

## 재배시기가 착색단고추의 과병무름증 발생에 미치는 영향

유 근 · 김재철 · 곽성희\*  
전북대학교 생물자원과학부 원예학전공

### Effect of Cultivation Time on the Incidence of Brown Fruit Stem of Glasshouse Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.)

Geun Yu, Jaecheol Kim, and Sunghee Guak\*

Faculty of Biological Resources Science, Department of Horticulture,  
Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

**Abstract.** The objectives of this study were to determine the effect of cultivation time on the incidence of brown fruit stem (BFS) in glasshouse sweet pepper (cv. Special) and to investigate environmental causes of this disorder. The plants transplanted on 31 August (T1) showed more incidence of BFS than those on 24 November (T2) (6.1% vs. 2.9%;  $P < 0.01$ ). The BFS symptom began to appear after completion of fruit enlargement, more often around fruit coloring period. Comparing the environmental factors between T1 and T2, with their data collected for 3 weeks around fruit coloring period, the factor that was most likely responsible for BFS incidence was found to be the night-time humidity deficit (HD) ( $1.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  vs  $2.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  HD). These results were reconfirmed as T1 was compared to the plants (T3) that were transplanted at a similar time of the following year to T1, but designed to reduce BSF by increasing air HD via heating at night. That is, T3 had much higher night-time HD than T1 ( $5.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  vs.  $1.9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  HD), and showed no incidence of BFS. These results indicated that, to prevent BFS incidence in the winter-harvesting sweet pepper plants, air humidity at night should be controlled low, especially for the fruit coloring period after fruit enlargement period is completed.

**Key words :** daily integrated solar radiation, humidity deficit, root pressure

\*Corresponding author

## 서 언

착색단고추는 비타민 C가 풍부하고 비타민 A의 전구물질인 B카로틴과 철분 함량이 높아 영양학적인 가치가 높고, 매운맛이 없으며 달고 다채로운 색을 표현할 수 있어 요리용으로 다양하게 이용되고 있다. 최근 북유럽 및 미국, 일본 등 선진국에서 지속적으로 소비가 늘고 있으며 국내에서도 생산과 소비가 증가하고 있다. 2004년 조사에 의하면 국내에서 총 재배면적은 210ha로, 이 중 145ha는 동계작형이고 65ha는 하계작형이다(RDA, 2004).

최근 착색단고추 재배에서 과병무름증이 문제되고 있는데 이 증상의 정확한 발생기작은 구명되지 않았지만, 지금까지 알려진 바에 의하면 주지에 인접한 과병의 탈리층 주변의 세포가 파열되어 부패되는 증상으로

뿌리압 상승과 밀접한 관련이 있는 것 같다(Lee 등, 2005; RDA, 2004). 저자들의 관찰에 의하면 이 증상의 발생 정도는 재배농가에 따라서 차이가 크게 나타나며, 하계작형보다는 주로 동계작형에서 문제가 되었다. 동계작형에서도 주로 1그룹(first flush) 과실에서 발생되며 2그룹(second flush) 과실에서는 발생비율이 비교적 낮아 별 문제가 되지 않았다. 그리고 초기증상은 과실비대가 종료된 후 착색기부터 보이기 시작하다가 수확기에 접어들면서 과병은 물러지게 되어 상품가치는 감소되었다.

본 실험은 시설 착색단고추의 재배시기에 따른 과병무름증의 발생정도를 조사하고, 발생정도를 각 시기별 재배 환경요인과 연관시킴으로 과병무름증 발생에 미치는 환경적 원인을 구명하고자 실행하였다.

## 재료 및 방법

적색계인 'Special'(Enza Zaden Co., The Netherlands)을 2004년 7월 29일과 10월 10일에 벨지움 처방양액(EC 1.5dS·m<sup>-1</sup>, pH 5.5)으로 충분히 포수된 240공 암면플러그(Grodan Co., Denmark)에 파종하였다. 각 재배시기별 육묘관리, 이식 및 정식은 다음처럼 동일한 방법으로 실시하였다. 종자를 파종한 후 버미큐라이트로 복토하여 발아실(23±1°C, 습도 85% 이상)에서 발아시킨 뒤 발아된 파종관은 차광된(75%) 간이 수막 육묘장에 6일간 두어 완전히 출아시켰다. 출아 후 묘는 이를 간격으로 양액으로(EC 1.5dS·m<sup>-1</sup>, pH 5.5) 저면관수하였다. 플러그에서 본엽이 1~2매 정도 전개된 묘는 암면블럭(5×10×10cm, Grodan Co., Denmark)에 하베축을 180도 구부러 이식하였다. 이식 후 블럭의 무게가 150g 이하가 되면 PBG양액(EC 18~2.0dS·m<sup>-1</sup>, pH 5.2~5.5)으로 충분히 관수하였다. 큐브에서 30일간 육묘한 후(본엽이 10매 내외로 전개) 암면슬래브(7.5×15×100cm, Grodan Co., Denmark)를 양액(EC 3.0dS·m<sup>-1</sup>, pH 5.5)으로 충분히 포수시킨 뒤 슬래브 당 3주씩 33cm 간격으로 2열로 정식하였고, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 각 재배시기별 정식은 2004년 8월 31일(T1)과 11월 24일(T2)에 이뤄졌다.

정식 후 2~3일간은 EC 3.0dS·m<sup>-1</sup>, pH 5.2~5.5의 양액으로 하루에 5회씩(회당 100mL) 관수하였고, 4~7일째는 2~3회, 그 이후에는 1~2회 관수하였다. 관수는 Privia(Mixing 45t, The Netherlands) 양액기계를 사용하여 실시하였다. 배액률은 첫 번째 화방이 개화된 후에는 30% 정도로 유지하였다. 정식 후 초기 배지 함수율은 92~95%로 높았지만 이후 함수율은 약 3주에 걸쳐 점진적으로 낮춘 후 55~65%에서 관리하였다. 배지 함수율은 수분함량측정기(WCM-H, Grodan Co., Denmark)를 사용하여 12~14시 경에 4~5일 간격으로 측정하였다. 배지의 EC는 생장기에는 4.0dS·m<sup>-1</sup>로, 그리고 착과기와 착색기에는 4.5~5.0dS·m<sup>-1</sup> 범위에서 관리하였다.

Priva Computer(Integrow 718, The Netherlands)를 사용하여 일일누적광량(J·cm<sup>-2</sup>), 일일온도, 평균주간습도부족, 평균야간습도부족 등을 측정하였다. 습도부족(Humidity deficit or HD, g·cm<sup>-3</sup>)은 습도를 표시하

기 위한 것으로 그 수치가 클수록 공기의 상대습도는 더 낮음을 의미하였다. 난방은 21/18°C의 주/야간 온도를 목표로 하였다. 환기는 보통 주간온도 22°C 이상에서 실시하였는데, 광이 450W·m<sup>-2</sup> 이상일 경우에는 25°C에서 실시하였다. 야간에는 19°C 이상에서 환기를 하였다.

재배시기별 총착과수 및 과병무름증 발생 정도를 총 100주로부터 조사하였다. 과병무름증의 발생이 더 많이 예상되는 T1재배구(8월 31일 정식)는 익년 비슷한 시기에 정식된 재배구(T3)와 비교되었는데, T3에서는 야간 가온을 통해 야간습도를 낮추고 뿌리압 생성을 낮추므로 과병무름증 발생을 예방하기 위한 대조구였다. T3에서 난방온도와 환기온도는 동일하게 관리되었고, 실내의 HD가 3.5g·m<sup>-3</sup> 이하가 되면 35°C로 최소난방을, HD가 2.5g·m<sup>-3</sup> 이하가 되면 45°C로 최소난방을 하였다. 환기는 외부의 온도가 15°C 이상이 될 경우 최소환기를 실시하였는데, 실내의 HD가 3g·m<sup>-3</sup> 이하일 경우 leeward로 5%, windward로 3% 환기하여 제습하였다.

## 결과 및 고찰

T1(7월 29일 파종, 8월 31일 정식)과 T2(10월 10일 파종, 11월 24일 정식) 공히 정식 2주째에 3화방에 착과가 되었다. T1에서 수확은 착과 후 9~10주에, T2에서는 10~11주에 이루어졌다. 개화부터 수확까지 총 소요일수는 T1에서 60~70일로 T2의 68~77일보다 약 7~8일 정도 빨랐다.

100주당 착과된 총과실수는 T1이 T2보다 더 높았고(주당 4.7개 vs. 4.1개,  $P < 0.01$ ), 과병무름증은 T1이 T2에서보다 더 많이 발생하였다( $P < 0.01$ )(Table 1, Fig. 1).

시설내 재배 환경의 차이가 과병무름증의 발생 정도에 미치는 영향을 구명하기 위하여 다양한 환경요소의 변화를 측정하였다. Fig. 2는 생장기간 동안 일일누적광량의 변화를 보여주고 있다. 개화기 및 착과기간 동안 T1의 일일누적광량은 T2에 비해서 상당히 높았는데 착과 2주 후(10월 중순)에 가장 높았다가 감소하기 시작하여 착과 후 6주(수확기, 11월 하순)에는 800 J·cm<sup>-2</sup> 이하로 낮았다. T2의 누적광량은 착과기에는 800 J·cm<sup>-2</sup> 이하였다가 착과후 7주째(과실생장기)부터

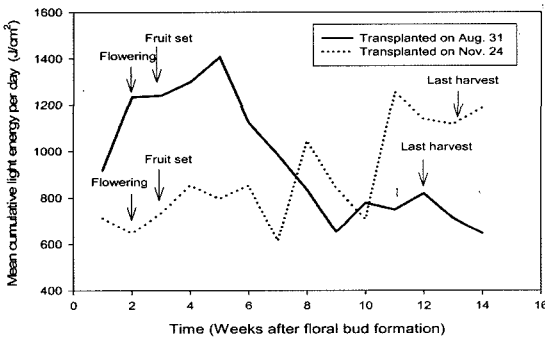
**Table 1.** Total number of fruits set on 100 sweet pepper plants and incidence rate of brown fruit stem, as a function of planting time.

| Sowing time | Planting time | Total fruits set on 100 plants | No. of fruits with brown stem |
|-------------|---------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Jul. 29     | Aug. 31       | 472                            | 29 (6.1%)                     |
| Oct. 10     | Nov. 24       | 414**                          | 12 (2.9%)**                   |

\*\*Significant at  $P \leq 0.01$ .



**Fig. 1.** A sweet pepper fruit with brown fruit stem (A), detached-surface at the symptom area (B), and longitudinal-section of the normal stem (C) and of the stem showing brown fruit stem (D).



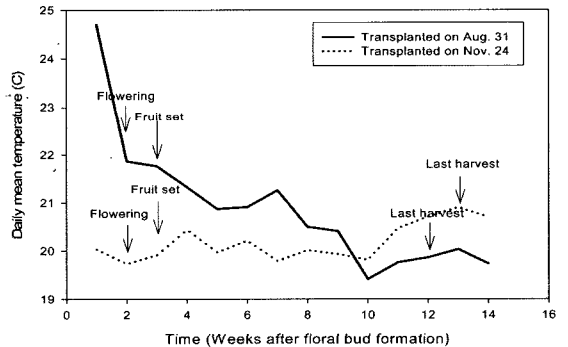
**Fig. 2.** Changes in daily integrated solar radiation in the greenhouse for growing sweet pepper plants transplanted on Aug. 31 (T1) or Nov. 24 (T2), 2004.

상당히 증가하기 시작하여 수확기에는  $1200\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ 에 도달하였다. 재배 전 과정을 통틀어 계산된 평균 일일 누적광량은 T1에서  $958\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ 로  $893\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ 의 T2보다 7%정도 더 높았다. T1에서 착과기 동안 더 높았던 광량이 T2에 비해서 착과를 증가시킨 것으로 보인다.

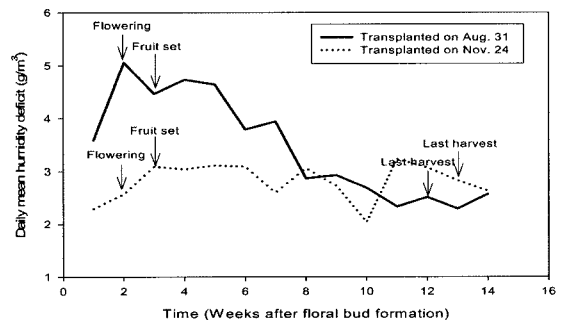
Rylski와 Spigelman(1986)은 착색단고추에 차광을 실시 할 경우 주 당 과실수가 감소한다고 보고하였다.

시설내 일일평균온도는 개화기나 착과기에 T1이 T2보다 높았으나 점차 감소하여 과실생장기부터(개화 8주 후)는  $20^{\circ}\text{C}$ 이하로 감소하여 오히려 T2보다 낮았다(Fig. 3). T2에서 일일평균온도는 과실생장기까지 약  $20^{\circ}\text{C}$ 에서 유지되다가 그 후부터 증가하여 T1보다 1정도 높게 유지되었다. 일일평균온도의 이러한 변화는 일일누적광량의 변화와(Fig. 2) 밀접한 관련이 있었다. 전 생육기간을 통틀어 일일평균온도는 T1에서  $20.9^{\circ}\text{C}$ 로 T2의  $20.2^{\circ}\text{C}$  보다 약간 더 높았다.

일일평균습도부족(DMHD; Daily mean humidity deficit,  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )은 T1에서 개화기에  $5\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 로 가장 높았다가 점차 감소하여 수확기에는  $2.5\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  이하로 낮게 유지되었는데(Fig. 4), 이는 개화기에 습도가 가장 높았고 수확기에는 가장 낮았음을 의미하였다. 반면에



**Fig. 3.** Changes in daily mean temperature in the greenhouse for growing sweet pepper plants transplanted on August 31 (T1) or November 24 (T2), 2004.



**Fig. 4.** Changes in daily mean humidity deficit in the greenhouse for growing sweet pepper plants transplanted on August 31 (T1) or November 24 (T2), 2004.

재배시기가 착색단고추의 과병무름증 발생에 미치는 영향

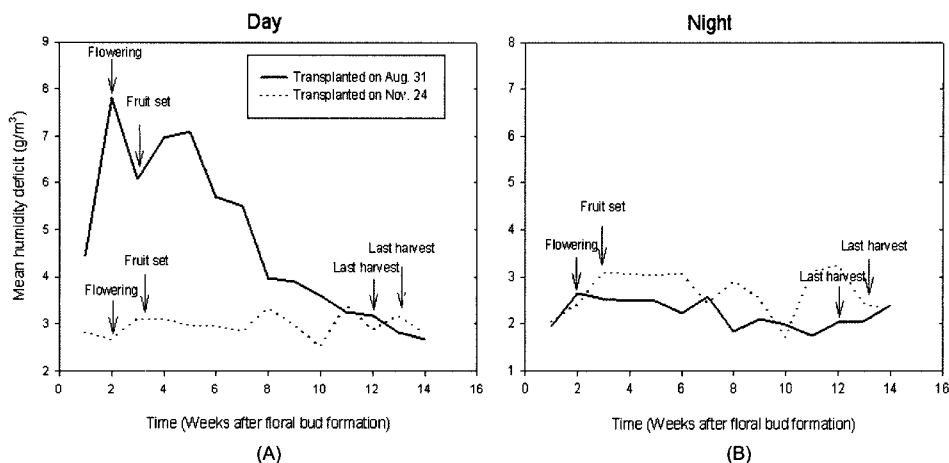


Fig. 5. Changes in mean humidity deficit during day (A) and night (B) in the glasshouse for growing sweet pepper plants transplanted on August 31 (T1) or November 24 (T2), 2004.

T2의 DMHD는 전 생육기간 동안 단지  $2\sim 3\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  범위에서 변화하였으나 수확기에는 T1보다 더 높아 수확기에는 T1의 실내 습도가 T2보다 더 높았음을 알 수 있었다. T1에서 DMHD의 변화는 일일평균온도의 변화(Fig. 3)와 관계가 있었다. 즉, 개화기나 착과기에는 T1에서 기온이 더 높아 상대습도가 감소했던 반면, 온도가 감소하는 수확기에는 상대습도가 상승하였기 때문이다.

Fig. 5는 생육기간 중 주간과 야간의 평균습도부족(MHD, mean humidity deficit)의 변화를 보여주고 있다. T1에서 주간 MHD는 개화기나 착과기에  $6\sim 7\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 로 높게 유지되다가 감소하기 시작하여 착색기 이후로 최저를 기록하여 T2와 비슷하게 유지되었다. 반면, T2의 주간 MHD는 전 생육기를 통해서 평균  $3\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 으로 변화가 적었다. 야간 MHD는 T1과 T2에서 주간 MHD에 비해서 낮게 유지되었는데( $2\sim 3\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ),

T1이 T2에서보다 더 낮았다. 그 이유는 T2에서 수확기에 외부 온도가 낮은 관계로 야간에 난방이 이루어져 습도가 낮아졌기 때문이었다.

과병무름증은 착과기와 과실생장기에는 거의 발생하지 않았고 착색기에 접어들면서 발생하였기 때문에(data not shown) 착색기 부근의 실내 환경변화의 차이가 과병무름증 발생에 영향을 미친 것으로 생각되어 두 재배시기의 착색기 동안의 실내 환경조건을 비교한 결과, T1의 재배조건이 식물의 뿌리압 형성에 더 유리하였음을 알 수 있었다. 즉, 동기간 T1에서 일일누적광량과 일일평균온도는 T2보다 더 낮았고 상대습도(특히, 야간)는 더 높았는데, 이러한 조건은 뿌리압 형성에 유리한 것으로 알려져 있다(Taiz와 Zeiger, 2002).

이러한 결과는 T1(2004년 8월 31일 정식) 재배구와 일년 뒤 정식시기가 동일한 T3(2005년 8월 31일 정식) 재배구와 비교했을 때 분명하게 나타났다. T3에서는 과

Table 2. Comparison of three cultivation times in terms of the percent incidence of brown fruit stem in glasshouse sweet pepper, in relation to changes in day and night humidity deficit, daily integrated solar radiation, and mean daily temperature measured for three weeks of fruit coloring period. T3 was designed to reduce the incidence of brown fruit stem by lowering air humidity, which was compared to T1.

| Time of transplanting | Day humidity deficit ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) | Night humidity deficit ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) | Daily integrated solar radiation ( $\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ ) | Mean daily temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Brown fruit stem (%) |
|-----------------------|---|---|--|---|----------------------|
| T1 (31 Aug., 2004)    | 3.1 b <sup>2</sup>                                    | 1.9 c   | 761 b  | 19.9 b  | 6.1 a                |
| T2 (24 Nov., 2004)    | 3.1 b   | 2.9 b   | 1169 a   | 20.7 a  | 2.9 b                |
| T3 (31 Aug., 2005)    | 3.9 a   | 5.9 a   | 714 b  | 19.6 b  | 0.0 c                |

<sup>2</sup>The same letters within a column mean no significant difference in means, separated by Duncan's multiple range test at  $P=0.05$ .

병무름증 발생을 예방하기 위해서 환기 및 가온을 실시하여 습도를 낮춘 것이 T1과 다른 점이었는데, T3에서 과병무름증은 전혀 발생하지 않았다(Table 2). 착색기 즈음 3주간의 실내 환경조건을 각 재배시기별로 조사했을 때 T3에서 평균일일누적광량은 T1보다 적었지만 일일평균온도는 T3 재배구에서 가온을 한 이유로 T1과 거의 비슷하였다(Table 2). 두 재배시기간 차이가 가장 두드러지게 관찰되는 환경요인은 야간습도로 T3이 T1에 비해서 상당히 낮게 유지되었음을 알 수 있어 과병무름증 발생은 착색기 즈음의 습도 특히, 야간 습도가 가장 큰 영향을 미침을 알 수 있었다. 그러므로 착색단고추의 과병무름증을 예방하기 위해서 과실 비대기가 종료되고 착색기에 접어들 시기에 뿌리압 발생을 경감할 수 있는 모든 조치들을 취하는 것은 중요하다 할 수 있다.

예방을 위한 재배관리법으로는 첫째, 과일의 비대가 종료될 즈음 초저녁의 습도를 낮춰준다. 초저녁 온도가 급격히 낮아지게 되면 HD가 급격히 낮아지므로 야간온도를 적절히 유지하여 HD를 유지한다(Lee 등, 2005). 둘째, 시설내 환경을 청결히 하여 fusarium에 의한 감염을 방지한다(personal communication with Bart Hellemans). 셋째, 배지의 흡수율을 낮추고 EC를 높여 주어 과병무름증을 예방한다. 특히, 하절기에 파종하여 동절기에 수확할 경우 착과를 유도하기 위해 배지의 EC를 상승시키고 착과가 이루어지면 배지의 EC를 낮추게 되는데 이때 물의 흡수량이 증가하여 뿌리압이 상승하고, 결국 새포가 파열되어 병원균이 침투하므로 과병무름증이 유발되는 것으로 알려져 있다(Lee 등, 2005). 하지만 왜 과병의 말단 부분 즉, 탈리층(Fig. 1)이 뿌리압에 민감한지에 대한 이유는 추후 연구를 통해서 밝혀져야 할 부분이다.

## 적 요

본 연구의 목적은 시설 착색단고추(cv. 적색계 Special)

의 동계작형에서 재배시기에 따른 과병무름증 발생정도를 조사하고 환경적 원인을 구명하기 위함이었다. 8월 31일(T1)에 정식한 재배구가 11월 24일(T2)에 정식한 재배구에 비해서 과병무름증이 더 많이 발생하였다(6.1% vs. 2.9%;  $P < 0.01$ ). 과병무름증상이 나타나기 시작하는 착색기 부근에서 측정된 재배환경 중에 두 재배구간 가장 두드러진 차이는 일일누적광량과 야간습도에 있었다. 착색기동안 T1에서 일일누적광량과 야간습도부족(Humidity Deficit, HD)은 T2보다 더 낮았는데, 이러한 환경조건은 T1에서 뿌리압의 상승에 더 유리한 조건이었다. 야간습도가 과병무름증의 발생에 미치는 영향을 재확인하기 위해서 익년에 T1재배구와 비슷한 시기에 정식한 재배구(T3)를 준비하였는데, T3에서는 뿌리압 생성을 억제하기 위해서 야간에 가온하였다. 결과적으로 T3에서 착색기동안 야간HD는 T1에 비해서 상당히 증가되었고( $5.9\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  vs  $1.9\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  HD) 과병무름증도 전혀 발생하지 않았다. 그러므로 착색단고추의 하계파종형(동계수확)에서 과병무름증의 발생을 예방하기 위해서는 과실비대기가 종료된 후부터 수확까지 야간에 가온을 실시하여 야간 습도를 낮춰줘야 할 필요가 있다.

**주제어** : 습도부족, 일일누적광량, 뿌리압

## 인 용 문 헌

1. Lee, J.P., J.H. Lee, D.J. Myung, S.D. Lee, and B. Hellemans. 2005. Glasshouse Environments and Paprika Production Technology. Sion Publication. p. 117-120.
2. RDA. 2004. GAP. Sweet Pepper. p. 170-210.
3. Rylski, I. and M. Spigelman. 1986. Effect of shading on plant development, yield and fruit quality of sweet pepper grown under conditions of high temperature and radiation. Sci. Hort. 29:31-35.
4. Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. 3rd ed. p. 51. Sinauer Associates.