

폐양액을 이용한 관비재배가 머스크 멜론과 오이의 생육에 미치는 영향

장성호¹ · 강호민² · 김일섭^{2*}

¹농촌진흥청 원예연구소 채소과, ²강원대학교 원예학과

Effect of Using Waste Nutrient Solution Fertilization on the Musk Melon and Cucumber Growth

Cheng Hao Zhang¹, Ho-Min Kang², and Il Seop Kim^{2*}

¹National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-706, Korea

²Department of Horticulture, Kangwon National University

Abstract. Waste nutrient solution(WNS) using non-recycled hydroponics for melon increased contents of NO₃-N and cations, such as, Ca, K, while anions except NO₃-N were decreased slightly as the musk melon plants grew. pH and EC of WNS were maintained 5.7~7.0, 2.0~2.2 dS·m⁻¹, respectively. The musk melon plants cultivated by fertigation using WNS showed longer plant height and root length, and higher chlorophyll content than that grown by hydroponics. The fruit weight of musk melon grown by fertigation using WNS were 417.1 g heavier than that cultivated by hydroponics and soluble solids contents of musk melon fruit cultivated by fertigation using WNS was 13.3°Brix, that was 1.4°Brix higher than that grown by hydroponics. While the growth of cucumber plants and size of cucumber fruits were not different between in fertigation using WNS and hydroponics, total yields and marketable fruit percentage showed more in fertigation using WNS than in hydroponics.

Key words : EC, non-recycled hydroponics, pH, total yields and marketable fruit percentage

*Corresponding author

서 언

국내 온실산업은 대부분 소규모로 운영되고 있어 자동화된 순환식 수경재배 방법을 도입하기 위한 막대한 시설비의 투자가 어려운 상황이고 또 환경오염 문제에 관해 인식이 부족하여 비순환형 수경재배가 주류를 이루고 있고(Seo, 1999; Kim 등, 2000), 고품 배지경 수경재배의 경우에 대부분 비순환식 재배로 1회 급액 후 나오는 20%의 폐양액이 그대로 방출되고 있어 자원의 낭비뿐만 아니라 토양이나 하천에 그대로 방출되고 있어 토양과 지하수의 오염원이 되고 있다(Benoit, 1992; Roh 등, 1997). Van Os(1994)와 Kim(2002)은 비순환식 수경재배시스템으로 토마토를 재배했을 경우 손실 비료량은 폐양액량을 20%로 했을 때 ha당 N 147, P 71, K 282, Ca 126, Mg 60kg 정도이며 비료흡수율은 토양재배시 30~50%, 비순환식 수경재배는

70~80%, 순환식 수경재배시스템에서는 90%이상이라고 했다. 그러므로 폐양액을 순환시킬 수 있는 자동화 시스템을 구축할 수 없을 경우 폐양액을 수집하고 적절한 이용방법을 모색할 필요가 있다.

관비재배는 관수와 시비를 동시에 실시함으로써 작물이 필요한 시기에 양수분을 적절하게 공급하는 재배 방법으로써 양분 유실에 의한 하천 오염을 줄일 수 있는 환경 친화형 농법으로 선진국에서는 보편화되게 응용되고 있다(Lee, 2001). 최근에는 토양재배에서 관비재배 방식으로 전환하려는 농가가 점차 늘고 있어 시대가 변천하면서 시설재배방식은 더욱 생력적이고 효율적인 형태로 발전하고 있다(Chung과 Kim, 2003). 이는 시설의 구조나 형태가 작물 생육에 적합한 환경을 제공하기 위하여 지속적으로 개선되어 왔고 또한, 토양재배시 초래되는 연작장애를 회피하기 위한 것이다. 수경재배시 폐양액의 유출을 최소화하여 비료 및

폐양액을 이용한 관비재배가 머스크 멜론과 오이의 생육에 미치는 영향

물의 손실과 환경오염을 줄이려는 필요성과 가능성이 제기되고 있으나 문제점도 적지 않다(Kimberly, 1992; Seo, 1999; Wilits와 Nelson, 1992; Chun 등, 2003). Kim 등(2000)은 수경재배 장미의 폐양액을 포인세티아에 시비한 결과 일반생육이 4중복비 시비구에 비하여 생육이 좋았다고 보고 하였다. 과채류의 폐양액의 무기염 성분이 수경재배 양액과 거의 유사하고 또한 EC와 pH도 과채류재배에 용이하며 폐양액량도 약 30% 되어 관비재배 재이용이 가능하다고 사료된다.

따라서 본 연구는 비순환식 폐양액을 재활용한 관비재배 가능성을 검토하기 위하여 오이와 멜론에서 수경재배와 비교하여 생육과 수량 및 품질에 미치는 영향을 구명하고자 실행하였다.

재료 및 방법

본 실험은 강원대학교 부속농장 비닐하우스에서 2002년 3월 15일부터 2002년 9월 18일까지 실행하였다. 실험에 사용한 멜론과 오이 묘는 호반육묘장에서 분양 받았는데 품종은 각각 중앙종묘(주) '슈퍼 VIP' 멜론과 흥농종묘(주) '은백침 다다기' 오이였다. 실험구는 두 작물 모두 수경재배와 토경재배로 재배방법을 달리하여 실시하였는데 수경재배는 아마자키 처방 멜론배양액을 사용하여 비순환식 수경재배방법으로 재배하였으며 관비재배는 멜론 비순환식 수경재배에 배출된 폐양액을 재활용하여 하루에 2회씩 1주당 0.5L 수준으로 관비 토경재배 하였다. 수경재배에서의 배지는 perlite를 사용하였다. 그리고 두 재배방법 모두 주간 간격이 50cm로 정식 하였다. 멜론에서는 과실을 10절 위에 착과시켰고, 23절에서 적심하였으며 오이는 8절부터 착과시켜서 21절에서 적심하였다. 정식 후 온도는 야간에는 17°C 이상으로 유지시켰으며, 주간에는 환기하여 최고온도를 33°C 이하로 유지하였다.

생육조사는 엽장, 엽폭, 엽수, 엽록소, 근장, 지상부와 지하부의 생체중 및 건물물 등 일반생육과 과실품질인 과중, 과장, 과경, 과육두께, 과실당도, 과실경도를 측정하였다. 과실당도는 Abbe 굴절계(ATAGO, NI, Japan)로 가용성 고형물질 함량을 측정하여 °Brix로 표시하였으며 과실경도는 multi hardness meter(KMH-51, Japan)로 측정하였다. 당 분석은 3개의 과실을 내중부부를 10g씩 채취하여 착즙후 3000rpm으로

10분간 원심분리하여 상등액을 0.45 μ m membrane filter로 여과후 10 μ l씩 주입하여 high performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였다. 당 분석은 HPLC(MODEL:RID-10A, Shimadzu, Japan)의 RI detector, column은 shim-pack SCR-101N(7.9mm Φ ×30cm)로 환원당 및 비환원당을 분석하였다.

결과 및 고찰

멜론 폐양액을 분석한 결과 질산태 질소(NO₃-N), Ca 및 K 등 양이온 함량은 증가하였고 암모니아태 질소(NH₄-N), P 및 S는 감소하는 경향을 보였는데 특히 NH₄-N의 감소가 많았다. 이러한 결과는 멜론의 질소 흡수 특성에 의한 것으로 보이는데, Ikeda 등(1981)의 보고에 의하면 멜론은 NH₄를 NO₃보다 선호하는 식물로 분류되었다.

Adams와 Massey(1984)는 N과 K의 흡수가 일반적으로 수분흡수와 광강도와 높은 유의성이 있다고 하였는데 본 실험의 경우 정식후 일기가 좋아 광강도가 높아서 수분흡수가 많았던 것이 N, K의 흡수에 영향을 주었던 것으로 생각된다.

생육시기별 멜론 수경재배에서는 각 원소들 함량의 변화는 일정한 경향이 없었으며 대부분 원소들이 3주 후에 비슷한 수준을 유지하였다.

멜론 생육단계별 폐양액의 pH 변화는 6.5에서 시작하여 초기 3주까지는 다소 증가하여 이후 계속적으로 감소하여 8주째에는 5.6수준까지 감소하였다(Fig. 1). 4주째부터 pH가 감소한 것은 표 1의 폐양액내 이온농도에서 보듯이 6주 이후 모든 음이온의 흡수량은 줄어

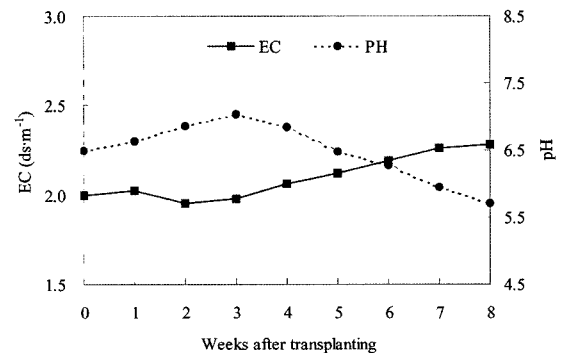


Fig. 1. Changes of EC and pH in hydroponics culture of musk melon.

든 것에 반해 $\text{NH}_4\text{-N}$ 과 Mg 와 같은 양이온의 흡수가 크게 많아진 것이 원인이라 생각된다. 즉 양이온의 흡수가 많아지면서 뿌리 외부에 높아진 H^+ 이온의 영향으로 보인다(Park과 Kim, 1998).

폐양액의 EC는 생육초기에는 $2.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서을 유지하다가 이후 다소 증가하여 8주째에는 $2.2\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 수준으로 큰 변화는 적었다(Fig. 1). 4주 이후 EC의 함량이 다소 증가한 것은 이 시기가 고온기와 맞물려 메론의 수분흡수가 양분흡수보다 많아졌기 때문이라 생

각된다.

수경재배와 폐양액을 이용한 관비재배시 멜론과 오이의 일반생육을 조사하였는데 멜론에서 초장은 관비재배가 수경재배보다 약 6.6cm 정도 컸으며 오이에서는 차이가 없었다. 그리고 두 작물 모두 엽장, 엽폭 및 엽수는 재배방법에 의한 차이가 나타나지 않았다(Table 1).

엽장과 엽폭의 증가변화를 보면 멜론에서 폐양액 관비처리구가 잎 전개 15일 후부터 증가율이 높아져서

Table 1. Changes of mineral concentrations of waste nutrient solution (WNS) in the hydroponics of musk melon.

Treatment ^z	Mineral concentrations ($\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$)							
	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	Ca	$\text{PO}_4\text{-P}$	Mg	$\text{SO}_4\text{-S}$	K	
Yamasaki ^z	13.0	1.3	7.0	4.0	3.0	3.0	6.0	
WNS	3 weeks ^y	13.5	0.6	6.8	3.5	3.3	2.3	6.3
	6 weeks	14.3	0.3	7.5	3.8	2.7	2.5	6.1
	9 weeks	14.9	0.3	7.8	3.7	2.5	2.4	6.5

^zYamasaki: Nutrient solution of Yamasaki for melon.

^yTiming of mineral analysis of deposited solution after planting of each plants.

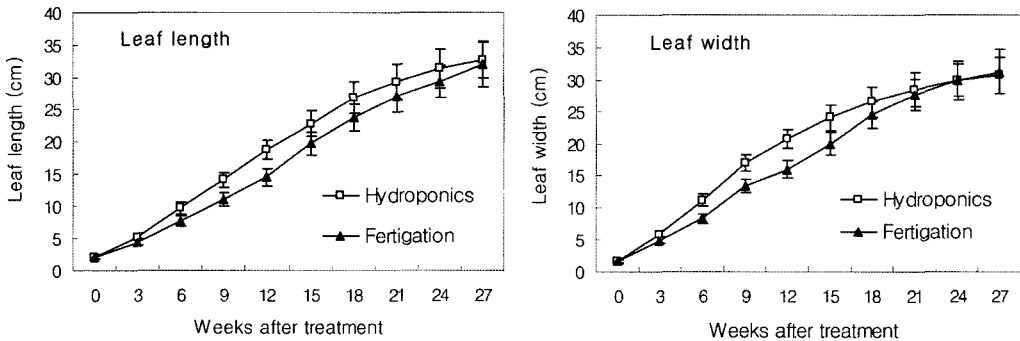


Fig. 2. Change of leaf length and leaf width of musk melon grown by hydroponics and fertigation methods. Hydroponics: Hydroponics culture; Fertigation: Fertigation culture.

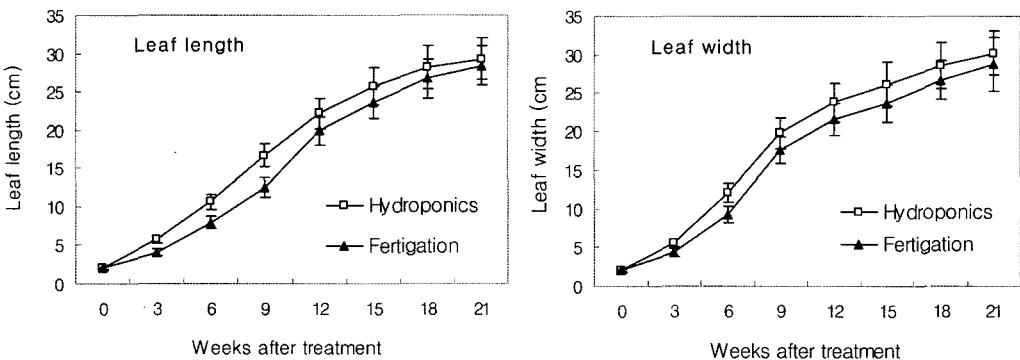


Fig. 3. Change of leaf length and leaf width of cucumber grown by hydroponics and fertigation methods. Hydroponics: Hydroponics culture; Fertigation: Fertigation culture.

폐양액을 이용한 관비재배가 머스크 멜론과 오이의 생육에 미치는 영향

30일째에 수경재배 처리구와 같은 수준이었으며 오이에서는 잎 전개가 12일째부터 증가율이 역시 비슷한 수준을 유지하였다(Fig. 2, Fig. 3). 근장은 초장과 비슷한 경향을 보였는데 관비재배 처리구가 수경재배 처리구에 비해 약 3.1cm 길었다. 전체적으로 멜론의 일 반생육은 폐양액을 이용한 관비재배가 수경재배에 비 하여 초장, 근장 그리고 엽록소함량이 증가하였으며 또 한 유의성 있는 차이를 보였다(Table 2).

멜론 과실의 생육은 관비재배가 수경재배에 보다 우 수하였는데 과중은 417.1g, 과장과 과경이 각각 8mm, 17mm 증가하였으며 과육의 두께 또한 5mm 더 두꺼 워다. 이는 표 3에서 나타난 멜론 식물의 초장과 근장 엽록소함량 등의 차이에 의한 것으로 생각된다. 그러나, 경도는 관비재배한 과실에서 더 낮았는데, 무의 경도도 토양수분함량이 많아 크기가 커진 무가 크기가 작은 무 보다 낮았다고 보고된 바 있다(Park and Fritz, 1982).

°Brix 당도는 관비재배가 13.3°Brix로 1.4°Brix 증가 하였으며 유기산 함량은 차이가 없어서 당산비율이 폐 양액을 이용한 관비재배에서 높게 나타났었다(Fig. 4). 이상과 같이 멜론의 경우 전체적인 과실품질은 관비재 배가 수경재배에 비해 우수하게 나타났었다.

이에 반해 오이에서는 관비재배와 수경재배에 의한 과장, 과경 및 과수 등은 차이는 나타나지 않았다. 그 러나 총수량이 수경재배에 비해 다소 많았으며 상품과

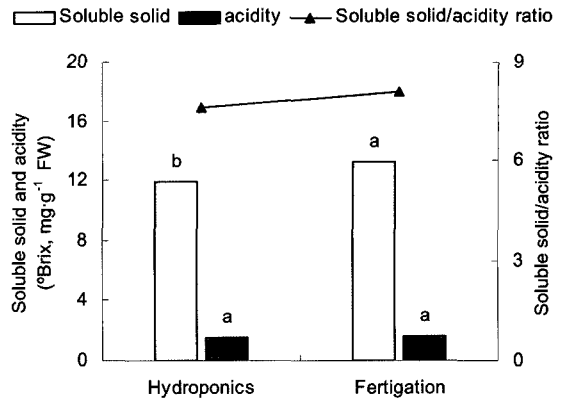


Fig. 4. Effect of cultural methods; hydroponics and fertiga- tion on the soluble solid and acidity of musk melon.

율은 관비재배에서 수경재배에 비해 약 2.1% 높게 나 타났었다(Table 4).

오이에서 잎 생체중은 관비재배에서 높게 나타났으 며 줄기와 뿌리 생체중은 재배방법에 의한 차이를 보 이지 않았다(Fig. 5). 또한 잎과 지하부 건물중은 관비 재배가 수경재배에 비해 높게 나타났으나 줄기의 건물 중은 차이가 없었다.

멜론 과실 당조성 함량을 조사한 결과 Fig. 6과 같 다. Total sugar함량은 폐양액 관비재배에서 4.41g/100g FW로 수경재배에 비해 높았으며, glucose와 fructose 에서도 수경재배에 비해 각각 0.29와 0.23g/100g FW

Table 2. Growth characteristics of musk melon and cucumber in hydroponic and fertigation using waste nutrient solution (WNS).

Crops	Treatment	Plant height (cm)	No. of leaf	Stem diameter (mm)	Root length (cm)	Leaf chlorophyll content (SPAD)
Muskmelon	Hydroponics ^y	215.8 b ^z	22.8 a	8.6 a	21.6 b	35.4 b
	Fertigation	221.4 a	22.3 a	8.8 a	24.7 a	37.3 a
Cucumber	Hydroponics	192.6 a	20.7 a	10.5 a	20.1 a	50.6 a
	Fertigation	189.1 a	20.4 a	9.8 a	20.7 a	49.3 a

^zMean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

^yHydroponics: Hydroponics culture.

Table 3. Fruit characteristics of musk melon grown by hydroponics and fertigation using waste nutrient solution (WNS).

Treatment	Fruit weight (g/plant)	Fruit length (mm)	Fruit diameter (mm)	Pulp thickness (mm)	Firmness (kg·mm ⁻²)
Hydroponics ^y	1,431.7 b ^z	151 b	139 b	39 b	12.9 a
Fertigation	1,849.0 a	159 a	156 a	44 a	12.4 b

^zMean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

^yHydroponics: Hydroponics culture.

Table 4. Fruit characteristics of cucumber grown by hydroponics and fertigation using waste nutrient solution (WNS).

Treatment	Fruit length (mm)	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g/plant)	Fruit yield (g/plant)	Marketable fruit (%)
Hydroponics ^y	23.2 a ^z	36.2 a	226.5 a	1,812.0 a	91.2
Fertigation	22.7 a	35.7 a	223.4 a	1,787.2 b	93.4

^zMean separation by duncan's multiple range test at 5% level.

^yHydroponics: Hydroponics culture.

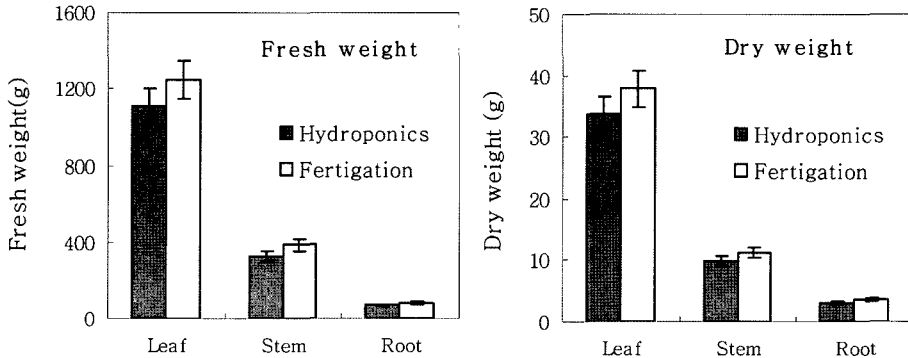


Fig. 5. Effect of cultural methods; hydroponics and fertigation on the fresh and dry weight of leaf, stem and root of cucumber.

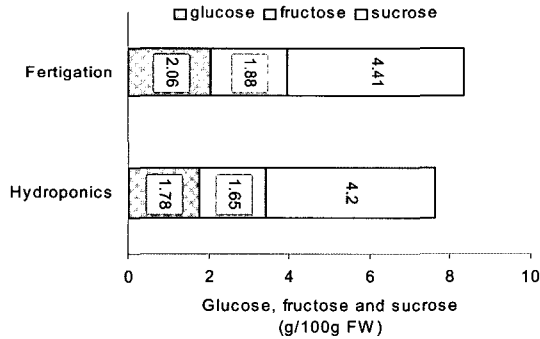


Fig. 6. Effect of cultural methods; hydroponics and fertigation on the glucose, fructose and sucrose of musk melon.

높게 나타나 전체적으로 당 함량이 폐양액 관비재배에서 일반수경재배에 비해 높게 나타났는데 이는 Choi 등(2001)이 멜론재배방법에서 토경재배가 수경재배에 비해 당도가 높았으며 과실의 품질도 우수하였다는 보고와 일치하다.

전체적으로 위의 결과로 볼 때 당도를 중요시 하는 멜론에서는 폐양액을 이용한 관비재배가 일반 수경재배에 비해 과실의 수량 및 품질이 우수하였으며, 오이에서도 수량과 품질이 차이가 나타나지 않아 폐양액을 이용한 관비재배가 가능하다고 판단된다.

적 요

생육시기별 멜론의 비순환식 수경재배 폐양액은 NO₃-N과 Ca 및 K 함량 등 양이온 함량이 높았고, 반대로 음이온은 약간 감소하는 경향을 보였다. pH는 5.7~7.0 사이를 유지하였고, EC는 멜론은 2.0~2.2 dS·m⁻¹ 사이를 유지하였다. 폐양액을 이용한 관비재배에서 멜론 식물의 초장, 근장, 그리고 엽록소 함량이 관비재배에서 증가하였다., 또한 과중도 417.1g 더 무거웠으며 과실의 °Brix당도는 관비재배가 13.3°Brix로 1.4°Brix 더 높았다. 오이에서는 오이식물의 생육에는 차이를 보이지 않았으며 과실의 크기도 유의성 있는 차이는 없었으나 관비재배가 수경재배에 비하여 총수량과 상품과율에서 우수하였다.

주제어 : 비순환식 수경재배, pH, EC, 총수량, 상품과율

사 사

본 연구는 2004년 강원대학교 학술연구조성비로 연구하였음.

인 용 문 헌

1. Adams, P. and P.M. Massey. 1984. Nutrient uptake by tomatoes from recirculating solution. I. p. 71-79. SOSOC Proceedings.
2. Benoit, F. 1992. Practical guide for simple soilless culture techniques. p. 33. European Vegetable R & D center, Belgium.
3. Choi, H.K., S.M. Park, and C.S. Jeong. 2001. Comparison of Quality Changes in Soil and Hydroponic Cultured Muskmelon Fruits. J. Kor. Soc. Hor. Sci. 42:264-270 (in Korean).
4. Chun, Y.T., K.C. Cho, W.S. Kim, and S.J. Chung. 2003. Effect of nutrient solution management by growth stages on the development of hydroponically grown cucumber plants. J. Kor. Soc. Hor. Sci. 44:17-22 (in Korean).
5. Chung, J.M. and J.K. Kim. 2003. Technical trend of fertigation in protected cucumber cultivation. Kor. Res. Soc. Protected Hort. 17:99-119 (in Korean).
6. Cui, Y.Y., E.J. Hahn, X.C. Piao, Y.B. Lee, and K.Y. Paek. 2002. Effect of nutrient solution strength on growth of *Doritaenopsis* 'Tinny Tender' in an Ebb & Flow system. J. Kor. Soc. Hor. Sci. 43:86-90.
7. Ikeda, H. and Osawa, T. 1981. Nitrate- and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50(2): 225-230 (in Japanese).
8. Kimberly, A.W. 1992. Growth of chrysanthemum at low, relatively steady nutrient levels in a commercial style substrate. HortScience. 27:877-880.
9. Kim, J.H., T.J. Kim, H.H. Kim, H.D. Lee, J.W. Lee, C.H. Lee, and K.Y. Paek. 2000. Growth and development of 'Gutbier v-10 amy' poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) as affected by application of waste nutrient solution. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 18(4): 518-522 (in Korean).
10. Kim, O.I, J.Y. Cho, and B.R. Jeong. 2000. Medium composition including particles of used rockwool and wood affects growth of plug seedlings of petunia 'Romeo'. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 18:33-38 (in Korean).
11. Kim, Y.C. and G.Y. Kim. 2002. Fertigation techniques done by fertilizers for hydroponics and reuse of waste solution. Kor. Res. Soc. Protected Hort. 15:20-26 (in Korean).
12. Lee, U.H. 2001. Fertigation of Chinese cabbage by mineral uptake in highland. Kor. Res. Soc. Protected Hort. 14:10-14 (in Korean).
13. Park, K.W. and D. Fritz. 1982. Study on the quality of radish (*raphanus sativus* L. var. niger (Mill.) S. Kerner) Part 1. Effect of soil moisture, seasons, harvesting period and fertilization on texture of radish. J. Kor. Soc. Hor. Sci. 23:188-193 (in Korean).
14. Park, K.W. and Y.S. Kim. 1998. Hydroponics in Horticulture. Academybook. Seoul. Korea (in Korean).
15. Park, M.H., M.Y. Shim, and Y.B. Lee. 1999. Effects of pH level and electrical conductivity on Growth, Nutrient absorption, transpiration and CO₂ assimilation of leaf lettuce in hydroponics. J. Bio-Env. Cont. 8:115-124 (in Korean).
16. Rho, M.Y., Y.B. Lee, H.S. Kim, K.B. Lee, and J.H. Bae. 1997. Development of nutrient solution suitable for closed system in substrate culture of cucumber. J. Bio-Env. Cont. 6:1-14 (in Korean).
17. Schrder. F.G, D. Schwarz, and R. Kuchenbuch. 1995. Input versus output of nitrogen and potassium in closed circulating systems. Acta Hort. 137-144.
18. Seo, B.S. 1999. Future prospects and countermeasures for hydroponics in 21C. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 17:796-802 (in Korean).
19. Van Os, E.A. and J.C.J. Kuiken. 1984. Mechanisation of lettuce growing in NFT. p. 489-492. ISOSC Proceeding.
20. Wilits, D.H. and P.V. Nelson. 1992. Modeling nutrient uptake in chrysanthemum as a function of growth rate. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:769-774.