

## 여름철 착색단고추 수경재배 시 공중습도 및 배지함수량이 생육 및 과실의 생리장애에 미치는 영향

이한철\* · 서태철 · 최경이 · 노미영 · 조명환  
국립특작원예과학원 시설원예시험장

### Effect of Air Humidity and Water Content of Medium on the Growth and Physiological Disorder of Paprika in Summer Hydroponics

Han Cheol Rhee\*, Tae Cheol Seo, Gyoeng Lee Choi, Mi Young Roh, and Myeung Whan Cho  
Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, RDA, Busan 618-800, Korea

**Abstract.** This study was carried out to investigate the effect of air humidity and water content of medium on the growth and physiological disorder of paprika in summer hydroponics. Treatments were composed of air humidity of control (over 90%) and dehumidification (low 90%) and water content of 80% and 50%. Time domain reflectometry (TDR) sensors and dehumidifier were used in a drip irrigation system and control system of air humidity, respectively. The early growth of paprika was not affected by air humidity but increased by high water content (80%) of medium. Mean fruit weight was reduced at high air humidity and low water content (50%) of medium, but the fruit number per plant and yield were increased at low air humidity. The incidence of brown fruit stem increased with increasing air humidity and water content of medium. Rate of blossom end rot increased in the low water content medium compared with the high water content medium. The nitrogen (N) was higher content in brown fruit stem than normal stem, but calcium (Ca) was lower.

**Key words :** blossom end rot, brown fruit stem, dehumidifier, TDR, yield

### 서 론

착색단고추는 채소작물 최고의 수출효자 품목이나 8~10월에는 생산량이 급감하여 연중 안정적인 생산 및 수출에 어려움을 겪고 있다. 일본에서도 여름에는 한국 산 물량이 부족하여 네덜란드에서 비싼 가격으로 수입하고 있는 실정이다. 안정적인 수출시장 확보를 위해서는 수량이 크게 영향을 미치는 품종과 작형개발이 필요하다(Aloni 등, 1996; An 등, 2005; Lee 등, 2001; Won 등, 2009). 특히 단경기인 고온기 안정 생산기술 개발이 요구됨으로 고랭지 뿐 만아니라 평지의 여름철 작형을 개발하여 겨울철 집중출하를 줄여야 할 것이다. 국내의 재배작형은 겨울재배와 여름재배로 크게 구분되어지며 여름재배 작형은 수확기간이 짧고 착과율이

저조하여 생산성이 겨울재배의 60~70%에 불과하다(Won 등, 2009). 특히 여름철 고온기에 장마가 지속될 때에는 광합성량이 부족하여 착과율이 급속히 저하된다(Aljibury와 May, 1970). 과실의 생산량은 광환경, 온도 및 습도환경에 따라 많은 차이를 보이나(Jeong 등, 2009), 여름철 생산량 감소의 주원인은 생육환경 온도가 지나치게 높아 과실이 달리지 않기 때문으로 30°C 이상의 고온에서는 개화에 지장을 주며 또한 개화가 되어도 낙화가 되어 과실로의 발육이 어렵다(Cho 등, 2009).

착색단고추의 국내 재배 품종은 주로 네덜란드에서 육성된 품종으로 종류가 다양하지 않고 여름철 고온 조건에서는 배꼽썩음과, 일소과, 과병무름증 등 생리장애 발생이 많이 발생하고 있다. 특히, 과병무름증은 배지 내의 양·수분조건 및 시설 내 환경 등에 따라 차이가 심하다(Lee 등, 2005; Yu 등, 2006). Yu 등(2006)은 착색단고추의 과병무름증은 시설 내 높은 야

\*Corresponding author: kjk0412@korea.kr  
Received October 18, 2010; Revised November 10, 2010;  
Accepted December 23, 2010

간습도와 관련이 있으며, 증상이 나타나기 시작하는 시기는 과비대가 종료되고 과실의 착색이 시작되는 시점이라고 보고된 바 있다. 또한 과실의 배꼽썩음과 발생은 배지의 높은 EC와 수분이 부족할 경우에 발생하는 것으로 알려져 있다(Saure, 2000).

따라서 본 연구에서는 착색단고추 재배가 여름철에 평지에서 가능한 지를 검토하고 시설 내 야간의 공중습도와 배지 함수량이 생육과 과실의 병무름증과 배꼽썩음과의 발생에 미치는 영향을 조사코자 하였다.

### 재료 및 방법

본 실험은 2007년부터 2008년까지 2년 동안 시설 원예시험장 유리온실에서 수행되었다. 착색단고추 품종은 ‘Special’(Enza Zaden, The Netherlands)과 ‘Cupra’(Enza Zaden, The Netherlands)로 파종은 3월 4일이었고, 정식은 4월 17일에 코이어 슬라브(7.5 × 15 × 100cm)로 하였다. 정식 시기는 파종 후 약 40~45일인 본엽 6~7매, 첫 화방이 생성될 때였으며 육묘는 착색단고추 양액육묘법에 준하였다. 배양액은 그로단 표준액을 사용하였고 정식 후 공급 양액의 EC는 2.0~2.3dS · m<sup>-1</sup>로 육묘기의 마지막 공급 EC보다 0.2dS · m<sup>-1</sup> 정도 높게 공급하였다. 착과후의 공급 EC는 3.0~3.2, pH 5.2~5.7 내외로 하였고 배지내 EC는 4.5 내외, pH는 6.0으로 목표치를 두고 관리하였다. 시설내 야간습도는 과실 착과기부터 수확종료 시까지 야간(18:00~익일 08:00)에 제습기를 설치하여 조절하였으며 처리내용은 상대습도(RH %)를 고습처리(90% 이상) 즉 관행과 제습처리를 한 저습(90% 이하) 처리구를 두었다. 배지 내 함수율(%)은 관행 80%와 소관수 50% 처리구를 두었으며 배지 내 수분은 TDR 센서(CoCo, 미래센서 Co, Ltd., Korea)를 데이터 로거(CR10x, campbell Co. Ltd., USA)에 연결하여 측정하고 제어하였다. 주요재배는 착색단고추 수경재배법에 준하였고 생육, 품질 및 과병무름증 발생률 등을 조사하였다.

과병무름증과와 정상과의 과실과 과병을 10개씩 3반 복으로 채취하여 80°C 건조기에서 32시간 건조하였다. 질소와 인산 분석은 시료 10g을 칭량하여 침출액으로 침출한 후 질소는 간이 증류법으로 분석하였으며, 그리고 인산은 Vanadate법으로 분해하여 비색계(UV/VIS spectrophotometer, Lambda 18, Perkin Elmer)를 이

용하여 측정하였다. 그리고 K, Ca 및 Mg는 tenery solution으로 분해한 후 원자흡광 분광광도계(atomic absorption spectrophotometer 3300, Perkin Elmer)로 분석하였다.

### 결과 및 고찰

Fig. 1은 시설 내 제습처리에 따른 야간의 공중습도의 변화를 경시적으로 나타낸 것이다. 시설 내 야간의 공중습도는 과실 착과기부터 수확종료 시까지 야간(18:00~익일 08:00)에 제습기를 설치하여 조절하였으며 상대습도 90% 이상 고습처리 즉 관행과 90% 이하의 제습 처리구를 두었다. 제습 처리구는 야간의 습도가 85% 내외를 유지하였으나 제습을 하지 않은 관행구는 90% 내외로 유지되었다. 시설내 습도가 초저녁에는 두 처리 모두 높았으나 새벽으로 갈수록 낮아지는 경향을 보였으며 주간에는 60~80%를 유지하였다.

Table 1은 시설 내 야간의 공중습도와 배지수분함량에 따른 착색단고추의 초기생육을 나타낸 것이다. 초장은 두 품종 모두 공중습도 처리간에는 차이가 없었으나 배지함수량에서는 유의적인 차이를 나타내어 배지함수량이 많은 80% 처리에서 50% 처리보다 길었다. 경장은 공중습도 및 배지함수량의 처리간에 차이가 없었으나 주경장은 초장과 같이 배지함수량에서 유의차를 보여 배지함수량이 많은 80% 처리구가 길었다. 엽장과 엽폭은 공중습도에서는 차이가 없었으나 배지함수량이 높은구가 낮은구보다 길고 넓었다.

일반적으로 착색단고추 재배에서 초기 착과기 적정 함수율이 65% 전후라는 것을(An, 2005) 미루어 볼 때 배지함수량 50% 처리에서 초장 및 주경장이 짧은

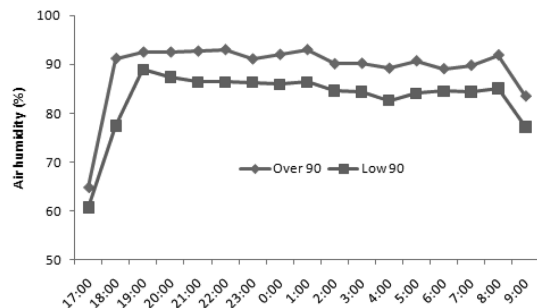


Fig. 1. Change of air humidity in the greenhouse as affected by dehumidification treatment.

여름철 착색단고추 수경재배 시 공중습도 및 배지함수량이 생육 및 과실의 생리장애에 미치는 영향

**Table 1.** Effect of air humidity and water content of medium on the growth of paprika in summer hydroponics.

Variety	Air humidity (%)	Water content (%)	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Main stem length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Special	Over 90	80	119.5 a <sup>z</sup>	1.85 a	33.6 a	27.6 a	16.4 a
		50	110.3 b	1.82 a	31.2 b	25.5 b	14.2 b
	Low 90	80	118.5 a	1.76 a	33.4 a	27.5 a	16.3 a
		50	112.3 b	1.77 a	31.2 b	25.4 b	14.3 b
Cupra	Over 90	80	119.4 a	1.83 a	33.8 a	27.1 a	16.7 a
		50	100.3 b	1.78 a	31.4 b	25.8 b	14.8 b
	Low 90	80	118.3 a	1.78 a	33.7 a	27.6 a	16.5 a
		50	112.5 b	1.83 a	31.6 b	25.7 b	14.3 b

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

**Table 2.** Effect of air humidity and water content of medium on the mean fruit weight, fruit weight and yield of paprika in summer hydroponics.

Variety	Air humidity (%)	Water content (%)	Mean fruit weight (g)	No of fruit per plant	Fruit weight (kg/pl.)	Yield (kg/10a)
Special	Over 90	80	164 b	14.3 b	2.3 b	8,922 c
		50	159 b	16.1 a	2.5 b	9,500 bc
	Low 90	80	179 a	17.4 a	2.8 ab	10,640 b
		50	161 b	17.1 a	3.1 a	11,780 a
Cupra	Over 90	80	148 b	16.2 b	2.4 b	9,090 c
		50	142 b	16.7 b	2.4 b	8,967 c
	Low 90	80	158 a	16.8 b	2.7 ab	10,260 b
		50	143 b	20.2 a	2.9 a	11,020 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

것은 양액공급량이 부족한 것에 기인된 것으로 판단된다. 엽장과 엽폭은 두 품종 모두 공중습도와는 상관없이 없었으나 배지수분 함량에서는 유의차를 보여 수분함량이 많은 80% 처리에서 컸다. 이러한 결과는 암면과 코이어 배지에서 배지수분함량 50%에서 가장 작았다는 An 등(2009)의 보고와 일치하였다. 근권의 흡수율이 낮고 양분농도의 상승으로 인한 양분흡수의 불균형과 식물체의 수분 스트레스에 의한 광합성 속도의 저하(Aljibury와 May, 1970)로 생육이 억제된 것으로 추측된다.

Table 2는 처리에 따른 착색단고추의 수량구성요소 및 수량을 나타낸 것이다. 과실의 무게는 공중습도가 낮고 배지수분함량이 많은 처리구에서 무거웠으며 스페셜 품종이 쿠프라 품종보다 무거웠다. 주당 착과수는 과실 중과 달리 공중습도가 낮고 배지함수량이 낮은 처리구에서 많았으며, 특히 쿠프라 품종에서 효과가 컸다.

낮은 배지함수량은 식물체의 생육을 억제하여 과실

이 작고 평균과중이 감소되는 결과(Hayata 등, 1998; An 등, 2009)를 보였으나 주당 착과수가 많았으며 그 결과 10a당 상품수량이 증가하였다. 특히 낮은 공중습

**Table 3.** Effect of air humidity and water content of medium on the disorder fruit occurrence of paprika in summer hydroponics.

Variety	Air humidity (%)	Water content (%)	Brown stem fruit (%)	BER (%)
Special	Over 90	80	10.4 a <sup>z</sup>	2.8 c
		50	9.9 a	4.0 b
	Low 90	80	8.6 b	3.1 bc
		50	7.8 b	7.8 a
Cupra	Over 90	80	14.5 a	0.7 b
		50	9.5 b	1.3 b
	Low 90	80	10.2 b	0.1 c
		50	6.0 c	4.5 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

**Table 4.** Mineral content of normal and disorder fruit of ‘Special’ and ‘Cupra’ variety in summer hydroponics.

Fruit	Fruit position <sup>z</sup>	T-N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Normal fruit stem	1	1.48 a <sup>y</sup>	0.84 a	3.39 a	0.12 a	0.22 a
	2	1.45 a	0.89 a	3.50 a	0.12 a	0.23 a
	3	1.43 a	0.87 a	3.23 a	0.15 a	0.22 a
	4	1.45 a	0.91 a	3.51 a	0.14 a	0.24 a
Brown fruit stem	1	1.42 a	0.90 a	3.48 a	0.14 a	0.23 a
	2	1.34 a	0.91 a	3.32 a	0.11 a	0.22 a
	3	1.49 a	0.88 a	3.57 a	0.11 a	0.23 a
	4	1.70 a	0.99 a	3.83 a	0.13 a	0.25 a

<sup>z</sup>Order of 1, 2, 3 and 4 means position from tip of fruit.<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

도와 낮은 배지함수량에서 주당 착과수가 많은 것은 과병무름증과가 적은 것(Table 3)에 기인된 것으로 판단된다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 낮은 배지 수분 함량은 작물의 생육의 억제로 과실중이 감소되며 낮은 공중습도는 과병무름증이 감소되는 것으로 판단되었다. 10a당 상품수량은 스페셜과 쿠프라 두 품종 모두 낮은 공중습도와 낮은 배지함수량에서 각각 11,780kg, 11,020kg으로 가장 많았다. 이는 평균과실중보다 주당 착과수가 많은 것에 기인된 것으로 추측된다.

Table 3은 시설내 야간의 공중습도와 배지수분함량에 따른 착색단고추의 생리장해과실의 발생율을 나타낸 것이다. 과병무름증은 스페셜 및 쿠프라 두 품종 모두 실내습도가 낮은 처리구 및 배지함수량이 적은 처리구에서 발생율이 감소하였다. 반면 스페셜 및 쿠프라 두 품종 모두 배꼽썩음과 발생율은 공중습도가 높고 배지내 수분함량이 많은 처리구에서 낮게 나타나 과병무름증 발생과 상반되는 양상을 보였다. 과병무름증이 착과기와 과실비대기에는 거의 발생하지 않고 착색기에 발생하고 야간의 상대습도가 겨울철에 많이 발생한다는 보고(Yu 등, 2006)와 일치하였으나 본 실험에서 여름철 장마기에 많이 발생하여 계절적인 차이는 있었다. 배꼽썩음과(BER) 발생은 고수준보다 저수준의

관수에서 많이 발생한다는 보고(Yu 등, 2006; Dorji와 Behboudian, 2003)와 일치하였다.

Table 4는 부위별 무기양분을 나타낸 것으로 질소, 칼륨, 칼슘 등 무기양분 함량은 정상과와 과병무름증 발생과와 차이가 없었으며 두 과실 모두 각 부위에서 무기양분 함량이 통계적으로 차이가 없었다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 과실내 무기양분의 함량과 과병무름증과는 상관관계가 없는 것으로 판단되었다. 반면 스페셜과 쿠프라 두 품종 모두 정상과에 비해 과병무름증 발생과의 과병에서 질소의 함량은 많고 칼슘의 함량이 적었다(Table 5). 과병무름증 발생과의 과병은 높은 상대습도로 뿌리의 근압 형성이 불리하여 칼슘 흡수가 억제되었고 그 결과 과병무름증 발생이 증가한 것으로 추측되었다. Taiz와 Zeiger(2002)의 착색단고추 재배시 낮은 상대습도는 근압 형성에 유리하다는 보고가 이를 뒷받침한다.

이러한 결과에서 여름철 착색단고추 재배가 겨울철 재배보다, 또한 고랭지 여름철 재배보다 수량성은 낮지만 평지에서라도 가능함을 보였다. 그리고 여름철재배시 생산성을 더 높이기 위해서는 재배기 등을 이용해서 야간의 공중습도를 낮추고, 배지 수분함량을 적게 관리하여 생산성을 저해하는 과병무름증과와 배꼽썩음과의 발

**Table 5.** Mineral content of normal and disorder fruit in ‘Special’ variety summer hydroponics.

Variety	Fruit stem	T-N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)
Special	Normal stem	1.70 b	0.35 a	0.36 a	0.10 a	8.08 a
	Brown stem	2.07 a	0.43 a	0.25 b	0.11 a	7.51 a
Cupra	Normal stem	1.81 b	0.34 a	0.34 a	0.09 a	7.97 a
	Brown stem	2.09 a	0.43 a	0.22 b	0.08 a	8.60 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

생을 억제하여야 한다. 그러나 배지함수량을 과도하게 낮추면 칼슘 등 무기양분의 흡수억제로 배꼽썩음과 발생이 증가할 수 있으므로 주의하여야 한다. 또한 착색단 고추 여름철 재배시 과병무름증과 배꼽썩음과의 발생을 줄이기 위해서는 과실 비대단계별 배지함수율과 EC 등에 대한 연구가 향후 이뤄져야 할 것으로 생각된다.

## 적 요

본 연구에서는 여름철에 착색단고추재배가 평지에서 가능한 지를 검토하고 시설 내 야간의 공중습도와 배지 함수량이 생육과 과실의 병무름증과 배꼽썩음과의 발생에 미치는 영향을 조사코자 하였다. 제습 처리구는 야간의 습도가 85% 내외를 유지하였으나 제습을 하지 않은 관행구는 90% 내외로 유지되었다. 초장, 주경장 등 초기생육은 공중습도처리에서는 차이가 없었으나 배지함수량에서 유의차를 보여 배지함수량이 많은 80% 처리구가 길었다. 과실의 무게는 공중습도가 낮고 배지수분함량이 많은 처리구에서 무거웠으며 스페셜 품종이 쿠프라 품종보다 무거웠다. 주당 착과수는 과실중과 달리 공중습도가 낮고 배지함수량이 낮은 처리구에서 많았으며 그 결과 10a당 상품수량이 증가하였다. 과병무름증은 스페셜 및 쿠프라 두 품종 모두 실내습도가 낮은 처리구 및 배지함수량이 적은 처리구에서 발생율이 감소하였다. 반면 스페셜 및 쿠프라 두 품종 모두 배꼽썩음과 발생율은 공중습도와 높고 배지내 수분함량이 많은 처리구에서 낮게 나타나 과병무름증 발생과 상반되는 양상을 보였다. 스페셜과 쿠프라 두 품종 모두 정상과에 비해 과병무름증 발생과의 과병에서 질소의 함량은 많고 칼슘의 함량이 적었다. 이러한 결과에서 여름철 착색단고추 여름철재배시 생산성을 더 높이기 위해서는 제습기 등을 이용해서 야간의 공중습도를 낮추고, 배지 수분함량을 적게 관리하는 것이 유리한 것으로 나타났다.

**주제어** : 과병무름증, 배꼽썩음증, 수량, 제습기, TDR 센서

## 인 용 문 헌

1. Aljibury, F.K. and D. May. 1970. Irrigation schedules

and production of processing tomatoes on the Sun Joaquin Valley Westside. Calif. Agr. 24(8):10-11.

2. Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, and A.A. Schaffer. 1996. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. Ann. Bot. 78:163-168.

3. An, C.G., Y.H. Hwang, G.M. Shon, C.S. Lim, J.L. Cho, and B.R. Jeong. 2009. Effect of irrigation amount in rockwool and cocopeat substrates on growth and fruiting of sweet pepper during fruiting period. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27(2):233-238.

4. An, C.G., Y.H. Hwang, H.S. Yoon, H.J. Hwang, C.W. Rho, G.W. Gong, and B.R. Jeong. 2005. Effect of first irrigation time after sunrise on fruit quality and yield of sweet peppers (*Capsicum annuum* 'Jubilee' and 'Romeca') in rockwool culture. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 23:146-152.

5. Cho, I.H., W.M. Lee, K.B. Kwan, Y.H. Woo, and K.H. Lee. 2009. Stable production technique of Paprika (*Capsicum annuum* L.) by hydrogen peroxide treatment at summer. J. Bio-Env. Con. 18(3):297-301.

6. Dorji, J. and M.H. Behboudian. 2003. Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial rootzone drying. Sci. Hort. 104:140-144.

7. Hayata, Y., T. Tabe, S. Kondo, and K. Inoue. 1998. The effects of water stress on the growth, sugar and nitrogen content of cherry tomato fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 65:759-766.

8. Jeong, W.S., 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-Env. Com. 18(3):258-265.

9. Kim, H.C., S.H. Cha, C.S. Kim, H.J. Lee, Y.B. Lee, and J.H. Bae. 2008. Optimum concentration of supply nutrient solution in hydroponics of sweet pepper using coir substrates. J. Bio-Env. Con. 17(3):210-214.

10. Lee, J.H., E.H. Lee, J.S. Im, S.Y. Ryu, and Y.R. Yong. 2007. Suitable training method under low plastic film greenhouse cultivation on sweet pepper (*Capsicum annuum* 'Special') in highland. Kor. J. Hort. Technol. 25:97-102 (in Korean).

11. Lee, J.H., E.H. Lee, J.S. Im, Y.S. Kwon, S.W. Jang, and Y.R. Yong. 2008. Productivity and fruit quality according to training methods and harvesting date on paprika during summer culture in highland. J. Bio-Env. Con. 17(3):204-209.

12. Lee, J.N., K.Y. Shin, J.O. Lee, U.H. Lee, and Y.S. Kwon. 2001. Selection of paprika varieties suitable for soil-culture under rain-shelter in highland. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:163-166.

13. Lee, J.P., J.H. Lee, D.J. Myung, S.D. Lee, and B. Hellemans. 2005. Glasshouse environments and paprika production technology. Sion Publication. pp. 117-120.

14. Saure, M.C. 2000. Blossom end rot of tomato - a calcium - or a stress-related disorder. *Sci. Hort.* 90:193-208.
15. Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. 3rd ed. p. 51. Sinauer Associates.
16. Taub, D.R., J.R. Seemann, and J.S. Coleman. 2000. Growth in elevated CO<sub>2</sub> protects photosynthesis against high-temperature damage. *Plant, Cell and Environment* 23, 649-656.
17. Won, J.H., B.C. Jeong, J.K. Kim, and S.J. Jeon. 2009. Selection of suitable cultivars for the hydroponics of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in the alpine area in summer. *J. Bio-Env. Con.* 18(4):425-430.
18. Yu, G., D.G. Choi, J.H. Bae, and S. Guak. 2006. Effects of substrate EC and water control on the incidence of brown fruit stem and blossom end rot in glasshouse sweet pepper. *J. Bio-Env. Con.* 15(2):167-172.
19. Yu, G., J. Kim, and S. Guak. 2006. Effect of cultivation time on the incidence of brown fruit stem of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Bio-Env. Con.* 15(2):162-166.