

정식 후 주야간온도차에 따른 착색단고추의 초기 생육

김호철¹ · 구양규¹ · 이용범² · 이정현³ · 최준호⁴ · 배종향^{1*}

¹원광대학교 원예학과, ²서울시립대학교 환경원예학과, ³전남대학교 식물생명공학과, ⁴원광대학교 식품생명공학과

Early Growth of Sweet Pepper by Difference between Day and Night Temperature after Planting

Ho Cheol Kim¹, Yang-Gyu Ku¹, Yong Beom Lee², Jeong Hyun Lee³, Joon Ho Choi⁴, and Jong Hyang Bae^{1*}

¹Department of Horticultural Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Department of Environmental Horticulture, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

³Department of Horticulture & Plant Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

⁴Department of Food Science and Biotechnology, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

Abstract. This study was carried out to investigate the different DIF (day/night temperature differential) treatments on early growth of sweet pepper plants (*Capsicum annuum* L.) after planting. The DIF treatments were thus as follows. DIF levels are DIF -6 (20-26°C) and DIF 0 (23°C), DIF 3 (24.5-21.5°C) and DIF 6 (26-20°C). The DIF 3 and DIF 6 treatments significantly increased plant height of the sweet pepper plants during ten weeks after planting compared to DIF -6 and DIF 0. Leaf area per plant of DIF 3 treatment constantly increased and the level was greatest leaf area at ten weeks after planting. Fresh weight per plant treated with DIF -6 was lower and was reduced 74-77% range compared to other treatments. DIF 0 and DIF 3 treatments significantly affected dry weight and percentage of dry matter compared to DIF -6 and DIF 6. Especially DIF 6 treatment significantly decreased from eight weeks after planting. Percentage of dry matter of the leaf treated with DIF 0 and DIF 3 consistently increased from six weeks after planting, however, DIF -6 and DIF 6 treatments dramatically decreased from eight weeks after planting. High levels of DIF management cause growth retardant on early growth of sweet pepper plants, especially when night temperature is higher than day temperature, plants are indicated to be greater growth retardant.

Additional key words: *Capsicum annuum* L., dry matter partitioning rate, percentage of dry matter

서 언

국내 착색단고추는 수출 신선농산물 중 비중이 가장 높은 채소로 재배 면적이 지속적으로 증가하고 있다(MFAFF, 2011). 착색단고추의 생육은 다른 작물과 마찬가지로 광, 온도를 비롯한 환경 요인들의 영향을 크게 받는다. 특히, 시설 재배 작물에서는 온도가 식물체의 내외부 간 수증기압차에 관여하여 기공 개폐 및 광합성에 영향을 주어(Nilsen and Orcutt, 1996) 차후 과실 생산성 및 품질에 영향을 준다. 과거에는 작물 재배에 있어 주간과 야간의 온도를 별개로 간

주하였지만 최근에는 두 온도 요인 간 상관성이 있는 것으로 인정되어(Erwin et al., 1989) 많은 작물에서 주야간온도차(DIF)의 제어를 필수 환경 요인으로 다루고 있다. 착색단고추 재배에서 건물 생산량 및 엽면적을 확보하기 위해서는 영양생장기 동안 주간온도는 25-27°C, 야간온도는 18-20°C, 일평균온도는 20-22°C 정도로 관리해야 한다(Bakker and van Uffelen, 1988). 대부분의 연구에서 DIF는 작물의 절간장이나 초장에 영향을 주는 것으로 알려져 있는데, 작물 육묘 시 -DIF 조건에서는 생장이 억제되지만 정식 후 회복속도가 +DIF 조건에서 육묘된 묘보다 빠르다고 알려져 있다

*Corresponding author: bae@wku.ac.kr

※ Received 25 March 2013; Revised 15 April 2013; Accepted 19 April 2013. This study was supported by Technology Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea.

© 2013 Korean Society for Horticultural Science

(Grimstad and Frimanslund, 1993; Jensen, 1994; Lim et al., 1997abc). DIF 조건은 장미, 캄파놀라, 살비아, 칼랑코에와 같은 화훼 작물의 줄기 신장이나 화아분화 시기에 영향을 주며, 이산화탄소 및 생장조절물질 처리 시 그 효과에도 영향을 미친다(Jensen, 1994; Moe, 1990; Mortensen and Moe, 2004). 또한 피망, 오이, 토마토와 같은 과채류 작물에서는 육묘 시 초장, 절간장에 영향을 주는 것으로 보고되어 있다(Berghage et al., 1990; Grimstad and Frimanslund, 1993; Lim et al., 1997a, 1997b). 그러나 Langton and Cockshull (1997)은 토마토나 국화의 생육에는 DIF보다는 주간 및 야간 온도가 독립적으로 더 큰 영향을 준다고 하였다. 또한 Portree and Luczynski(2005)도 착색단고추의 재배 온도 15-25°C 범위에서는 일평균온도가 DIF보다 더 큰 영향을 주는 것으로 보고되어 있다.

이에 본 연구는 고부가가치 작물인 착색단고추를 대상으로 정식 후 초기 생육에 대한 주야간온도차(DIF)의 영향을 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 원광대학교 채소실습 포장에 있는 환경제어 챔버(chamber)에서 착색단고추 노란색 계통인 'Chelsea'(De ruiter, NL)를 대상으로 수행하였다(Fig. 1A). 착색단고추는 농가에서 본엽 7-8매인 묘로 대부분 첫 화방이 형성된 묘를 사용하였다. 본 챔버의 온도 및 습도(75 ± 5%)는 10분 간격으로 제어되도록 하였다. 광 공급은 30W 형광등을 지상부에서 2.0m 상부에 챔버 당 23개를 설치하였다. 30W 형광등 23개와 베드 설치 면적으로 계산하면 m²당 약 380W였다. 시험 베드는 간이용 베드(130cm × 28cm) 중 배액구가 가운데에 1개가 있고, 챔버당 6개를 2열로 배치하였다. 베드 위

에 암면 슬래브(120cm × 25cm)를 1개씩 설치하고 이식 전 암면 슬래브에 충분히 포수하였다. 포수 후 본엽이 7-8장이고 첫 화방이 형성된 착색단고추 묘를 슬래브당 3주씩 정식하였다(Fig. 1B). 정식 후 Grodan BV(Denmark)의 착색단고추 표준 배양액을 EC 2.5-3.0, pH 5.5-6.0으로 공급하였다.

주야간온도차(DIF)는 일평균 기온을 23°C로 하여 주간 온도와 야간 온도를 설정하였다. DIF는 -6(20-26°C), 0(23°C), 3(24.5-21.5°C) 및 6(26-20°C) 등 4수준으로 처리하였고(Table 1), 주간을 오전 6시부터 오후 7시까지, 야간을 오후 7시부터 다음날 6시까지로 설정하여 환경을 제어하였다.

주야간온도차에 따른 착색단고추 생육 특성은 정식 후 2주째부터 2주 간격으로 각 처리당 3주를 대상으로 초장, 마디수, 절간장, 엽면적, 엽록소 함량, 기관별 생체중 및 건물중 등을 조사하였다. 초장은 5m 줄자, 마디수는 육안으로 조사하였고, 절간장은 초장을 마디수로 나누어 계산하였다. 그리고 엽면적은 식물체의 전체 엽면적을 엽면적 측정기(LI-3100, LI-COR, USA)를 이용하여 측정하였고, 엽록소 함량은 줄기 정단부로부터 아래로 완전히 전개된 엽을 휴대용 엽록소측정기(SPAD-502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였다. 기관별 생체중 및 건물중은 식물체를 꽃 + 과실, 줄기 및 잎으로 분리하여 각각 생체중을 측정 후 80°C

Table 1. Difference between day and night temperatures (DIF) treated in this study.

DIF levels (A-B)	Temperature (°C)		Daily mean temperature (°C)
	Day (A)	Night (B)	
-6	20.0	26.0	23.0
0	23.0	23.0	23.0
3	24.5	21.5	23.0
6	26.0	20.0	23.0

Day, 06:00 to 19:00; night, 19:00 to 06:00.

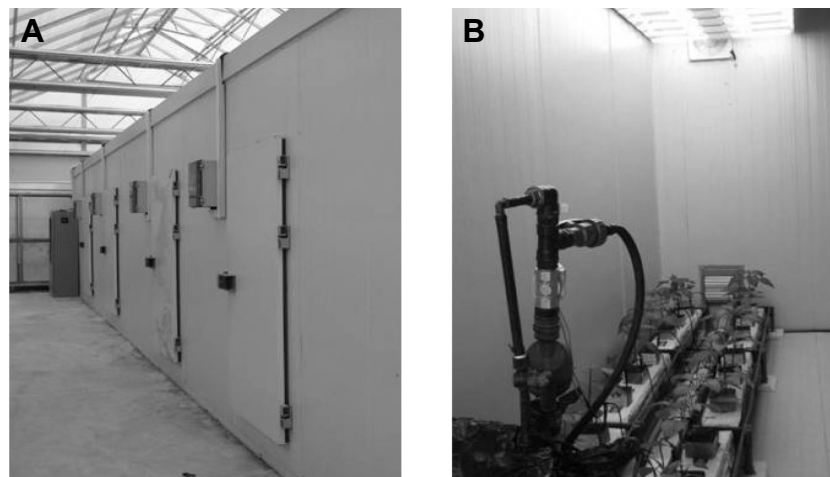


Fig. 1. Photos of outside (A) and inside (B) of chamber used in this study.

건조실에서 24시간 건조시켜 건물중을 측정하였다. 그리고 건물률은 건물중 / 생체중 × 100으로 하여 계산하였다. 그러나 꽃 + 과실은 시험 기간 동안 모든 처리에서 거의 발달하지 않아 본 내용에서는 제외하고 잎과 줄기의 측정 자료만 제시하였다. 통계검정은 SPSS 11.2 version을 이용하여 신뢰수준 95%에서 Duncan 검정하였다.

결과 및 고찰

착색단고추를 정식한 후 10주째 생육 특성을 살펴보면 (Table 2), 초장은 DIF 3 및 DIF 6 처리구에서 각각 73.0cm와 80.6cm이었으나, DIF -6 및 DIF 0에서는 각각 51.3cm와 55.3cm로 주간온도가 야간온도보다 높은 처리구들에서 유의하게 높았다. 마디수, 절간장, 엽면적도 초장과 유사한 결과를 나타냈다. 평균 엽록소 함량은 다른 처리구에 비해 DIF 0 처리구에서 유의하게 낮았는데 이러한 차이는 다른 처리구 간 결과를 고려할 때 동일 식물체를 연속적으로 측정하지 않고 2주마다 파괴조사 시 다른 식물체를 측정함에 따라 발생하는 편차에서 온 것으로 생각된다. Moon(2009)은 착색단고추 재배 시 동일한 야간 온도 조건에서 주간 온도가 높을수록 초장이 길어지고, Went(1944, 1952)는 토마토

재배 시 주간 및 야간 온도가 줄기 신장에 영향을 주며, 주간 온도 상승은 줄기 신장 증가를, 야간 온도 하강은 줄기 신장 감소를 가져온다고 하였다. 본 연구 결과는 기존 연구와 처리 방법에서 다소 차이는 있으나 주간온도의 수준이 줄기 신장 및 초장에 크게 영향을 주었을 것으로 생각된다. 특히, Moon(2009)은 착색단고추 재배 시 주간 온도가 동일한 조건에서 야간 온도가 10°C에서는 생식 성장 특성을, 20°C에서는 영양 성장 특성을 나타냈다고 하였다. Went(1957)와 Berghage et al.(1990)은 DIF와 절간장 간 높은 정의 상관성을 갖고 있다고 하였으나, 본 연구에서는 DIF -6 처리구와 DIF 0 처리구 간 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이는 두 처리 간 식물체 생육에 있어 각각의 주간 및 야간 온도 처리 수준보다 동일한 배양액 관리 및 광 조건의 영향이 커 차이를 나타내지 않았을 것으로 생각된다. 또는 DIF -6과 DIF 0 처리의 주야간 온도 수준에서 일평균온도가 DIF보다 더 큰 영향을 주어(Portree and Luczynski, 2005) 초장, 마디수, 엽면적뿐만 아니라 절간장에서도 차이를 나타내지 않은 것으로 생각된다.

착색단고추를 정식한 후 초장의 변화를 살펴보면(Fig. 2), DIF 0 처리구를 제외하고는 다른 처리구들에서 정식 6주 후부터 시간이 경과함에 따라 초장은 지속적으로 증가하였다.

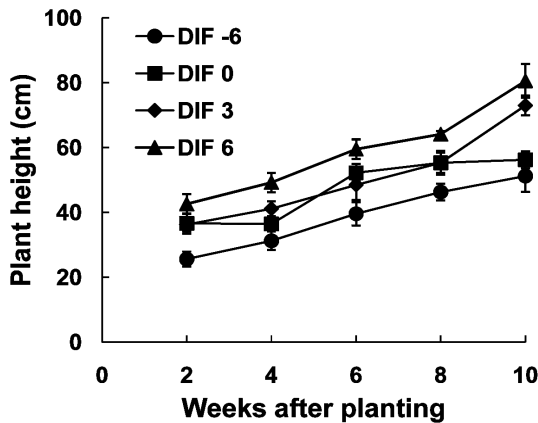


Fig. 2. Changes of plant height of sweet pepper plants under different DIF for ten weeks after planting. Bars represent the standard error of the mean.

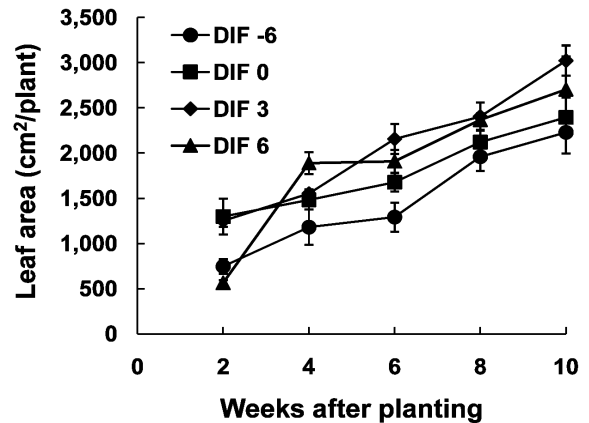


Fig. 3. Changes of leaf area of sweet pepper plants by different DIF for ten weeks after planting. Bars represent the standard error of the mean.

Table 2. Growth characteristics and chlorophyll contents of sweet pepper plants grown under different DIF for ten weeks after planting.

DIF levels	Plant height (cm/plant)	No. of nodes (ea/plant)	Internode length (cm)	Leaf area (cm ² /plant)	Chlorophyll contents ^z (SPAD)
-6	51.3 b ^y	17.0 b	5.0 b	2,229.8 b	44.6 a
0	55.3 b	18.7 ab	4.1 b	2,395.0 b	39.9 b
3	73.0 a	20.3 a	5.4 ab	3,023.0 a	45.5 a
6	80.6 a	19.3 a	7.1 a	2,704.6 a	42.4 a

^zAverage of measured values per 2 week during research period.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $P = 0.05$.

착색단고추를 정식한 후 엽면적의 변화를 살펴보면(Fig. 3), 정식 후 2주째 엽면적은 DIF 0 및 DIF 3 처리구에서 DIF -6 및 DIF 6 처리구보다 높았다. DIF 0 및 DIF 3 처리구에서는 엽면적이 연구 기간 동안 꾸준히 증가하는 경향이었는데 특히, DIF 3 처리구에서 그 증가 속도가 다소 빠른 경향이였다. 그러나 DIF 6 처리구에서는 정식 후 2주째 엽면적이 낮았지만 이후 급격한 증가를 보여 정식 후 10주째에는 DIF 3 처리구의 수준과 유의한 차이를 나타내지 않았다. DIF 6 처리구에서의 이러한 급격한 변화는 정식 후 2주째까지는 뿌리가 크지 않은 상태에서 높은 주간 온도에 의해 다른 처리보다 공급 배양액의 흡수량 대비 배액량, 그리고 높은 온도에 의한 배지 내 수분 손실량이 많았기 때문으로 생각된다. 그리고 이후 이러한 건조에 의해 세균 발달이 많아지고, 작물 성장과 동시에 공급 배양액량이 늘어난 조건에서 높은 온도에 영향을 받아 배양액의 흡수량이 많아졌기 때문으로 생각된다. Erwin et al.(1991)도 *Fuchsia* 작물에서는 주간 온도가 높은 범위에서 DIF가 클수록 엽면적은 증가한다고 하였다.

착색단고추를 정식한 후 10주째 생체중, 건물중, 그리고 건물물을 조사하였다(Table 3). 생체중은 DIF 0, DIF 3 및 DIF 6 처리구에서는 168.1-175.9g/plant 범위로 처리 간 유의성은 나타내지 않았으나 DIF 3 처리구에서 가장 높은 경

향을 나타냈다. 그리고 DIF -6 처리구에서는 129.9g/plant로 다른 처리구들과 비교하여 74-77% 수준으로서 현저하게 낮았다. 건물중은 DIF 0과 DIF 3 처리구에서 각각 20.2g/plant와 20.0g/plant로 DIF -6과 DIF 6 처리구의 12.2g/plant 및 11.1g/plant보다 높았다. 건물물도 건물중과 같은 경향을 나타냈다. 특히, 초장이나 엽면적이 크고(Table 2) 생체중이 무거웠던 DIF 6 처리구에서는 DIF -6 처리구와 마찬가지로 건물중이 낮은 경향을 나타냈다. 이는 챔버 내 광량이 부족하고 엽면적이 넓은 상태에서 높은 주간 온도의 영향으로 다른 처리에 비해 동화산물 대비 호흡량이 증가하였기 때문으로 생각된다.

착색단고추를 정식한 후 생체중 및 건물중의 변화를 살펴보면(Fig. 4), 주야간 온도차가 높은 DIF -6 처리구에서 생체중은 정식 후 초기에 가벼웠지만 이후 다른 처리들과 비슷한 수준으로 증가하다가 8주째 이후 증가하지 않은 경향을 나타냈다. 그리고 DIF 6 처리구에서도 정식 후 생체중의 증가 속도가 가장 빠른 경향이였으나 8주째 이후에는 증가하지 않은 경향을 나타냈다. 건물중은 모든 처리들에서 정식 후 8주째까지는 꾸준히 증가하는 경향이였으나 이후 DIF -6과 DIF 6 처리구에서는 급격히 감소하였다. DIF -6과 DIF 6 처리구에서 정식 8주째 이후 생체중이 증가하지 않고 건물중이 감소한 것은 특정 환경 조건(주간과 야간의 큰 온도

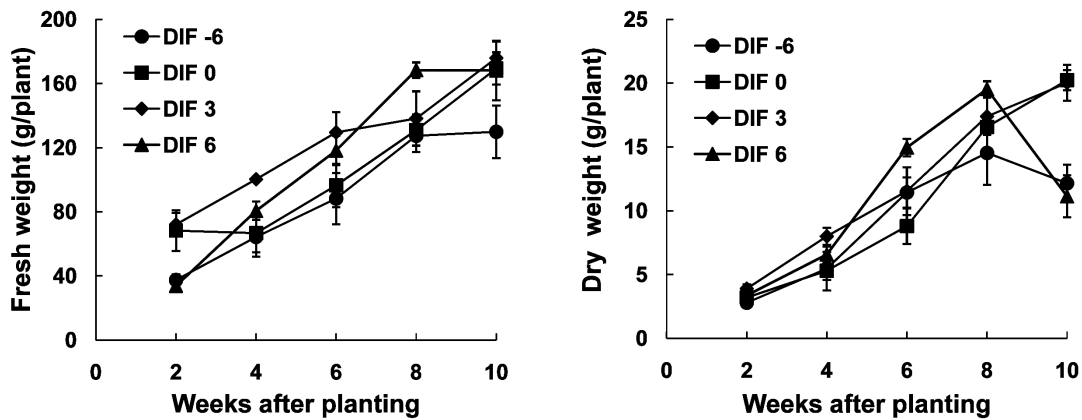


Fig. 4. Changes of fresh and dry weight of sweet pepper plants by different DIF for ten weeks after planting. Bars represent the standard error of the mean.

Table 3. Fresh and dry weight, percentage of dry matter of sweet pepper plants grown under different DIF for ten weeks after planting.

DIF level	Fresh weight (A) (g/plant)	Dry weight (B) (g/plant)	Percentage of dry matter (B / A × 100) (%)
-6	129.9 b ²	12.2 b	9.8 b
0	169.3 a	20.2 a	12.0 a
3	175.9 a	20.0 a	11.4 a
6	168.1 a	11.1 b	6.9 b

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, *P* = 0.05.

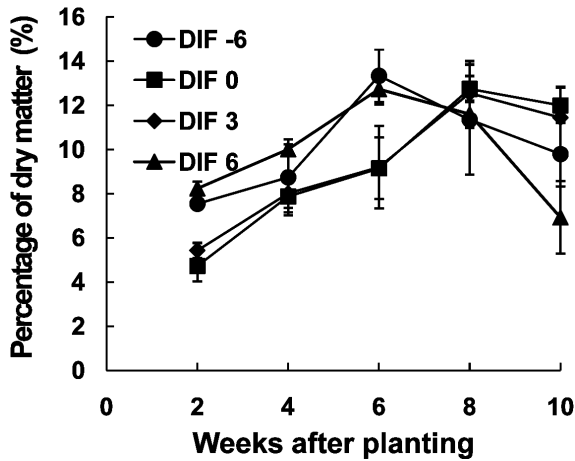


Fig. 5. Changes of percentage of dry weight of sweet pepper plants by different DIF for ten weeks after planting. Bars represent the standard error of the mean.

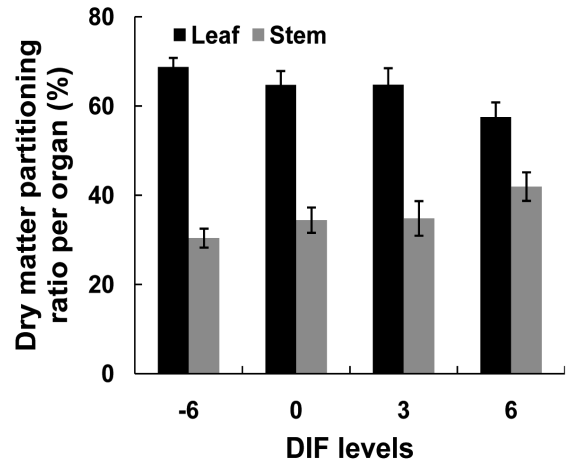


Fig. 6. Average dry matter partitioning ratio per organ of sweet pepper plants grown under different DIF for ten weeks after planting. This result was calculated with average values investigated at interval of two weeks (total five times) during study period. Bars represent the standard error of the mean.

차)에 의해 식물체 내 흡수된 수분 이용 효율 저하, 광 부족에 따른 광합성량과 호흡량의 불균형, 그리고 높은 주간 또는 야간 온도에서의 증발산량 증가 등 다양한 요인이 관여한 것으로 생각되어 추후 이와 연관된 연구가 절실히 요구된다.

착색단고추의 정식 후 건물물 변화를 살펴보면(Fig. 5), 모든 처리들에서 정식 후 증가하다가 연구 기간 후반부에는 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 본 연구에서 $380W \cdot m^{-2}$ 광량이 정식 후 초기에는 식물체에 부족함이 없으나 이후 뿌리 및 줄기 신장, 그리고 엽면적이 증가하면서 필요 양·수분량 대비 공급 양·수분량이 부족하였거나, 밀폐된 공간 내 CO_2 의 공급 부족으로 인한 동화 작용 저하의 결과로 생각된다. 특히 DIF -6과 DIF 6 처리에서는 DIF 0과 DIF 3 처리에 비해 이러한 현상이 빨리 나타났는데, 이는 Fig. 4에서 정식 8주째 이후의 생체증과 건물증 감소의 원인으로 생각된다.

착색단고추의 정식 후 기관별 건물분배율을 살펴보았다(Fig. 6). 연구 기간 동안 2주 간격으로 5회 조사된 기관별 건물분배율을 평균하였다. 그리고 정식 후 화아 형성 불량 및 착과가 거의 없어 생식기관으로의 건물분배율이 1% 이하 수준이었다(자료 미제시). 잎으로의 건물분배율은 DIF -6 > DIF 0과 DIF 3 > DIF 6 처리구 순이었고, 줄기로의 건물분배율은 이와 반대였다.

상기 결과들을 종합하여 보면 전반적으로 정식 초기의 착색단고추 생육은 주간온도와 야간온도 수준의 독립적인 영향보다는 DIF 수준에 영향을 더 크게 받는 것으로 생각된다. 특히, DIF -6과 DIF 6 처리 결과와 같이 너무 높은 DIF 수준은 주간온도와 관계없이 건물생산 저하를 가져오므로 DIF 2-DIF 3 정도로 관리하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

초 록

본 연구는 고부가가치 작물인 착색단고추를 대상으로 정식 후 초기 생육에 대한 주간온도차(DIF)의 영향을 알아보고자 수행하였다. DIF는 -6(20-26°C), 0(23°C), 3(24.5-21.5°C) 및 6(26-20°C)으로 처리하였다. 정식 후 10주 동안 DIF 3과 DIF 6 처리에서 DIF -6과 DIF 0 처리보다 성장 속도가 빨라 초장이 더 길었다. 주당 엽면적은 DIF 3 처리에서 꾸준히 증가하여 정식 후 10주째에는 가장 넓었다. 주당 생체중은 DIF -6 처리에서 다른 처리들의 74-77% 수준으로 가장 낮았다. 건물증과 건물물은 DIF 0과 DIF 3 처리에서 DIF -6과 DIF 6 처리보다 높은 경향이었는데, 특히 DIF 6 처리에서는 정식 8주 후부터 건물물이 급격히 감소하는 경향을 나타냈다. 정식 후 잎으로의 건물분배율은 DIF 0과 DIF 3 처리에서는 정식 6주 이후 10주째까지 지속적으로 상승한 반면 DIF -6과 DIF 6 처리에서는 정식 8주 이후에 급격히 감소하였다. 그리고 정식 후 10주 동안 모든 처리에서 잎으로의 건물분배율이 줄기보다 높았고, DIF가 높은 수준일수록 잎으로의 건물분배율은 낮아지고 줄기로의 건물분배율이 높아지는 경향이였다. 따라서 착색단고추 재배 시 정식 후 초기에 주간온도와 야간온도 차이를 너무 크게 관리하면 생육이 저하되는데, 특히 주간보다 야간 온도를 높게 관리할 때에 더욱 심해지는 것으로 나타났다.

추가 주요어 : 착색단고추, 건물분배율, 건물물

인용문헌

- Bakker, J.C. and J.A.M. van Uffelen. 1988. The effects of diurnal temperature regimes on growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Neth. J. Agr. Sci. 36:201-208.
- Berghage, R.D., J.A. Flore, R.D. Heins, and J.E. Erwin. 1990. The relationship between day and night temperature influences photosynthesis but not light compensation point or flower longevity of Easter lily, *Lilium longiflorum* Thunb. Acta Hort. 272:91-95.
- Erwin, J.E., R.D. Heins, and R. Moe. 1991. Temperature and photoperiod effects on *Fuchsia × hybrida* morphology. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:955-960.
- Erwin, J.E., R.D. Heins, and R.D. Berghage, B.J. Kovanda, W.H. Carlson, and J.A. Biernbaum. 1989. Cool mornings can control plant height. GrowerTalks 52:73-74.
- Grimstad, S.O. and E. Frimanslund. 1993. Effect of different day and night temperature regimes on greenhouse cucumber young plant production, flower bud formation and early yield. Sci. Hort. 53:191-204.
- Jensen, H.E.K. 1994. Effects of duration and degree of pulse-DIF temperatures on plant height and flowering of *Kalanchoë blossfeldiana* v. Poelln. Sci. Hort. 59:45-54.
- Langton, F.A. and K.E. Cockshull. 1997. Is stem extension determined by DIF or by absolute day and night temperatures? Sci. Hort. 69:229-237.
- Lim, K.B., K.C. Son, J.D. Chung, and J.K. Kim. 1997a. Influences of difference between day and night temperatures (DIF) on growth and development of bell pepper plants before and after transplanting. J. Bio. Fac. Env. 6:15-25.
- Lim, K.B., K.C. Son, and J.D. Chung. 1997b. Influences of DIF on growth and development of plug seedlings of *Lycopersicon esculentum* before and after transplanting. J. Bio. Fac. Env. 6:34-42.
- Lim, K.B., K.C. Son, and J.D. Chung. 1997c. Influences of DIF on growth of plug seedlings and development after transplanting of *Salvia splendens*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:408-414.
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MFAFF). 2011. Statistics. MFAFF, Sejong, Korea.
- Moe, R. 1990. Effect of day and night temperature alternations and of plant growth regulators on stem elongation and flowering of the long-day plant *Campanula isophylla* Moretti. Sci. Hort. 43:291-305.
- Moon, J.Y. 2009. Effect of day and night temperatures on pollen germinability and fruit characteristic of paprika (*Capsicum annuum* 'Ferrari' and 'Cupra'). Master's degree Thesis. Gyeongsang Natl. Univ., Jinju, Korea.
- Mortensen, L.M. and R. Moe. 2004. Effects of CO₂ enrichment and different day/night temperature combinations on growth and flowering of *Rosa* L. and *Kalanchoe blossfeldiana* v. poelln. Sci. Hort. 51:145-153.
- Nilsen, E. and D. Orcutt. 1996. Physiology of plants under stress: Abiotic factors. Wiley, New York.
- Portree, J. and A. Luczynski. 2005. Growing house peppers in British Columbia. A production guide for commercial growers. BC House Growers' Association, British Columbia, Canada.
- Went, F.W. 1944. Plant growth under controlled conditions. II. Thermo - periodicity in growth and fruiting of the tomato. Amer. J. Bot. 31:135-150.
- Went, F.W. 1952. The effect of temperature on plant growth. Annu. Rev. Plant Physiol. 4:347-362.
- Went, F.W. 1957. The experimental control of plant growth. Chronica Botanica 17:1-126. Ronald Press, New York.