit quality such as soluble solids and sucrose contents.

Additional key words : fertilization, leaf area, soluble solids, sucrose

서 론

멜론은 부가가치가 높은 작물로 재배면적과 생산량은 지속적으로 증가하고 있지만, 규격화된 고품질 멜론을 생산할 수 있는 재배시스템과 환경관리 기술 개발은 미흡한 실정이다. 또한 멜론은 생육기간이 비교적 짧아 생육상의 변화가 빠르며 생육상태에 따라 과실의 품질에도 상당한 차이가 있기 때문에 고품질 멜론 생산을 위해서는 집약적인 재배 기술이 요구되는 작물이기도 하다. 특히 멜론은 품질에 따라 가격차이가 심하기 때문에 생산성 보다는 품질향상이 매우 중요하며 이를 위해서는 재배환경 개선과 안정적인 재배시스템 개발이 필요하다.

우리나라의 시설재배는 연작으로 인해 토양 환경조건은 아주 불량한 상태인데, 시설재배지 토양의 평균 EC는 3.6dS · m^{-1}로 시설 토양의 적정 수준인 2.0dS · m^{-1}의 약 2배 정도 높아 염류집적 현상이 심각하다(Choi, 2003). 염류가 과다 집적된 토양에서는 작물의 생육이 불량하여 생장량과 수량감소가 초래되며(Choi 등, 2007; Kang 등, 1996), 관비재배로 과잉 공급된 양분은 지하로 용탈되어 지하수 오염을 가속화 시키고 비점오염원의 잠재성을 지니게 된다(Bergstrom, 1987; Jung 등, 1996; Yun과 Yoo, 1993). 그럼에도 대부분의 농가에서는 토양의 양분을 고려하지 않고 일정한 양분농도로 관비하는 경우가 많아 토양에 양분 과다집적 및 생산물의 품질에 영향을 미칠 수 있다(Jung 등, 2005; Lee 등, 2006). 이러한 시설재배 토양의 염류집적을 방지하기 위한 근본적 해결방안은 토양 비옥도에 알맞게 시비량을 조절하는 것으로 작물마다 일률적으로 정해진 표준시비량 보다는 토양검정을 통한 적정 시비량을 추천하는 것이 제안되고 있다(Hong, 1998; Hong 등, 1998; Jones, 1985; Kwak 등, 2001; Lim 등, 2001; Min 등, 1995; Schmitt와 Randall, 1994).

특히 멜론은 고정시설에서 장기간 연작됨에 따라 염류집적, 시들음증 및 각종 병해충 발생 등의 연작장해가 심화되고 있어 이에 대한 대책을 수립할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 멜론재배 시 과다 시비에 의한 염류집적 현상을 최소화 할 수 있는 기초자료를 작성하고자

*Corresponding author: k284077@gnu.ac.kr
Received March 30, 2013; Revised April 30, 2013;
Accepted June 3, 2013

토양검정 후 시비량 수준을 달리하여 멜론의 생육상과 과실의 품질변화를 분석하였다.

재료 및 방법

멜론 '얼스엘리트' 품종(신젠타종묘 주)을 2열(300 × 400mm)로 정식하여 완전임의배치 3반복으로 수행하였다. 시비수준은 토양검정에 의한 추천 시비량의 0, 50, 100%에 해당하는 질소질비료(요소)와 칼리질비료(염화칼리)를 시비하였으며 인산질비료는 토양검정결과 유효인산 함량이 적정 수준으로 분석되어 시비하지 않았다. 토양검정에 의한 추천 시비량의 100%는 성분량으로 질소가 20.1kg · $10a^{-1}$와 칼리가 32.7kg · $10a^{-1}$였다. 시험 포장의 토성은 사질양토였고, 정식 시 각 시비구의 토양EC는 무처리구가 0.55dS · m^{-1}, 50% 처리구가 1.19dS · m^{-1}, 100% 처리구는 1.75dS · m^{-1}였다. 재배시설은 200m^2 크기의 단동형 플라스틱 하우스를 이용하였는데 온도는 야간 최저 20ºC, 주간 최고 30ºC로 자동관리 하였고 토양 수분관리는 관수개시시점을 적용하여 토양수분장력을 생육초기 –20kPa, 과실비대기 –15kPa, 성숙기 –35kPa로 조절하였다(Rhee 등, 2008). 토양수분은 관수자동제어기(Rich 5330, Agronet, Korea)을 이용하여 제어하였고 토양수분장력은 전자식 토양수분장력센서(SKM850C2, SDEC, France)를 이용하였다.

착과는 12마디 아들덩굴에서 시키고 적심은 24마디에서 하였다. 정식 후 시기별로 엽수와 초장 변화를 조사하였고 엽면적은 수확기에 측정하였다. 과실무게는 착과 60일 후에 수확하여 측정하였으며 가용성 고형물 함량은 굴절당도계(ATC-20E, Atago, Japan)를 사용하여 수확 3일 후 측정하였다.

유리 당 함량은 Wu 등(2005)의 방법으로 HPLC(Model 9300, Younglin Co., Korea)를 이용하여 측정하였는데, 처리별로 6과를 임의로 선택하여 각 처리당 총 18개의 과실을 이용하였다. 과육 10g과 증류수 20mL을 혼합하여 균질기(PT 3100, Kinematica, Switzerland)로 마쇄시킨 후 5ºC에서 15,000g로 20분간 원심분리 시켰다. 원심분리 후 상징액을 취하여 Sep-Pak C18 catridge(Waters, USA)와 13mm/0.45μm syringe filter(PVDF, Watman, Japan)로 여과 및 정제하였다. 유리 당의 측정을 위한 HPLC분석은 Sugar-pak(6.5 × 300mm, Alltech Inc., USA)을 이용하였으며 이동상은 HPLC용 증류수(0.1mM Ca-EDTA)를 이용하였다. 이동상 속도는 분당 0.5mL로 조절하여 refractive index detector(Triathlon M730D, Younglin Co., Korea)를 이용하여 분석하였다. 유리 당 함량은 생체 1g당 mg으로 환산하여 표시하였다.

결과 및 고찰

토양검정 후 시비수준이 멜론의 생육과 과실의 품질의 변화를 조사하기 위하여 정식 전 토양분석 후 추천 시비량의 0, 50 및 100%에 해당하는 시비를 하였다. Table 1의 시비수준 0 % 처리구가 정식 전 토양분석 결과인데, 토양의 산도와 유기물 함량, 유효인산, 치환성 칼슘과 치환성 마그네슘의 함량은 적정수준에 근접한 수치를 보였다. 토양의 평균 EC는 0.55dS · m^{-1}로 적정수준인 2.00dS · m^{-1}보다 낮았고, 치환성 칼륨의 함량 또한 0.4cmol$^+$ · kg^{-1}으로 적정수준 대비 2배 이상 낮게 나타났다(data not shown).

토양검정 결과를 바탕으로 하여 추천 시비량의 0, 50 및 100%를 시비하였는데, 추천 시비량의 0% 시비(무시비)시 토양의 EC는 0.55dS · m^{-1}였고 NO_3-N은 22.8mg · kg^{-1}, K는 0.40cmol$^+$ · kg^{-1}이였다. 토양검정 후 추천 시비량의 50% 시비 시 EC는 1.19dS · m^{-1}, NO_3-N은 54.0mg · kg^{-1}, K는 0.76cmol$^+$ · kg^{-1}으로 적정범위에 근접한 것을 알 수 있었고, 100% 시비 시 EC는 1.75dS · m^{-1}, NO_3-N은 89.1mg · kg^{-1}, K는 1.06cmol$^+$ · kg^{-1}으로 적정범위 대비 비교적 높은 수준이였다(Table 1). 토양의 EC는 pH와 같은 영향으로 N의 농도에는 차이가 없으나 K의 농도가 높을수록 높으며, K 시용농도에 따라 토양 염류집적에 큰 영향을 미치므로, K의 시용량을 고려해야 한다(Rhee 등, 2009)는 보고에 따라 시설재배 토양의 염류집적을 방지하기 위해서는 토양검정 추천 시비량의 50%를 시비하여 K의 시용농도를 낮추어 관리하는 것이 효과적일 것으로 판단되었다. 토양검정 후 시비량에 따른 생육시기별 엽수와 초장 변화는 Fig. 1과 같은데, 추천 시비량의 50%와 100% 시비구에 비해 무시비구의 엽수는 생육초기에는 2매 적은 경향을 보였지만, 24마디에서 적심한 30일 이후에는 차이가 없었다. 그러나 초장은

Table 1. Chemical properties of soil used in this experiment.

Fertilization level (%)	pH (1:5)	EC (dS · m^{-1})	NO_3-N (mg · kg^{-1})	P_2O_5 (mg · kg^{-1})	K (cmol$^+$ · kg^{-1})
0	6.51 ± 0.14*	0.55 ± 0.08	22.8 ± 3.1	858 ± 187	0.40 ± 0.18
50	6.66 ± 0.10	1.19 ± 0.13	54.0 ± 15.4	960 ± 164	0.76 ± 0.31
100	6.71 ± 0.06	1.75 ± 0.18	89.1 ± 12.0	1061 ± 176	1.06 ± 0.42

*Numbers indicate standard error of the means.

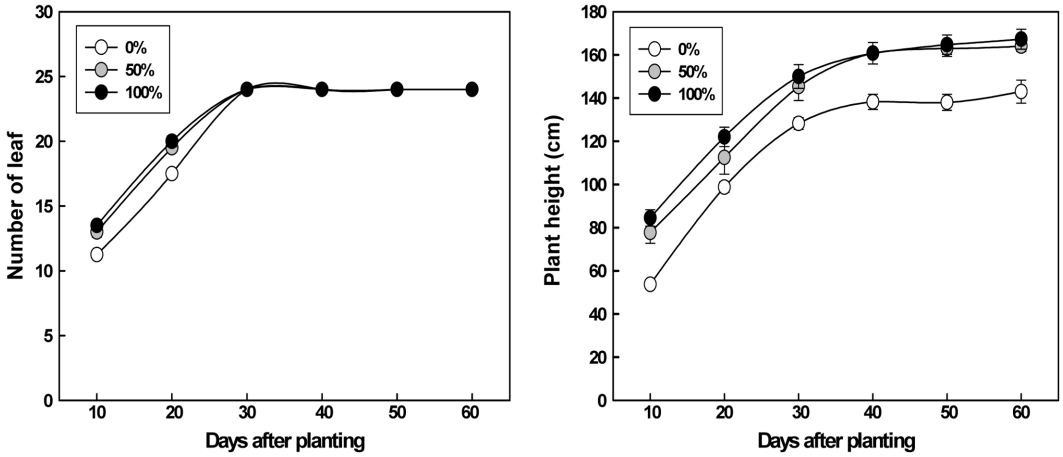

Fig. 1. Changes in number of leaf and plant height in melon plant as influenced by different fertilization levels. Plants were grown under different fertilization levels with 0, 50 and 100% by soil testing. Plant were trained with support strings, and trimmed after the 24th leaf had developed according to the commercial practice of growers in Korea. Bars represent standard error of the means.

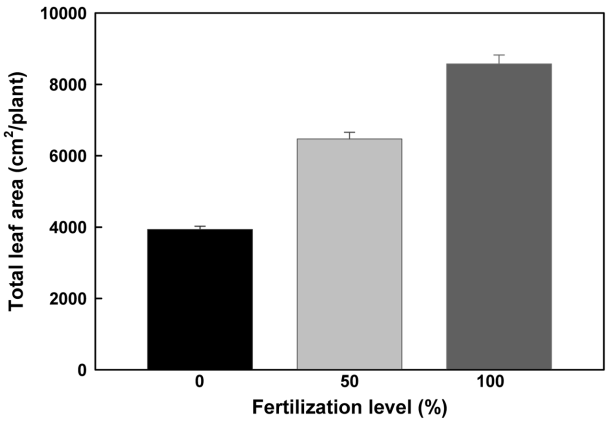

Fig. 2. Comparison of total leaf area in melon plant as influenced by different fertilization levels. Plants were grown under different fertilization levels with 0, 50 and 100% by soil testing. Bars represent standard error of the means.

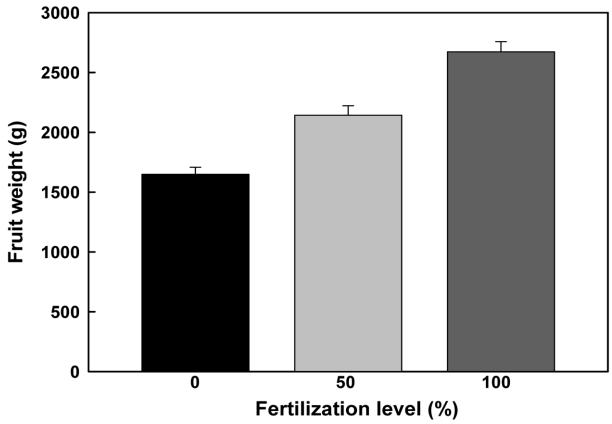

Fig. 3. Comparison of fruit weight in melon plant as influenced by different fertilization levels. Plants were grown under different fertilization levels with 0, 50 and 100% by soil testing. Bars represent standard error of the means.

50%와 100% 시비구간에는 차이가 없었지만, 무시비구의 초장은 50%와 100% 시비구에 비해 20cm 정도 적어 마디길이가 감소하는 경향을 보였다.

토양검정 추천 시비량에 따른 엽면적을 분석한 결과, 100% 시비구의 엽면적은 주당 8,572cm^{2}인데 비해 50% 시비구에서는 6,470cm^{2}으로 24.5% 감소하였고 무시비구의 엽면적은 주당 3,932cm^{2}으로 54.1% 감소하였다(Fig. 2).

또한 시비수준에 따른 과실의 무게 차이를 조사한 결과, 100% 시비구의 평균 과실 무게는 2670g인데 비해 50% 시비구는 2140g, 무시비구에서 1650g으로 시비량이 적을수록 과실무게도 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3). 토양검정 추천 시비량의 100% 시비구에 비해 50% 시비하였을때 19.9% 감소하였고 무시비구에서는 38.2% 감소하여 엽면적의 감소와 함께 과실의 무게도 감소하였다. 잎은 동화산물을 생산하는 중요한 공급부로 멜론 과실 무게와 당도는 엽면적의 영향으로 달라진다. 한 과당 엽면적이 증가할수록 과실의 크기가 커지고 당도가 높아지며(Han과 Park, 1993), 엽면적이 낮으면 개체당 동화산물의 생산량이 감소하여(Marcelis 등, 2004) 과실로의 동화산물 분배량이 적어 과실의 크기가 감소한다(Heuvelink, 1997). 본 실험의 결과에서도 토양검정 후 추천 시비량을 줄일수록 엽면적과 과실의 무게는 감소하는 경향을 보여 효율적인 시비에 따른 엽면적 확보의 중요성을 제시해 주었다. 그러나 100% 시비구의 평균 과실 무게는 2670g으로 네트멜론의 상품과 수준인 2000g 보다 무거운 경향을 보였다.

멜론 과실의 품질에 관여하는 주요 인자로는 과중, 과형, 과육의 당도, 향기, 경도, 과피의 네트발현상태 등에

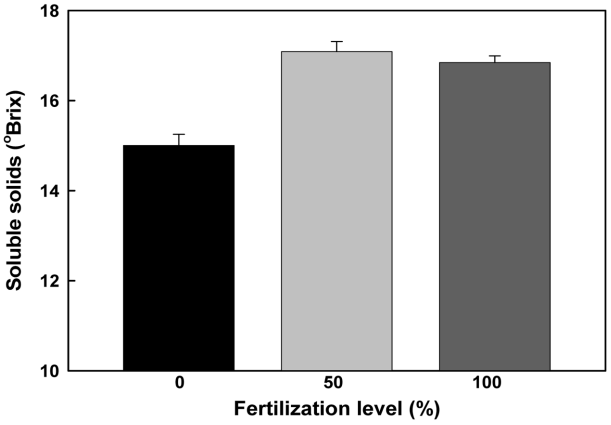

Fig. 4. Comparison of soluble solids in fruit as influenced by different fertilization levels. Plants were grown under different fertilization levels with 0, 50 and 100% by soil testing. Soluble solids was measured fruits at harvesting time (60 days after pollination). Bars represent standard error of the means.

따라 결정되며 그 중에서도 품질에 중요한 요소인 당도는 환경요인과 재배조건에 따라 달라진다. 토양검정 후 시비수준에 따른 가용성 고형물 함량을 분석한 결과, 100% 시비구에서 16.8°Brix였고 50% 시비구에서는 17.1°Brix, 무시비구에서 15.0°Brix였다. 추천 시비량의 100% 시비구 대비 50% 시비구에서는 0.3°Brix 높게 나타나 50% 시비구에서 1.8% 증가하는 경향을 보였지만 통계적 유의성은 없었다. 그러나 무처리구의 가용성 고형물 함량은 100% 시비구보다 1.8°Brix 낮게 나타나 10.7% 감소하였다(Fig. 4).

멜론 재배는 계절과 품종에 따라 당도 축적 효과가 달라지고, N의 증가가 과실의 당도 증가에 효과가 없으며 K의 농도가 높을 때 과실의 당도가 증가한다는 결과(Panagiotopoulos, 2001)가 있지만, 토양검정 후 시비시 추천 시비량의 50%를 시비하여 K의 시용농도를 낮추어도 과실의 가용성 고형물 함량에서는 100% 시비구와 차이가 없어 단경기 작물인 멜론 재배시에는 시비량을 조절할 필요성이 있음을 시사해 주었다. 멜론 과실에 축적되는 당은 감미에 가장 많은 영향을 미치는 가용성 당으로(Lingle과 Dunlap, 1987) 대부분 비 환원당인 자당과 환원당인 과당과 포도당으로 구성되어 있다. 멜론 품질을 결정하는 감미는 주로 자당의 함량에 따라 좌우되기 때문에(Currenc와 Larons, 1968; Pharr 등, 1977; Sin 등, 1989) 토양검정 후 시비수준에 따른 착과 후 시기별 자당 축적 양상을 조사하였다. 멜론 과실의 자당 함량은 착과 후 40일이 이후부터 증가하기 시작하여 수확기인 60일째의 자당 함량은 100% 시비구에서는 생체 1g당 46g이였고 50% 시비구에서는 56.7g, 무시비구에서는 39.9g으로 나타나 가용성 고형물 함량과 유사한 결과를 보였다(Fig. 5). 무시비에 비해 50%와 100% 시비구에서 높게 나타났으나 두 처리 구간에는 통계적 유의성이 없어 토양검정 후 추천 시비량의 50%만 시비하여도 당도가 높은 멜론을 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

적 요

토양검정 후 시비수준이 멜론의 생육과 품질에 미치는 영향을 분석한 결과, 추천 시비량을 줄이면 엽면적과 과실 무게는 크게 감소하는 경향을 보였다. 엽면적은 추천 시비량의 100% 시비구에 비해 0%와 50% 시비구에서 각각 54.1%와 24.5% 감소하였다. 과실무게는 추천 시비량의 100% 시비구에서 2670g인데 비해 0과 50% 시비구에서 각각 1650g과 2140g으로 38.2%와 19.9% 감소

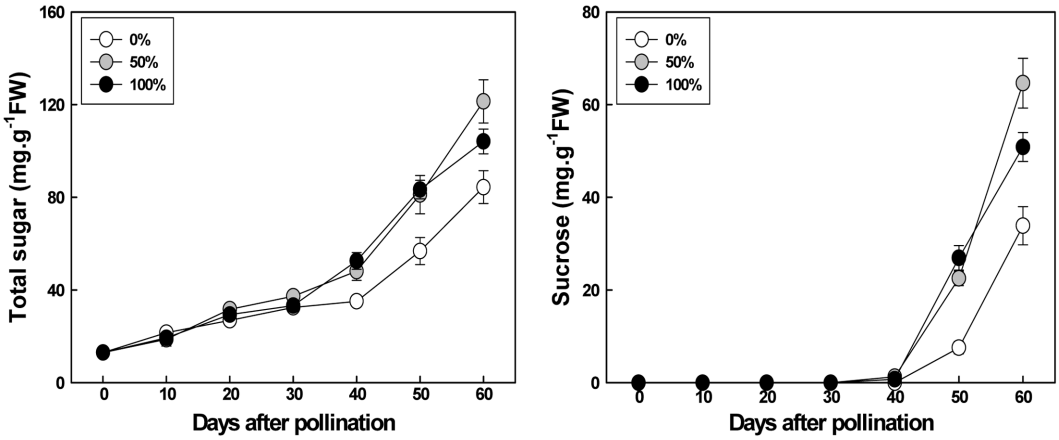

Fig. 5. Changes in total sugar and sucrose content during development of fruit as influenced by different fertilization levels. Plants were grown under different fertilization levels with 0, 50 and 100% by soil testing. Content of total sugar and sucrose was measured fruits at harvesting time (60 days after pollination). Bar represent standard error of the means.

하였다. 그러나 가용성 고형물과 자당 함량은 100% 시비구에 비해 50% 시비구에서는 각각 1.8%와 23.3% 증가하였다. 따라서 멜론 재배시 토양검정 후 추천 시비량의 50%만 시비하여도 엽수, 초장 및 엽면적 등의 생육과 평균과중에 감소가 없어 당도가 높은 멜론을 생산할 수 있을 뿐만 아니라 시비량을 줄임으로써 염류집적도 방지할 수 있을 것으로 판단되었다.

추가 주제어 : 시비, 수용성 고형물, 엽면적, 자당

Literature Cited

Bergstrom, L. 1987. Nitrite leaching and drainage from annual and perennial crops in tile-drained plots and lysimeters. J. Environ. Qual. 16:11-18.

Choi, Y.J. 2003. The report of experiment of Gyeongnam-do Agricultural Research and Extension Service. pp. 171-177.

Choi, J.M. and J.Y. Park. 2007. Growth, deficiency symptom and tissue nutrient contents of leaf perilla (*Perilla frutesens*) as influenced by nitrogen concentrations in the fertigation solution. J. Bio-Env. Con. 16:365-371.

Currence, T.M and R. Larons. 1968. Refractive index as an estimate of quality between and within muskmelon fruits. Plant Physiol. 16:611-620

Han, S.K. and K.W. Park. 1993. Effects of leaf number in upper stem of fruit stalk on the quality of melon (*Cucumis melo* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:199-206.

Heuvelink, E. 1997. Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato. J. Hort. Sci. 69:51-59.

Hong, S.D., B.G. Kang, and J.J. Kim. 1998. Optimum fertilization based on soil testing for chinese cabbage cultivation in plastic film houses. Korean J. Soil Sci. Fert. 31:16-24.

Hong, S.D. 1998. Fertilizer recommendation based on soil testing for tomato in plastic film house. Korean J. Soil Sci. Fert. 31:350-358.

Jones, J.B. 1985. Soil testing and plant analysis. Guides to the fertilization of horticultural crops. Hort. Rev. 7:1-68.

Jung, G.B., J.S. Lee, and B.Y. Kim. 1996. Survey on groundwater quality under plastic film house cultivation areas in southern part of Gyeonggi province. Korean J. Soil Sci. Fert. 29:389-395.

Jung, S.K., J.M. Choi, and Y.B. Lee. 2005. Growth and yield of strawberry (Fragaria × ananassa Duchesne) 'Nyoho' and salt accumulation in PE film house soil as affected by fertilization program. J. Bio-Env. Con. 14:38-45.

Kang, B.G., I.M. Jeong, K.B. Min, and J.J. Kim. 1996. Effect of salt accumulation on the germination and growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Korean J. Soil Sci. Fert. 31:9-15.

Kwak, H.K., Y.S. Song, B.Y. Yeon, W.K. Oh, and Y.S. Jung. 2001. Improvement of a nitrogen fertilizer recommendation model by introducing a concept of the Mitscherlich-Baule-Spillman equation. Korean J. Soil Sci. Fert. 34:311-315.

Lee, S.T., Y.B. Kim, Y.H. Lee, and S.D. Lee. 2006. Effect of fertigation concentration on yield of tomoto and salts accumulation in soils with different EC level under PE film house. Korean J. Environ. Agric. 25:64-70.

Lim, J.H., I.B. Lee, and H.L. Kim. 2001. A criteria of nitrate concentration in soil solution and leaf petiole juice for fertigation of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under greenhouse cultivation. Korean J. Soil Sci. Fert. 34:316-325.

Lingle, S.E and J.R. Dunlap. 1987. Sucrose metabolism in netted muskmelon fruit during development. Plant physiol. 84:386-389.

Marcelis, L.F.M., E. Heuvelink, L.R. Baan Hofman-Eijer, J. Den Bakker, and L.B. Xue. 2004. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. J. Exp. Bot. 55:2261-2268.

Min, K.B., H.S. Cho, J.I. Lee, and Y.K. Nam. 1995. Effect of fermented pig manure-sawdust compost on the yield and mineral nutrition of tomato in the plastic film house. Korean J. Soil Sci. Fert. 28:88-94.

Panagiotopoulos, L. 2001. Effects of nitrogen fertigation on growth, yield, quality and leaf nutrient composition of melon (*Cucumis melo*. L). Acta. Hort. 563:115-122.

Pharr, D.M., H.N. Sox, E.L. Smart, and R.L. Lower. 1977. Identification and distribution soluble saccharides in pickling cucumber plants and their fate in fermentation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102:406-409.

Rhee, 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-Env. Con. 18:273-279.

Rhee, H.C., M.H. Cho, Y.C. Eom, J.M. Park, and J.H. Lee. 2008. Control of Irrigation Amount for Production of High Quality Fruit in Melon Fertigation Cultivation. J. Bio-Env. Con. 17:288-292.

Schmitt, M.A. and G.W. Randall. 1994. Developing a soil nitrogen test for improved recommendations for corn. J. Prod. Agric. 7:328-335.

Sin, G.Y., C.S. Jeong, Y.N. Song, and K.C. Yoo. 1989. Studies on the sugar accumulation in F1 hybrids oriental Melon (*Cucumis melo* L.). J. Kor. Hort. Sci. 30:257-261.

Wu, B.H., B. Quilot, M. Genard, J. Kervella, and S.H. Li. 2005. Changes in sugar and organic acid concentrations during fruit maturation in peaches, *P. davidiana* and hybrids as analyzed by principal component analysis Sci. Hort. 103: 429-439.

Yun, S.G. and S.H. Yoo. 1993. Behavior of NO_3-N in soil and groundwater quality. Korean J. Environ. Agric. 12:281-297.