Journal of Bio-Environment Control, 20(1):8-13, (2011)

피복재 종류에 따른 착색단고추 재배온실의 지하부 환경 관리와 생육 및 생산성과의 관계 분석

김호철[1] · 박수민[1] · 이정현[2] · 강종구[3] · 배종향[1]*
[1]원광대학교 원예 · 애완동식물학부, [2]전남대학교 식물생명공학과, [3]순천대학교 원예학과

Analysis of Relationship between Underground Part Environment Control and Growth and Yield of Sweet Pepper in Greenhouses as Affected by Covering Materials

Ho Cheol Kim[1], Su Min Park[1], Jeong-Hyun Lee[2], Jong-Goo Kang[3], and Jong Hyang Bae[1]*
[1]Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea
[2]Department of Horticulture & Plant biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea
[3]Department of Horticulture, Sunchon National University, Sunchon 540-742, Korea

Abstract. This research was carried out to investigate relationship between underground part environment control and growth or yield of sweet pepper in greenhouse as affected by covering materials. Daily amount of applied nutrient solution for research period in the greenhouse of plasticfilm house was more 1.6 times than that in glass house. But daily absorptance rate of nutrient solution and specific electrical conductance of rockwool between two greenhouses were not different in the range of 71.3~73.3% and 4.17~4.23 dS · m^{-1}, respectively. Leaf area of sweet pepper, in leaf growth characteristics in two greenhouses, were 123.0 cm^2/leaf (in glass house) and 119.5 cm^2/leaf (in plasticfilm house), but the another (fresh and dry weight, dry matter) were not different. But weekly yield per square meter in glass house was more 1.3 times than that in plasticfilm house as 850 g · m^{-2} and 650 g · m^{-2}, respectively. Effect of slab EC and absorptance rate of nutrient solution on leaf growth characteristics and yield between two greenhouses were not different. The results show when sweet pepper is cultured in greenhouse as affected by covering materials and above ground part environment, the plant growth and yield are little affected by underground part environment.

Key words : covering materials, greenhouses, growth, underground part environment, yield

서 론

국내 착색단고추는 재배 기술의 향상으로 고품질 과실 생산이 가능해짐에 따라 일본을 중심으로 수출 시장이 확대되면서 국내 주요 수출 원예 작물로서 농업 생산에 큰 역할을 하고 있다(KATI, 2009). 또한 농가 소득으로서 그 가치가 급격하게 높아지면서 재배 면적이 증가하고 있는 추세이며, 생산성 증대를 위한 연구들이 활발하게 이루어지고 있다. 착색단고추 재배 시 온실 내 광, 온도 및 습도 관리 수준에 따라 생육 및 수량의 차이를 나타낸다(Heuvelink 등, 2004; Heuvelink와 Challa, 1989; Marcelis 등, 2004). 특히 광은 작물의 온실 재배에 있어 가장 제한적인 요인으로 작용하며, 착색단고추는 광도와 온도의 상호 효과에 따라 수확주기 진폭이 매우 심한 품목으로 알려져 있다(Heuvelink 등, 2004; Marcelis 등, 2004). 기존 연구에서 우리나라의 외부 광량은 온실 내 작물 재배에 있어서는 제한적이지 않으나(Myoung, 2007), 플라스틱필름온실에서는 유리온실에 비해 투광률이 낮아 생산성이 차이를 나타낸다(Jeong 등, 2008; Kwon와 Chun, 1999). 지하부 요인 중 배양액은 배지 환경에 직접적으로 영향을 주기 때문에 양액의 조성 및 농도가 재배의 성패를 좌우한다(Chung 등, 1994). 특히, 배양액의 EC는

*Corresponding author: bae@wku.ac.kr
Received January 4, 2011; Revised January 7, 2011; Accepted January 18, 2011

작물의 양·수분 흡수에 영향을 미쳐 생육과 수량에 큰 영향을 준다(Akira 등, 1981; Chi 등, 1998; Kang 등, 1995). 공급 배양액의 EC가 작물의 요구도에 비해 지나치게 높으면 잎의 수분, 과실 크기, 그리고 과실로의 동화산물 분배량이 감소하고(Tadesse와 Nichols, 2003), 줄기로의 건물분배율이 증가함에 따라 잎의 면적 및 건물 생산량이 저하된다(Abdel-Mawgoud 등, 2005).

따라서 본 연구는 피복재 종류에 다른 착색단고추 재배 온실의 근권부 환경 관리와 생육 및 생산성과의 관계를 분석하여 착색단고추 재배 온실의 근권부 환경 실태를 파악하고자 실시하였다.

재료 및 방법

조사 온실은 광 환경이 동일한 지역에서 피복재 종류가 다른 온실을 대상으로 착색단고추 생육 및 생산량에 대한 지하부 환경요인의 영향력을 알아보고자 수행하였다. 두 재배 온실의 재배 품종은 빨간색 품종인 'Special(Red, Deruiter, NL)'이었고, 재식 밀도는 각각 3.65plants · m^{-2}과 3.59plants · m^{-2}으로 유사하였고, 정식 시기는 두 온실 간 15일 차이를 나타내고 있었다. 배양액은 두 온실 모두 Grodan BV(Denmark)의 착색단고추 표준 배양액을 EC 2.5~3.0dS · m^{-1}, pH 5.5~6.0으로 조제하여 공급하고 있었으며, 복합환경관리시스템은 Priva Integro 724 computer(Priva, NL)를 사용하고 있었다.

지하부 환경을 분석하기 위해 복합환경관리시스템에 누적되어 있는 환경요인을 수집하였다. 수집된 자료 중 정식 후 16주에서 27주까지의 배양액 공급량 및 배액량, 그리고 이에 따른 배양액 흡수율, 배지의 pH와 EC 자료를 추출하였다. 근권부 환경에 따른 잎의 생육조사는 동일 기간 내 식물체의 정단부로부터 아래로 6마디 째에 위치한 잎을 3반복으로 채취하여 면적, 생체중, 건물중, 그리고 건물률을 조사하였다. 잎의 생육에 대한 근권부 환경 요인의 영향력을 비교하고자 누적값을 이용한 선형 회귀식으로 나타내었다.

결과 및 고찰

정식 후 16~27주까지 배양액 공급량 및 흡수율을 분석하였다(Fig. 1). 유리온실에서는 주간 일평균 3,483L · m^{-2}, 플라스틱필름온실에서는 5,404L · m^{-2}로 플라스틱필름온실에서 1.6배나 많았다. 배양액 흡수율은 유리온실에서 73.3%로 플라스틱필름온실의 71.3%보다 다소 높아 배양액 공급이 플라스틱필름온실에서 많은 것으로 나타났는데 이러한 원인은 피복재 종류에 따른 온실 내 지상부의 온도 및 습도 관리의 효율성 차이에서 오는 것으로 생각된다. 그리고 플라스틱필름온실에서는 주간 일평균 공급량의 변화 및 이에 따른 배양액 흡수율의 변화가 심하였으나 유리온실에서는 그 흡수율이 거의 일정하였다. 배양액 공급 후 배지내 EC는 유리온실에서 4.17dS · m^{-1}, 플라스틱필름온실에서는 4.23dS · m^{-1}이었고 pH는 각각 6.5와 6.1이었다. 배양액의 흡수율은 내부 온도, 광, 배지 EC 및 pH의 영향을 받는 것으로 알려져 있는데 두 온실의 관리

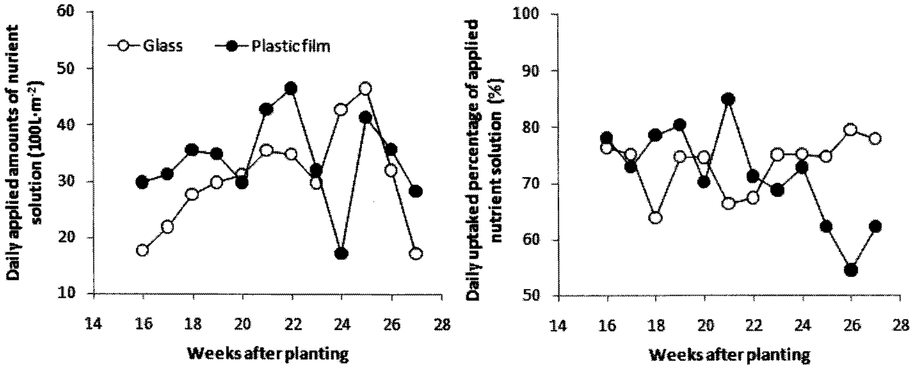

Fig. 1. Weekly change of daily amounts of applied nutrient solution and the uptaken percentage from 16th week to 27th week after planting of sweet pepper in glass and plasticfilm house.

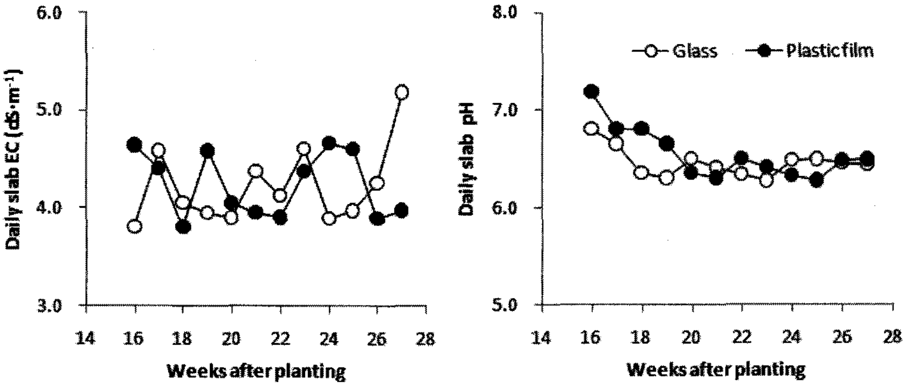

Fig. 2. Weekly change of pH and EC of rockwool substrates from 16th week to 27th week after planting of sweet pepper in glass and plasticfilm house.

Table 1. Growth characteristics of leaf on the 6th node from stem-end and yield from 16th week to 27th week after planting of sweet pepper in glass and plasticfilm house.

	Growth characteristics of leaf								Yield ($g \cdot m^{-2}$/week)	
	Area (cm^2)		Fresh weight (g)		Dry weight (g)		Dry matter (%)			
	Glass	Plastic	Glass	Plastic	Glass	Plastic	Glass	Plastic	Glass	Plastic
Mean	123.0	119.5	4.4	4.5	0.60	0.61	13.5	13.6	850	650
SD[z]	8.62	13.91	0.28	0.60	0.05	0.08	0.79	0.86	250	380
CV[y] (%)	7.0	11.7	6.5	13.4	9.0	13.1	5.9	6.4	29.0	57.9

[z]Standard deviation (n = 12).
[y]Coefficient of variation.

온도나 공급 배양액의 EC 및 pH가 큰 차이를 나타내지 않은 것을 고려하면 피복재 및 투광량 차이에 의한 지상부 온도 및 배지의 표면 온도 차이가 영향을 주었을 것으로 생각된다.

정식 후 16~27주까지 정단부로부터 6번째 마디 잎의 주간 생육 정도를 조사하였다(Table 1). 잎의 면적은 유리온실에서 평균 123.0cm²로 플라스틱필름온실의 119.5cm²보다 다소 넓었다. 그리고 편차는 유리온실에서 적게 나타나 평균적으로 잎의 생육이 균일했던 것으로 생각된다. 잎의 생체중, 건물중 및 건물률은 두 온실 간 유사한 수준이었다. 주간 생산량은 유리온실에서 850g · m⁻², 플라스틱필름온실에서는 650g · m⁻²으로 유리온실에서 30% 정도 많았다.

잎의 면적 및 건물률 변화를 살펴본 결과(Fig. 3), 잎의 면적은 조사 후기에 감소되는 경향이 플라스틱필름온실에서 유리온실보다 크게 나타났다. 이러한 경향은 두 온실의 피복재 간 투광률 차이와 더불어 흐린 날 플라스틱필름온실에서는 투광량이 착색단고추의 광합성에 다소 부족하여 잎의 면적 변화가 심하였을 것으로 생각된다. 잎의 건물률은 두 온실 모두에서 조사 후기로 갈수록 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 잎의 면적이 조사 후기에 감소하고 엽록소 함량이 크게 증가하지 않은 경향(자료미제시)을 고려하면 건물률 증가는 조사 시기가 지나면서 식물체의 전체 잎의 수가 증가하고 기존 잎의 면적 및 광합성 능력 증가가 새로 나온 잎이 전개할 시 도움을 주었기 때문으로 생각된다. 또한 이에 따라 단위면적당 생산성이 유리온실에서 높았던 것은(Table 1) 잎의 면적을 유지하면서 단위면적당 엽록소 함량이 높았던 것과 차이를 나타내지 않은 잎의 건물률을 고려하면(Fig. 4) 유리온실에서 플라스틱필름온실보다 과실로의 동화산물 분배율이 많았던 것으로 생각된다(Jeong 등, 2009).

정식 후 16~27주까지의 잎의 누적 생육량에 대한 배지 EC와 배양액 흡수율의 영향을 살펴보았다(Fig. 5, 6). 잎의 면적 및 건물률에 대해 배지 EC와 배양액 흡수율 차이의 영향력은 두 온실 간 차이를 나타

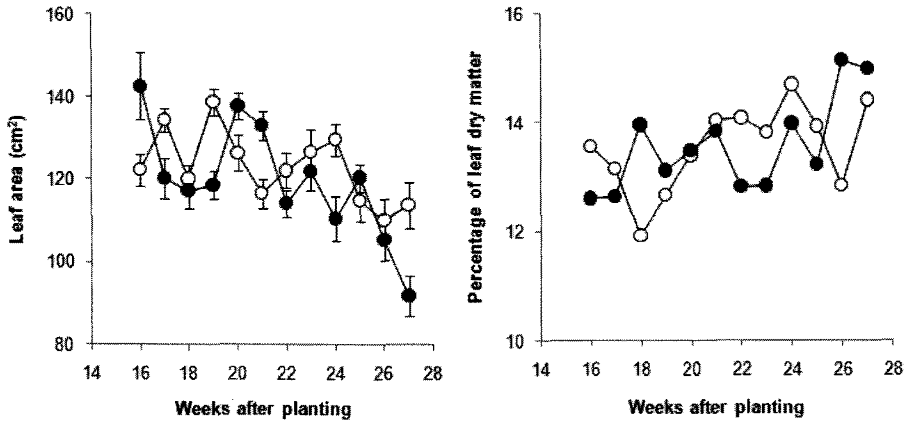

Fig. 3. Weekly change of leaf area and dry matter on the 6th node from stem-top from 16th week to 27th week after planting of sweet pepper in glass and plasticfilm house. Bars represents Mean ± SD (n = 12).

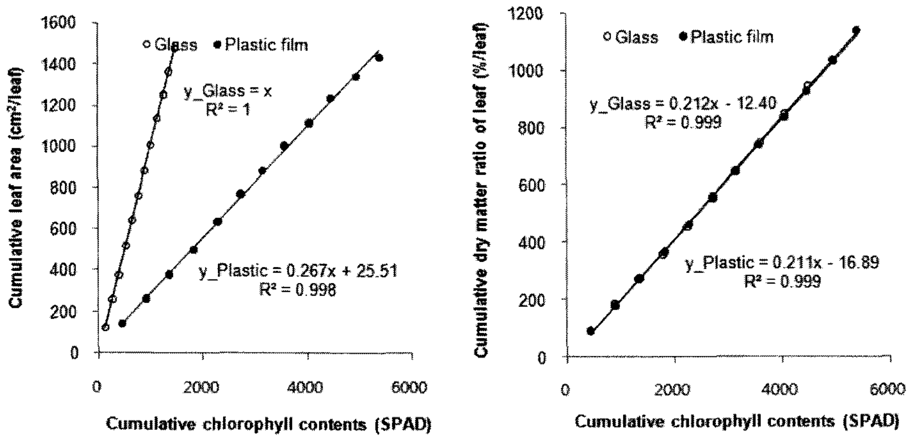

Fig. 4. Effects of chlorophyll contents (SPAD) on leaf area and dry matter from 16th week to 27th week after planting of sweet pepper in glass and plasticfilm house.

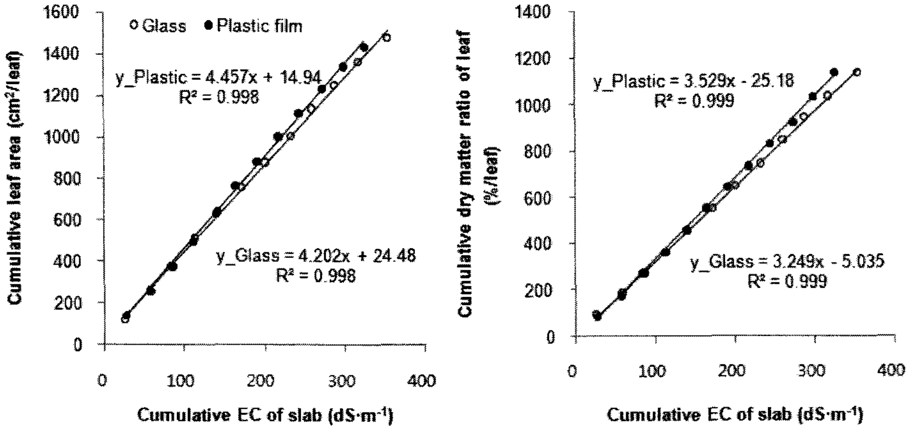

Fig. 5. Effects of slab EC on leaf area and dry matter from 16th week to 27th week after planting of sweet pepper in glass and plasticfilm house.

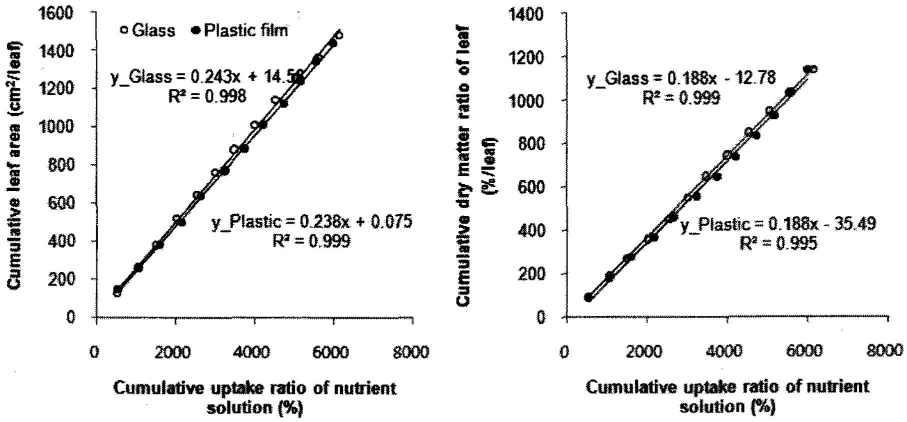

Fig. 6. Effects of uptake ratio of nutrient solution on leaf area and dry matter from 16th week to 27th week after planting of sweet pepper in glass and plasticfilm house.

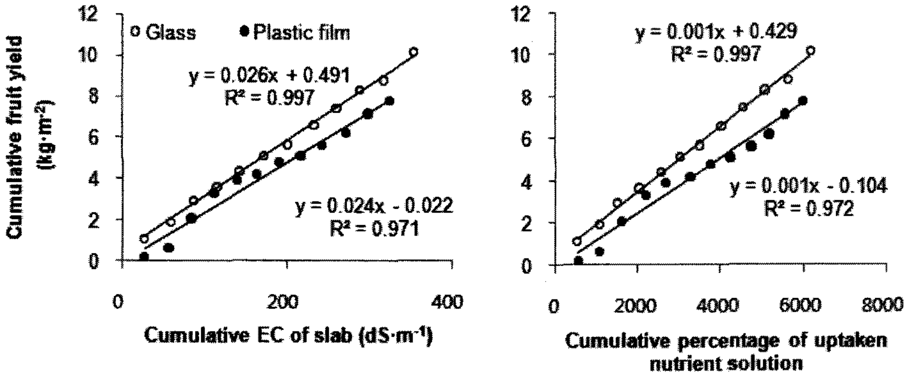

Fig. 7. Effects of slab EC and uptake percentage of nutrient solution on fruit yield from 16th week to 27th week after planting of sweet pepper in glass and plasticfilm house.

내지 않았다. 이는 피복재 종류에 관계없이 지하부 환경 수준을 거의 동일하게 관리하는 것과 동시에 두 온실 간 잎의 면적과 건물률이 큰 차이를 나타내지 않았기 때문으로 생각된다(Table 1). 일반적으로 작물의 수분 스트레스 증가는 생장 및 광합성률을 감소시키는 것으로 알려져 있다(van Hoorna 등, 1993).

정식 후 16~27주까지의 누적 생산량에 대한 배지 EC와 배양액 흡수율의 영향을 살펴보았다(Fig. 7). 배지 EC와 배양액 흡수율 증가 시 생산량 증가가 유리온실에서 다소 높았으나 큰 차이를 나타내지 않았다. 따라서 두 온실 내에서 착색단고추 생육 및 생산량에는 지하부 환경 요인보다는 지상부 환경요인이 크게 작용한 것으로 생각된다. 기존연구에서도 착색단고추 재배에서는 광이 작물 생산에 가장 제한적인 요인으로 작용하며, 광과 더불어 온도에 의해 착과수, 수확주기 진폭이 매우 심한 품종으로 알려져 있다(Heuvelink 등, 2004; Marcelis 등, 2004).

적 요

본 연구는 피복재 종류에 따른 착색단고추의 생육 및 생산성에 대한 지하부 환경 요인의 영향 정도를 알아보았다. 조사 기간 동안 배양액 공급량은 플라스틱 필름온실에서는 5,404L · m^{-2}로 유리온실의 3,483L · m^{-2}보다 1.6배나 많았다. 그러나 배양액 흡수율은 두 온실에서 71.3~73.3%로 유사한 수준이었다. 배지 EC도 4.17~4.23dS · m^{-1} 수준으로 큰 차이를 나타내지 않았다. 정단부에서 아래로 6번째 잎의 면적은 유리온

실에서 평균 123.0cm^2/leaf로 플라스틱필름온실의 119.5cm^2/leaf보다 다소 넓었다. 그러나 잎의 생체중, 건물중 및 건물률은 두 온실 간 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 주간 생산량은 유리온실에서 850g·m^{-2}로 플라스틱필름온실의 650g·m^{-2}보다 1.3배정도로 많았다. 하지만 조사 기간 동안 잎의 면적 및 건물률, 그리고 생산량 모두에 대한 배지 EC와 배양액 흡수율 차이에서 오는 영향은 두 온실 간 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 따라서 피복재 및 지상부 환경이 다른 온실에서 착색단고추 수경재배 시 생육 및 생산성 차이에 대한 지하부 요인의 영향은 거의 없는 것으로 판단된다.

주제어 : 생산량, 생육, 온실, 지하부 환경, 피복재

사 사

본 논문은 2010년도 원광대학교 교비 지원에 의해 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Abdel-Mawgoud, A.M.R., Y.N. Sassine, M. Bohme, A.F. Abou-Hadid, and S.O. Ei-Abd. 2005. Sweet pepper biomass production and partitioning as affected by different shoot and root-zone conditions. Intl. J. Bot. 1(2):151-157.
2. Akira. I., M. Masui, A. Nakaya, and H. Shigeoka. 1981. Effect of concentration of nutrient solution on the growth and keeping quality of chrysanthemums. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 50:86-91.
3. Chi, S.H., K.B. Ann, S.W. Park, and J.I. Chang. 1998. Effect of ionic strength of nutrient solution on the growth and fruit yield in hydroponically strawberry plants. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:166-169.
4. Chung, S.J., J.Y. Cho, B.S. Lee, and B.S. Seo. 1994. Effect of ionic strength of nutrient solution on the growth and yield of cucumber plant grown by Deep Flow Technique (DFT). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 35:289-293.
5. Heuvilink, E. and H. Challa. 1989. Dynamic optimization of artficial lighting in house. Acta Hort. 260:401-402.
6. Heuvelink, E., L.F.M. Marcelis, and O. Korner. 2004. How to reduce yield fluctuations in sweet pepper. Acta. Hort. 633:349-355.
7. Jeong, E.M, W.T. Kim, S.R. Kim, and S.H. Yun. 2008. The state and urgent problem of sweet pepper in Korea. Korea Rural Economy Institute, Seoul, Korea (in Korean).
8. Jeong, W.J., J.H. Lee, H.C. Kim, and J.H. Bae. 2009. Dry matter production, distribution and yield of sweet pepper grown under glasshouse and plastic greenhouse in Korea. J. Bio-Environ. Control 18:258-265.
9. Kang, J.G., B.S. Seo, and S.J. Chung. 1995. Effect of nutrient concentration on growth and development of aeroponically grown chrysanthemum. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:83-89.
10. Korea Agricultural Trade Information (KATI). 2009. The state of sweet pepper industry in Korea. Kor. Agro-Fisheries Trade Corporation, Seoul, Korea.
11. Kwon, Y.S. and H. Chun. 1999. Production of chili pepper in different kinds of greenhouse in Korea. The Asian and Pacific Resion-Food and Fert. Techno. Ctr. Ext.-Bul. No. 478.
12. 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. Expt. Bot. 55: 2261-2268.
13. Myoung, D.J. 2007. Correlation between climatic factors and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in glasshouse. Ms.C Thesis. Chonnam Natl. Univ., Dept. Hort. Plant Bio-Technol (in Korean).
14. Tadesse, T. and M.A. Nichols. 2003. The Effect of conductivity on the yield and quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Acta Hort. 609: 197-199.
15. van Hoorna, J. W., N. Katerjib, A. Hamdyc, and M. Mastrorillid. 1993. Effect of saline water on soil salinity and on water stress, growth, and yield of wheat and potatoes. Agr. Water Mgt. 23:247-265.