

Research Report

고추 고온기 재배 시 차광과 관수가 생육 및 엽육조직 발달에 미치는 영향

이상규¹, 최장선^{1*}, 이준구^{1,2}, 장윤아¹, 이희주¹, 채원병¹, 도경란³¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과²전북대학교 원예학과³농촌진흥청 국립원예특작과학원 과수과

Influence of Shading and Irrigation on the Growth and Development of Leaves Tissue in Hot Pepper

Sang Gyu Lee¹, Chang Sun Choi^{1*}, Jun Gu Lee^{1,2}, Yoon Ah Jang¹, Hee Ju Lee¹, Won Byoung Chae¹, and Kyung Ran Do³¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Sciences, Suwon 440-706, Korea²Department of Horticulture, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea³Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Sciences, Suwon 440-706, Korea

Abstract: Influences of shading and irrigation in summer hot pepper cultivation on the plant growth and mesophyll tissue were investigated. Hot pepper plants were exposed to three shade levels (0, 30 ± 5 and 80 ± 5%) and irrigated or non-irrigated in greenhouse condition. Plant height and leaf area were highest in 30% shading and stem diameter and fresh and dry weights were highest in no shading. Plant growth was better in rain shelters with irrigation than in those without irrigation. The numbers of hot pepper fruits in the beginning of harvest were 49 in rain shelters without irrigation and shading, 22 in those with irrigation and without shading, 5 in those without irrigation with 30% shading, and 1 in those with irrigation and 30% shading. However, 80% shading showed lowest flower number and flower abscission, resulting in no fruit set, regardless of irrigation. This is because carbohydrate translocation from leaves to reproductive organs may be not enough for developing fruits due to the lack of sunlight. The yield of hot pepper tended to be higher in rain shelter with irrigation than in those without irrigation. In optical microscopy observation, the thickness and development of mesophyll tissues decreased as increasing the degree of shading but no effect of irrigation on mesophyll tissues was observed. When stomata were observed with scanning electron microscope (SEM), the shape of stomata was normal but tissues surrounding stomata were slightly wrinkled in plants grown under 30% shading. The large number of abnormal stomata and wrinkled leaves was observed among plants grown in rain shelters with 80% shading. In plants grown in rain shelters without irrigation, tissues surrounding stomata were wrinkled and 10-20% decrease in the number of stomata was observed. Therefore, in hot pepper cultivation in summer with high temperature, shading was not effective for fruit yield and mesophyll tissue development; if shading is unavoidable, high degree of shading is not advisable. Further studies are needed for appropriate cultivar selection and environment-control techniques in hot pepper cultivation in summer with high temperature.

Additional key words: chlorophyll, hot pepper, stomata, yield

서 언

고추는 김치의 중요한 재료로서 안정적인 생산과 공급이 매우 중요함에도 불구하고 우리나라에서는 주로 노지에서

재배되고 있기 때문에 집중호우, 병충해 발생 등으로 안정 생산에 어려움을 겪고 있다. 최근 지구 온난화에 따른 잦은 이상기상 현상 발생은 노지 고추 재배 시 안정적인 생산을 더욱 위협하고 있다. 따라서 여름철 안정생산을 위한 비가

*Corresponding author: sunlog3@korea.kr

※ Received 28 January 2014; Revised 3 April 2014; Accepted 29 April 2014.

© 2014 Korean Society for Horticultural Science

림 재배기술이 보급되고 있으며 정책적으로 비가림 재배시설 보급을 추진하고 있다. 그러나 여름철 비가림 재배시설은 강한 햇빛과 시설 내 높은 온도에 의해 생육저해를 초래할 수 있다. 따라서 오이, 파프리카 등 여름철 시설재배농가에서 하우스 외부에 차광망을 씌워서 재배하듯이 고추 비가림시설에 적합한 재배기술 개발이 필요하다. 고추는 광 요구도가 높고 광이 많이 부족하면 낙화가 되는 것으로 알려져 있으며(Paul, 1972; Rylski and Spigelman, 1986), 피망에서는 80% 차광 처리 시 스트레스로 인하여 낙화가 증가하는 것으로 보고 하였다(Wien and Zhang, 1991). 또한 고추에서 차광 처리 시 품종별로 낙화율에 차이가 있었으며, 낙화의 발생 원인은 저일조와 고온이 낙화의 주요한 환경요인으로 보고되고 있다(Beaudry and Kays, 1988; Park and Jeong, 1976; Sexton et al., 1985). 고추 재배 시 저일조와 같은 스트레스는 세포 내부의 에틸렌 발생을 증가시키며(Wien et al., 1989), 증가된 에틸렌은 화아기관으로의 오옥신 이동을 줄이기 때문에 낙화를 초래하는 것으로 보고되고 있다(Morgan, 1984; Riou et al., 1984; Sagee et al., 1990). 광차단에 따른 고무나무의 엽육조직 발달은 차광 정도가 심할수록 책상조직의 배열이 흐트러지고, 모양이 작아지며 엽록체 수도 적어진다고 알려져 있다(Joung et al., 1995).

고추에 있어서 관수량은 과실의 크기나 과중과 밀접한 관계를 가진 것으로 보고되고 있다(Hwang and Tae, 2001; Smittle et al., 1994). 토마토의 토양수분 결핍은 초장은 감소되고 건물중은 증가하나, 광합성 및 착과수의 변화는 없는 것으로 보고 되었다(Hwang et al., 2010).

따라서 본 실험은 여름철 고추 비가림재배 시 차광 정도와 관수 유무가 생육과 엽육조직에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료는 고추품종으로 많이 사용되고 있는 ‘슈퍼마니타’(cv. Super Manita, Nongwoo Bio Co., Korea) 품종을 2013년 2월 26일 105공 플러그 트레이에 시판용 경량상토인 바이오상토 1호(Hungnong Seed Co., Korea)를 채우고 1셀당 2립씩 파종한 후 발아 후에는 1주씩 남기고 솟아 주었다. 파종 60일 후에 3동의 비가림 시설에 이랑폭을 150cm로 만든 후 점적호수를 이랑당 2줄로 설치하였고 흑색 PE 비닐로 멀칭한 후 주간거리를 35cm로 하여 두 줄로 정식하

였다. 시험포장의 시비량은 고추 표준영농교범의 시설재배 기준인 퇴비 200kg, 질소(N):인산(P):칼리(K)를 10a당 22.5:6.4:10.1kg 기준으로 하여 질소와 칼리는 총시비량의 60%를 사용하고 인산은 전량 기비로 사용하였다, 추비는 점적호스를 이용하여 3회에 나누어 관비하였으며 병충해 관리는 고추 표준영농교범에 따라 실시하였다. 여름철에는 측창을 열어놓았으며 시설 내 온도가 30°C 이상일 때에는 환기팬이 자동으로 작동하도록 하였다. 차광처리는 뿌리 활착이 완료된 시점인 정식 20일부터 비가림 하우스 내부에 지면으로부터 2m 위치에 30 ± 5% 차광, 80 ± 5% 차광이 되는 검은색 차광망을 씌웠고, 옆으로부터 들어오는 광을 차단하기 위해서 측면도 차광망을 지면까지 씌웠으며 대조구로는 차광망을 씌우지 않은 처리를 두었다. 관수 처리는 정상적으로 관리한 관수 처리구와 초기 활착까지 관수를 하고 정식 후 25일부터 관수를 하지 않은 무관수 처리구로 하였다. 처리기간 동안의 비가림 시설 내 환경조건은 처리구 간에 기온 및 상대습도의 차이는 없었다. 비가림 시설 내 6월 평균기온은 24.6 ± 0.6°C, 7월 26.2 ± 0.5°C, 8월 28.5 ± 0.6°C이었고 상대습도는 6월 64.4 ± 3.1%, 7월 77.0 ± 3.5%, 8월 69.8 ± 3.2%이었다. 광량은 무차광의 경우 맑은 날 아침 7:00-8:00에 200 μmol·m⁻²·s⁻¹ 이상이 되었으며 정오에 1,300-1,500 μmol·m⁻²·s⁻¹를 정점으로 감소하여 18:00에 200 μmol·m⁻²·s⁻¹ 이하로 감소하였고, 토양수분 함량은 시험기간 동안 관수구 16.5-20.0% VWC(Volumetric Water Content), 무관수구 5.7-8.6% VWC의 범위로 유지하였다. 생육 조사는 정식 후 85일에 처리구의 반복별로 초장, 엽수, 엽면적(LI-3100, Area meter, LI-COR Inc., USA), 생체중 및 건물중을 조사하였다. 수량 조사는 붉은 고추를 수확하여 수확과의 수와 무게를 조사하였다.

엽육조직 관찰은 차광처리 50일에 잎을 채취하여 1차 고정액 2.5% glutaraldehyde에서 90분간 고정을 위한 처리, 0.1M phosphate buffer(pH 7.2)로 15분 간격 4-5회 세척, 2차 고정 1% osmium tetroxide 90분간 처리, 위와 동일한 세척 과정 후 하룻밤을 침지시켰다. 탈수는 상온에서 40%, 60%, 80%, 90%, 95% ethanol로 각각 5분씩, 100% ethanol로 5분, 15분, 15분, 30분간 처리로 이루어졌으며 propylene oxide로 치환 후 최종적으로 epon에 포매(embedding)하여 60°C의 항온기에서 4일간 중합시켰다. 중합된 epon block을 초미세절편기(Ultracut R, Leica Co., Austria)를 이용하여 1,500nm의 두께로 시료를 절단하여 P.A.S. 염색법으로 염색한 후 광학현미경(Axioskop 2, Carl Zeiss Co., Germany) 20 μm로 검정하였

다. 잎의 기공 관찰은 조직 절편을 0.8-1cm 크기로 채취하여 2.5% glutaraldehyde에 넣은 후 모든 과정은 위의 광학 현미경 과정과 동일하며 탈수 후에는 iso-amylacetate로 40분간 2회 치환하여 CPD(Critical Point Dryer)로 건조시켜 시료대에 고정, Ion-Sputter (K-450, Emitech Ltd., England)로 gold coating하여 SEM(N-2460, Hitachi, Japan)으로 검경하였다.

시설 내 환경조건 측정은 watchdog data logger(Spectrum technology, Inc., USA)를 이용하여 기온, 습도, 광량(Lightsout quantum light sensor), 토양수분함량(SM100 Soil Moisture sensor)을 조사하였다.

초장, 경경 등 생육 특성과 수량은 각 처리구별로 3주씩 난괴법 3반복으로 조사하였다. 통계분석은 SAS 프로그램(SAS 9.2, SAS Institute Inc., USA)을 이용하여 각 처리구별 생장 및 수량 차이에 대해 Duncan 다중 검정을 하였다.

결과 및 고찰

관수 유무와 차광 정도에 따른 고추의 생육을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 초장은 관수 처리구 무차광 대비 30% 차광구가 15% 정도 증가하였고, 80% 차광구는 18.8% 정도 감소하였으며, 무관수 무차광은 7.5%, 무관수 30% 차광구는 2.8%, 무관수 80% 차광구는 18.4% 감소하였다. 엽면적은 관수구가 무관수구에 비하여 무차광구는 42.4%, 30% 차광구는 35.7%, 80% 차광구는 18.7% 많았다. 엽록소 함량에 있어서는 관수 유무에 따른 차이는 적었으나 차광 조건에 따른 차이는 크게 나타났는데, 차광 정도가 심할수록 엽록소 함량이 낮았다. 따라서 관수 30% 차광처리구의 초장이

증가하여 식물체가 크게 보였지만 엽록소 함량, 생체중, 건물중은 낮게 나타났다. 특히 80% 차광에 있어서는 식물체가 약하고 생육이 크게 부진하였다. 이와 같은 결과는 수박과 토마토를 육묘할 때 75% 차광 시 무차광 대비 생육량이 떨어졌으며(Kang et al., 2010), 고추냉이를 수경재배 시 70% 차광구의 생육이 현저하게 낮았다는 보고(Lee et al., 2008)와 유사하였다.

수확 초기인 7월 수확과수는 자연광 무관수 처리구에서는 49개로 가장 많았고, 자연광 관수 처리구는 22개이었으며 30% 차광의 무관수 처리구는 5개, 30%차광 관수 처리구는 1개이었다(Table 2). 8월의 경우에는 자연광 대비 30% 차광 처리구에서 수확 비율이 7월보다 높아지는 것을 알 수 있었고, 80% 차광 처리구에서는 관수 유무에 관계없이 개화하였으나 착과가 되지 않고 모두 낙화되었다. 관수 여부에 따른 수확량은 관수 무차광 처리구에서 높았고, 무관수구 30% 차광구는 관수 30% 처리구보다 높아 무관수 처리 시에는 무차광보다는 오히려 30% 차광을 해주는 것이 좋은 것으로 나타났고, 관수 처리구의 평균 과중이 무관수 처리구보다 높은 것으로 나타났는데, 이것은 건조한 토양에서 무차광 관수처리 시 수량이 증가한다는 보고와 같은 경향이 있었다(Suh et al., 1987). 본 실험에서 관수 여부에 관계없이 80% 차광 처리구는 낙화되어 착과가 전혀 안되었으며, 80% 처리구의 꽃가루를 채취하여 무차광 처리구의 꽃에 인공수분을 한 결과, 관수구는 22%, 무관수구는 80%의 착과되어 정상생육하였다. 이상의 결과로 보아 80% 차광에 따른 무차광 현상은 화분의 수정능력에는 이상이 없는 것을 확인하였다. 따라서 일조부족에 의해 앞에서 만들어진 양분이 수정

Table 1. Growth of hot pepper as affected after transplanting 85 days by shading and irrigation.

Treatments		Plant height (cm)	Stem Diam. (mm)	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ² /plant)	Fresh wt. (g/plant)				Dry wt. (g/plant)			
						Leaf	Stem	Root	Total	Leaf	Stem	Root	Total
Irrigation	0% shade	171.5 b ²	16.1 a	64.3 b	9,529.5 a	254.3 a	360.2 a	28.9 a	643.4 a	37.6 a	63.2 a	6.1 a	106.8 a
	30% shade	197.2 a	15.4 ab	54.1 c	9,570.1 a	201.3 b	270.3 b	16.1 c	487.6 b	26.9 b	45.0 b	2.9 c	74.8 b
	80% shade	139.3 d	9.1 d	45.6 d	3,626.7 cd	72.0 d	71.5 d	5.4 d	148.9 d	8.2 d	9.5 d	0.8 d	18.5 d
Non-irrigation	0% shade	158.6 c	14.2 bc	69.7 a	5,494.8 bc	174.2 bc	256.6 b	23.6 b	454.4 b	26.4 b	45.9 b	4.2 b	76.7 b
	30% shade	166.8 bc	13.4 c	56.6 c	6,153.9 b	132.9 c	175.5 c	13.4 c	321.8 b	19.6 c	31.5 c	2.6 c	53.7 c
	80% shade	140.1 d	9.6 d	48.1 d	2,949.6 d	57.2 d	61.3 d	4.3 d	122.9 d	6.1 d	7.8 d	0.5 d	14.4 d
Irrigation		***	*	***	NS	***	***	*	***	**	NS	NS	NS
Shade		***	***	***	**	***	***	***	***	***	***	NS	***
Irrigation × shade		***	*	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	NS	NS

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$.

NS,*,*** Nonsignificant or significant at $p \leq 0.05, 0.01$ or 0.001 , respectively.

후 과실을 성장시킬 정도로 충분하지 못하여 자제적으로 낙과를 시키는 것으로 생각된다. 또한 저일조 환경 하에서는 관수를 피하고 보광하면 착과를 증대시킬 수 있을 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 고추의 꽃눈 분화가 C/N율에 의해서 지배되며(Maynard et al., 1962), C/N율이 높아지면 개화가 촉진된다는 보고와 유사한 결과를 보였다(Seo et al., 2006). 축삭은 관수량을 증가시킬수록 개화가 억제되며(Ching and Park, 1993), 피망을 대상으로 차광 처리 시 스트레스로 인하여 낙화가 증가하였는데 80% 차광 시 인공수분 여부에 관계없이 낙화가 심하여 과실을 수확할 수 없었다고 보고한 내용과 유사하다(Wien and Zhang, 1991).

관수 유무와 차광 정도에 따른 고추의 엽육조직을 광학현미경으로 관찰한 결과, 차광 정도가 심할수록 엽육의 두께가 얇았으며 엽육조직의 발달도 미약했음을 확인할 수 있었다(Fig. 1). 이와 같은 결과는 일조부족에 따른 엽육조직의

발달은 차광 정도가 심할수록 *codiaeum*의 엽육조직의 두께는 얇아졌고, 조직이 매우 엉성하였으며 형성층 발달이 불완전해지는 것으로 보고되었다(Paiva et al., 2003).

본 연구에서 관수 유무에 따른 엽육조직의 발달에는 차이가 없는 것으로 나타났는데 정식 후 활착까지 관수를 하였기 때문에 판단되어 장기간 무관수 처리에 따른 영향은 추후 검토할 필요성이 있다고 사료된다.

또한 기공을 SEM으로 관찰한 결과, 대조구 대비 30% 차광 시 기공형태는 정상적으로 발달하였으나 기공주위의 조직이 약간 주글주글한 증상이 보였고, 80% 차광처리의 잎은 주글주글함이 30% 차광처리보다 심했고 비정상적인 기공도 많이 보였다(Fig. 2). 이와 같이 기공주위의 조직이 주글주글한 것은 자연광에 비해서 엽육조직이 연약했기 때문으로 추정된다. 또한 관수 유무에 따라서는 관수를 적절하게 처리한 구보다 무관수 처리한 잎의 기공주위 조직이 심하게

Table 2. Effect of shading and irrigation difference after transplanting on the number of harvested fruits and yield (g/12 plants) of hot pepper.

Treatments	July		August		Total		
	No. of fruits	Yield	No. of fruits	Yield	No. of fruits	Yield	
Irrigation	0% shade	22	365	211	2,967	233	3,332
	30% shade	1	17	28	369	29	386
	80% shade	0	0	0	0	0	0
Non-irrigation	0% shade	49	457	196	1,650	245	2,107
	30% shade	5	93	98	1,252	103	1,345
	80% shade	0	0	0	0	0	0

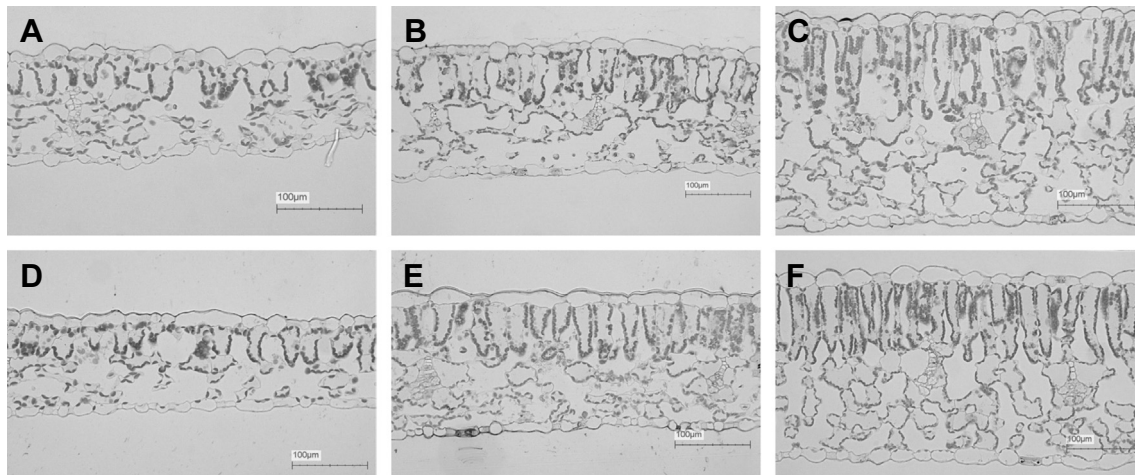


Fig. 1. Effect of irrigation and shading on the cellular tissue of hot pepper observed through light microscope (LM, bars represent 100 µm). A, shading 80% and irrigation; B, shading 30% and irrigation; C, non-shading and irrigation; D, shading 80% and non-irrigation; E, shading 30% and non-irrigation; F, non-shading and non-irrigation.

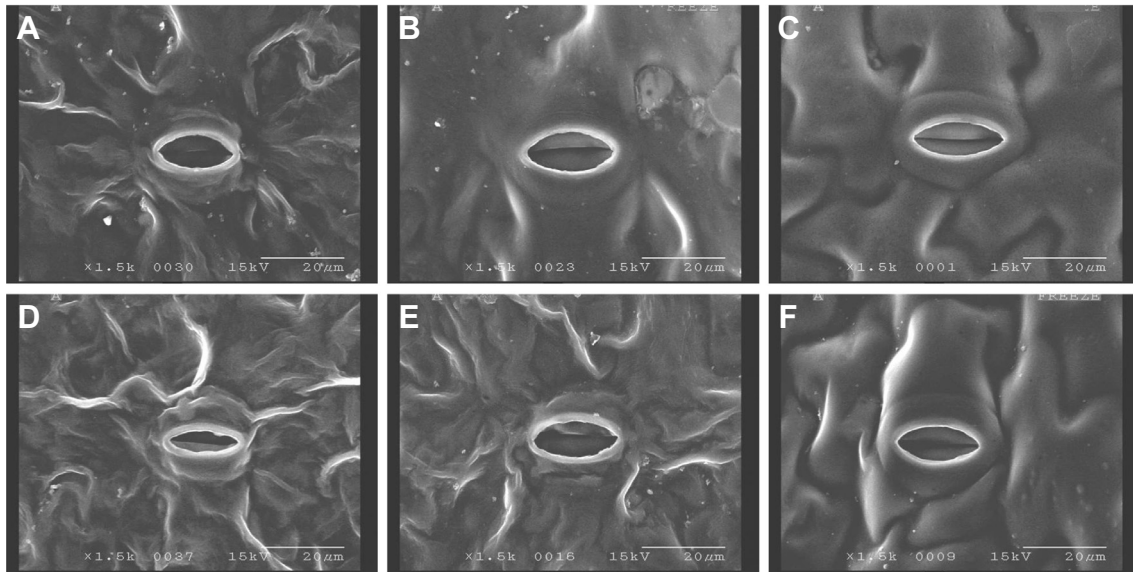


Fig. 2. Effect of irrigation and shading on the stomata and leaf surface of hot pepper observed through scanning electronic microscopy (SEM, bars represent 20 μ m). A, shading 80% and irrigation; B, shading 30% and irrigation; C, non-shading and irrigation; D, shading 80% and non-irrigation; E, shading 30% and non-irrigation; F, non-shading and non-irrigation.

쭈글쭈글하고, 기공수도 10-20% 정도 적은 것을 관찰할 수 있었다. 따라서 여름철 고온기 고추 비가림 재배 시 차광을 하지 않은 것이 수량성과 엽육조직의 발달에 좋았으며, 부득이하게 차광을 할 경우에는 가급적 차광율이 낮은 것을 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 또한 저일조 환경 하에서는 관수를 피하고 보광하면 작과를 증대시킬 수 있을 것으로 사료된다. 향후 고온기 여름철 비가림 재배 시 적절한 품종 선택, 적절한 환경관리 기술 등 다각적인 면에서 검토가 필요할 것으로 사료된다.

초 록

여름철 고온기 비가림고추 재배 시 차광 정도와 관수 유무에 따른 생육과 엽육세포 조직에 미치는 영향을 조사하였다. 차광 처리는 뿌리 활착이 완료된 시점인 정식 20일부터 비가림 하우스 내부에 $30 \pm 5\%$, $80 \pm 5\%$ 차광이 되는 검은 색 차광망을 씌워 처리하였고 무차광구를 대조구로 하였다. 관수 처리는 정상적으로 관리한 관수 처리구와 초기 활착까지 관수를 하고 정식 후 25일부터 관수를 하지 않은 무관수 처리구로 하였다. 그 결과, 차광 정도는 30% 차광 처리구에서 초장과 엽면적은 다른 처리에 비해서 높았고, 경경, 생체 중 및 건물중은 무차광 처리구에서 좋았다. 관수 유무에 있어서는 관수 처리구가 무관수 처리구에 비해서 생육이 좋은

것으로 확인되었다. 수확 초기의 수량은 자연광 무관수 처리구에서는 49개로 가장 많았고, 자연광 관수 처리구는 22개 이었으며 30% 차광의 무관수 처리구는 5개, 관수 처리구는 1개이었다. 그러나 80% 처리구에서는 관수유무에 관계 없이 착화수가 가장 낮았고 작과가 되지 않고 모두 낙화되었다. 관수유무에 따른 수확량은 관수 처리구가 무관수 처리구에 비해서 높은 경향을 보였다. 관수 유무와 차광 처리구 고추의 엽육조직을 광학현미경으로 관찰한 결과, 차광정도가 심할수록 엽육의 두께가 얇았으며 엽육조직의 발달도 미약함이 확인되었으나, 관수 유무에 따른 엽육조직의 발달에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 기공을 SEM으로 관찰한 결과, 대조구 대비 30% 차광 시 기공형태는 정상적으로 발달하였으나 기공주위의 조직이 약간 쭈글쭈글한 증상이 보였고, 80% 차광 처리의 잎은 쭈글쭈글함이 심하였고 비정상적인 기공도 많이 보였으며 관수 유무에 따라서는 무관수 처리구의 잎 기공주위 조직이 심하게 쭈글쭈글하고, 기공수도 10-20% 정도 적은 것을 관찰할 수 있었다.

따라서 여름철 고온기 고추 비가림 재배 시 차광을 하지 않은 것이 수량성과 엽육조직의 발달에 좋았으며, 부득이하게 차광을 할 경우에는 가급적 차광율이 낮은 것을 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 또한 저일조 환경 하에서는 관수를 피하고 보광하면 작과를 증대시킬 수 있을 것으로 사료된다. 향후 고온기 여름철 비가림 재배 시 적절한 품종

선택, 적절한 환경관리 기술 등 다각적인 면에서 검토가 필요할 것으로 사료된다.

추가 주요어 : 엽록소, 고추, 기공, 수량

인용문헌

- Beaudry, R.M. and S.J. Kays. 1988. Effect of ethylene source on abscission of pepper plant organs. *HortScience* 23:742-744.
- Ching, M.H. and K.W. Park. 1993. The Effect of daylength, shading and irrigation on the flowering of *Chrysanthemum coronarium* L. *J. Bio-Env. Con.* 2:136-146.
- Hwang, S.M. and G.S. Tae. 2001. Changes in the growth of red pepper (*Capsicum annuum* L.) and soil moisture according to irrigation and cultivating methods. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42:295-299.
- Hwang, S.M., T.R. Kwon, E.S. Doh, and M.H. Park. 2010. Growth and physiological adaptations of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill) in response to water scarcity in soil. *J. Bio-Env. Con.* 19:266-274.
- Joung, H.Y., H.D. Kim, Y.M. Yu, and B.H. Han. 1995. Influence of production light intensities on characteristics of mesophyll cells of 4 foliage plants. *Korean Hort. Abstr.* 13:300-301.
- Kang, Y.I., J.K. Kwon, K.S. Park, I.H. Yu, S.Y. Lee, M.W. Cho, and N.J. Kang. 2010. Changes in growths of tomato and grafted watermelon seedlings and allometric relationship among growth parameters as affected by shading during summer. *J. Bio-Env. Con.* 19:275-283.
- Lee, J.H., T. Nasanjargal, K.Y. Choi, and Y.B. Lee. 2008. Effects of shading on photosynthetic response and growth characteristics in hydroponics for wasabi leaf production. *J. Bio-Env. Con.* 17:9-13.
- Maynard, D.N., N.H. Lachman, R.M. Check, and H.F. Vernell. 1962. The influence of nitrogen levels on flowering and fruit set of peppers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 81:385-389.
- Morgan, P.W. 1984. Is ethylene the natural regulator of abscission?. p. 231-240. In: Y. Fuchs and E. chaltz (eds.). *Biochemical, physiological and applied aspects of ethylene*. Martinus Nijhoff/Junk, The Hague, Netherlands.
- Paiva, E.A.S., R.M.S. Isaias, F.H.A. Vale, and C.G.S. Queiroz. 2003. The influence of light intensity on anatomical structure and pigment contents of *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. *cv. purpurea* boom (Commelinaceae) leaves. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* 46:617-624.
- Park, S.K. and H.J. Jeong. 1976. The effect of shading on blossom dropping and fruit dropping of the hot pepper plant (*Capsicum annuum* L.). *Res. Rep. Office Rural Dev. (Korea)* 18:1-8.
- Paul, G.S. 1972. Effect of shading on structural characteristics of the leaf and yield of fruit in *Capsicum annuum* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:461-464.
- Rioy J., O. Sagee, and R. Goren. 1984. Effect of ethylene on indole-3-acetic acid transport, metabolism, and level in leaf tissues of woody plants during abscission, p. 267-276. In: Y. Fuchs and E. chaltz (eds.). *Biochemical, physiological and applied aspects of ethylene*. Martinus Nijhoff/Junk, The Hague, Netherlands.
- 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 radlation. *Sci. Hortic.* 29:31-35.
- Sagee, O., J. Rioy, and R. Goren. 1990. Ethylene-enhanced catabolism of (¹⁴C) indole-3-acetic acid to indole-3-carboxylic acid in citrus leaf tissues. *Plant Physiol.* 91:54-60.
- Seo, J.U., J.M. Hwang, and S.M. Oh. 2006. Effects of night temperature treatment of raising seedlings before transplanting on growth and development of pepper. *J. Bio-Env. Con.* 15: 149-155.
- Sexton, R., L.N. Lewis, A.J. Trewavas, and P. Kelly. 1985. Ethylene and abscission, p. 173-196. In: J.A. Roberts and G.A. Tucker (eds). *Ethylene and Plant Development*. Butterworths, Boston, MA, USA.
- Smittle, D.A., W.L. Dickens, and J.R. Stansell. 1994. Irrigation regimes affect yield and water use by bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:936-939.
- Suh, H.D., S.K. Park, and Y.S. Kwon. 1987. Effect of amounts and intervals of irrigation on the yield of hot pepper, radish and Chinese cabbage. *Res. Rept. RDA (Hort.)* 29:24-29.
- Walsh, C.S. and M. Faust. 1982. AVG increases the yield of young 'Delicious' apple trees. *HortScience* 17:370-372.
- Wien, H.C., A.D. Turner, and S.F. Yang. 1989. Hormonal basis for light intensity-induced flower bud abscission of pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:981-985.
- Wien, H.C. and Y. Zhang. 1991. Prevention of flower abscission in bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:516-519.