

## 파프리카 여름재배시 차광방법이 생육과 과실특성에 미치는 영향

하준봉<sup>1</sup> · 임채신<sup>1</sup> · 강효용<sup>1</sup> · 강양수<sup>1</sup> · 황승재<sup>2</sup> · 문형수<sup>3</sup> · 안철근<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>경남농업기술원, <sup>2</sup>경상대학교 원예학과, <sup>3</sup>서울시립대학교 환경원예학과

### Effect of Shading Methods on Growth and Fruit Quality of Paprika in Summer Season

Jun Bong Ha<sup>1</sup>, Chae Shin Lim<sup>1</sup>, Hyo Yong Kang<sup>1</sup>, Yang Su Kang<sup>1</sup>,  
Seung Jae Hwang<sup>2</sup>, Hyung Su Mun<sup>3</sup>, and Chul Geon An<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-985, Korea

<sup>2</sup>Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

<sup>3</sup>Department of Environmental Horticulture, The University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

**Abstract.** This study was carried out to investigate the effect of two shading methods, shading agent spray on the glasshouse and internal shading screen treatment, on the growth and fruit quality of paprika (*Capsicum annuum* L. 'Cupra' and 'Coletti') in summer season cultivation. In the shading agent treatment, a commercial shading agent diluted with water at a ratio of 1 : 4 was sprayed on the roof of a glasshouse. In the internal shading screen treatment, a 10~20% shaded screen was used during the day time when the sun radiation was greater than  $700 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Compared to the unshaded control, photosynthetic photon flux density (PPFD) decreased in the greenhouse in the shading agent (SA) and shading screen (SS) treatments by 20% and 30%, respectively. Lower air temperatures and higher relative humidities were observed in the SA than in both the control and the SS treatment. Time to reach the break point of humidity deficit  $8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  was 2 hours late in the SA than in both the control and the SS treatment. Compared to control, both the SA and the SS treatments showed lower instantaneous temperatures of leaf, fruit, and flower by  $2^\circ\text{C}$ ,  $5^\circ\text{C}$  and  $3^\circ\text{C}$ , respectively. There were no differences in number of branches, stem diameter, and leaf size among treatments although both shading treatments promoted plant height in both cultivars. Botrytis infection ratio declined with the SA treatment by 14.7% in 'Cupra' and 22.1% in 'Coletti' as compared to that in the control. Shading increased fruit size in both cultivars, whereas no differences were observed in the number of locules and thickness of fruit tissue among treatments. Shading treatment increased mean fruit weight by a range of 10 to 15 g per fruit, while it decreased soluble solids contents as compared to that in the control. Similar Hunter values were observed among treatments, while fruit firmness increased slightly in shading treatments. Compared to the control, shading treatments improved marketable fruits by 11.7~22.6% and increased the number of fruits per plant by 4~9.2 in both 'Cupra' and 'Coletti'. The results of this study indicate that shading agent application on the roof of glasshouse would be one of the most effective options to reduce heat stress imposed on the paprika crop in summer cultivation, resulting in improved crop growth and fruit yield.

**Key words :** plant temperature, PPFD, screen, shading agent

## 서 론

파프리카는 우리나라의 대표적인 시설원예 작물로서 겨울재배와 여름재배가 이루어지고 있는데, 여름철 평

난지에서는 일사량이 많고 고온 다습하여 착과불량, 도장 등 작물 생리상 불리한 점이 많기 때문에(Ahmadi와 Stevens, 1979) 주로 고랭지에서 재배되고 있으나, 상품률은 겨울재배에 비하여 20% 정도 낮다(Cho 등, 2009). 파프리카 재배에는 광, 온도, 이산화탄소, 습도, 공기대류 등 생장 요소들 간의 균형이 무엇보다 중요하다. 하지만, 여름 고온기의 온실 환경은 외부의 온도

\*Corresponding author: ancg@korea.kr  
Received October 15, 2012; Revised December 6, 2012;  
Accepted December 10, 2012

와 광량의 증가로 온실 내부의 온도가 지나치게 올라가고, 이로 인해 환기창이 열려 온실 내에 주입된 이산화탄소의 농도뿐만 아니라 상대습도도 감소시키는 문제를 야기한다. 따라서 하절기 온실재배가 증가하고 적극적인 온실냉방이 필요해짐에 따라 저비용의 냉방방법을 개발하는 것이 매우 중요해졌다. 온실은 단열이 쉽지 않아서 에너지 손실이 많고, 냉방을 위해 냉동기를 가동하는 것은 경제적인 부담이 크기 때문에 주로 복사광의 차단, 증발냉각, 환기, 물 분무 등의 기술이 도입되어 왔다(Kim 등, 2006). 현재까지 개발된 fog & fan, mist & fan, pad & fan, 지붕살수 방법 등은 주간에는 효율적으로 온도를 낮출 수 있으나, 과습과 과도한 시설비, 운영비 등의 경제적인 문제로 현장에서 적용하는 사례가 많지 않은 실정이다(Lee 등, 2001; Woo, 2000).

직접적인 냉방 시설로 온실 내 공기열 히트펌프(에어컨)와 지열 시스템 등이 최근에 냉방 및 대체에너지 기술로 설치되고 있는데, 이들은 효과적으로 온실 내 온도를 낮출 수 있는 장점이 있으나, 야간에 비해 주간에는 냉방의 효과가 떨어지는 단점이 있다(Lee 등, 2006). 계절에 따른 변화가 적고 어느 시기에든 지속적으로 이용할 수 있는 지열은 최근에 청정에너지로서 농업분야에서 유망한 자원으로 평가되고 있지만(Puri, 1986, 1987), 공기열 히트펌프(ha당 5억원)와 지열 시스템(ha당 10억원)을 도입한 시설냉방을 구축하는데 초기투자비용이 크고, 과도한 투자는 농가의 경영에 부담으로 작용한다. 현재 우리나라 온실에서 가장 많이 활용되는 냉방방법은 경제적인 부담이 적고 냉방장치의 보조적 수단인 차광 시스템 도입이다. 차광 시스템은 온실 내로 유입되는 일사량의 일부를 차단함으로써 고온기의 승온 억제효과, 고풍도로 인한 일소방지 등의 장점을 가지고 있으며(Lee 등, 1998a, 1998b), 차광스크린의 설치위치에 따라 크게 내부차광과 외부차광 방법으로 나눌 수 있다(Kong, 1999; Lee 등, 2000). 국내 온실의 대부분이 내부차광을 사용하고 있고, 차광스크린을 외부에 설치하는 것이 냉각효과가 더 크다는 연구결과도 있지만(Huh 등, 2000; Lee 등, 2000), 외부 차광 역시 다른 냉방시설처럼 설치비용이 크며 시설재배농가에 적용되기에 어렵다.

따라서 과도한 시설투자를 하지 않고도 효과적으로 여름철에 온실 내의 온도 상승을 억제할 수 있는 기

술이 개발되어야 한다. 최근 이러한 문제를 완화할 수 있는 차광제에 관한 관심이 높아지고 있다. 차광제의 이용은 냉방시설 설치와 내부 또는 외부 차광막 설치에 비하여 초기 투자비와 유지관리비가 적고, 작물에 따라 다양한 수준의 차광이 가능하며, 선택적인 광차단 및 투과가 가능하다는 장점을 지니고 있다(An 등, 2010).

효과적인 차광제와 그 이용법이 개발된다면 농가의 부담을 줄이면서 효과적으로 온실 내 여름 고온기의 문제점을 개선하고, 나아가 고품질 파프리카 상품의 연중 안정적 공급시스템을 구축하여 수출시장에서 상품의 신뢰도를 높이며, 국내 파프리카 수출산업의 발전에 이바지할 수 있을 것이다. 따라서 차광제 도포로 인한 시설내 환경의 변화와 개선된 환경에 의해 파프리카 작물 생육과 수량에 미치는 영향을 구명코자 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

파프리카 빨간색 'Cupra'와 노란색 'Coletti'(Enza Zaden Co. The Netherlands) 품종을 240공 암면플러그트레이에 파종하여 양액(EC 2.0dS·m<sup>-1</sup>, pH 5.5)으로 포수시킨 암면블럭(10cm×10cm×6.5cm)에 U자로 이식하였다. 본엽이 10매 내외로 전개되었을 때인 2010년 2월 12일에 유리온실에서 코이어 슬래브(Profit, The Netherlands, 90cm×15cm×6.5cm) 당 3주씩 180cm×33cm 간격으로 2조 정식하였다. 주지는 2분을 유인하였고, 두 번째 꽃까지 개화 이후에 바로 제거하여 초기의 영양생장을 촉진시켜 엽면적 확보를 하였다. 세 번째 분지부터 착과를 유도하였고, 주당 4~6개 정도를 유지하고 나머지 과실은 초세와 착과수의 균형을 맞추기 위해서 적과하였다. 주지에 착과하는 것을 원칙으로 하였고, 측지는 착과가 시작된 분지까지 제거하였다.

차광은 내부 스크린 차광과 차광제를 이용한 방법으로 하였는데, 내부 스크린 차광은 차광률이 약 10~20% 되는 차광 스크린을 이용해서 광이 700W·m<sup>-2</sup>에서 차광을 시작하여 단계적으로 80%까지 스크린을 닫고 나머지 20%는 환기를 위해 열어 두었다. 차광제를 이용한 차광방법은 국산개발 차광제(GreenShade, Daesung C&S Co., Korea)를 1(차광제):4(물)의 비



Fig. 1. Shading treatments used in the experiment: Left, the control; middle, a shading agent; and right, internal screen shade.

율로 희석하여 10a 당 약 200L를 농약살포용 동력분무기(친환경분무기, 에코비전, 한국)를 이용해 유리온실 지붕에 살포하였고(Fig. 1), 온실 내 환경관리를 위해 온실 환경제어 프로그램(Maximiger, Priva Co., The Netherlands)을 이용하였다.

온실 내·외부의 PPF는 400-700nm 범위의 광을 측정할 수 있는 광도계(FSQ470A, E-technology, Korea)를 이용하여 측정하였고 온도, 습도, 습도부족분(HD) 등은 온실환경제어 프로그램을 이용하여 조사하였다. 식물체 온도는 Spot thermometer(TA-0510F, Minolta Co., Osaka, Japan)로 10개체를 3반복으로 측정 후 평균값을 계산하였다.

초장, 엽수, 경경 및 분지수 등은 과실수확 종료 시에 조사하였고, 수량은 국내 선별기준에 따라 2L(250g 이상), L(200g~249g), M(150g~199g), SM(130g~149g), S(100g~129g)를 상품과로, 그리고 2S(100g 미만), 배꼽씩음과, 기형과, 병과 등을 비상품과로 구분하여 조사하였다. 과피두께와 경도는 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Osaka, Japan)로, 당도는 당도계(LC Moduleplus, Waters Co., U.S.A.)로, 그리고 색도는 색도계(CM-508i, Minolta Co., Japan)를 이용해 측정하였다. 조사주수는 반복당 10주로 하였고, 기타 조사는 농촌진흥청 시험연구조사기준(RDA, 1997)에 준하였으며, 통계분석은 SAS 프로그램을 이용하여 분석하였다.

### 결과 및 고찰

온실 내 PPF는 무처리구에 비해 차광제 처리구가 30% 정도, 내부 스크린 처리구는 20% 정도 감소하였다(Fig. 2). PPF는 단위 기준 면적 1m<sup>2</sup> 당 1초 동

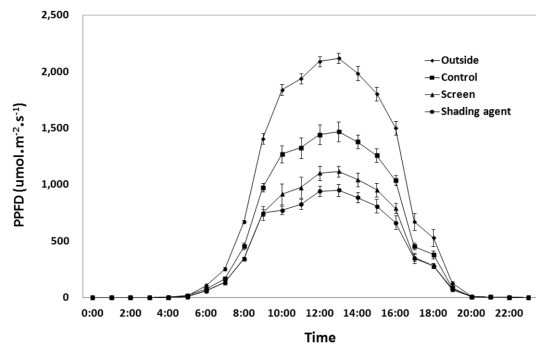


Fig. 2. Changes of instantaneous photosynthetic photon flux density (PPFD) measured at a hourly internal in the paprika greenhouse as affected by shading agent and internal screen shading treatments on a summer day.

안 내리는 광량의 양을 의미하며, PPF의 값이 크다는 것은 일반적으로 광합성에 이용될 수 있는 빛의 양이 많다는 것을 의미한다(Myoung 등, 2008). 하지만, 여름철 온실에는 외부 광량이 지나치게 많이 유입되어 온실 내부 온도의 과도한 상승 문제점을 야기하고, 이로 인해 식물체의 온도가 높아져 증산량과 호흡량이 증가하며, 광합성률이 감소하는 등 건전한 작물생육에 방해가 된다. 그러므로 차광을 통해 적정 수준의 광량을 유지하는 것이 좋다.

온실내 온도의 경시적 변화에서 차광제 처리구는 무처리구에 비해 최고 4.9°C, 내부 스크린 처리구는 2.3°C 정도 더 낮았다(Fig. 3). 이러한 결과는 차광으로 열선인 적외선의 유입을 효과적으로 막았기 때문인데, 특히 연구에 사용된 차광제는 광합성 유효광인 가시광선의 투과율은 높고 적외선의 차광율이 높기 때문에 더욱 효과적으로 온도를 낮출 수 있었다. 내부 스크린 차광은 스크린 사용으로 광 유입은 차단시켰지만, 이로 인해 환기능력이 나빠져 높아진 내부공기의 유동

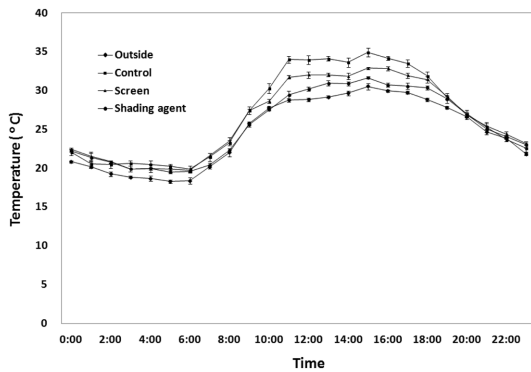


Fig. 3. Changes of temperature in the paprika greenhouse as affected by shading agent and internal screen shading treatment on a summer day.

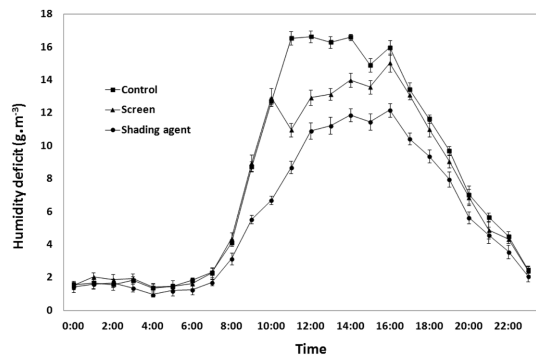


Fig. 5. Changes of humidity deficit in the paprika greenhouse as affected by shading agent and internal screen shading treatments on a summer day.

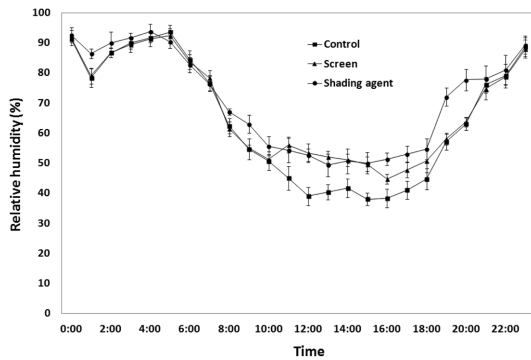


Fig. 4. Changes of relative humidity in the paprika greenhouse as affected by shading agent and internal screen shading treatments on a summer day.

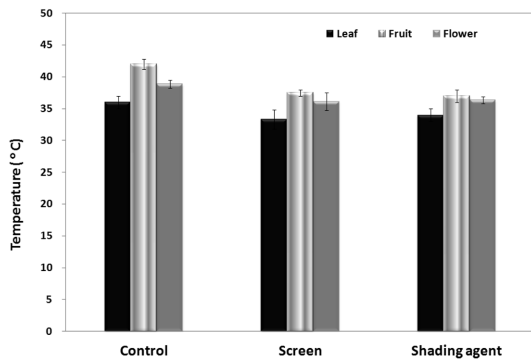
이 없어졌기 때문으로 추정된다. 온실내 상대습도 변화를 보면, 차광제 처리구는 55~60%의 상대습도를 유지하고 있는 반면, 무처리구는 45% 이하로 떨어졌다 (Fig. 4). 내부 스크린 처리구는 45~50%로 무처리구에 비해 상대습도가 높았지만, 차광제 처리구에 비해서는 낮았다. 이러한 결과는 차광제 처리에 의해 온실내 온도상승 속도가 감소하여 환기의 개시시작이 늦어지고 환기량이 감소하여 환기를 통한 공기 중 습도의 손실이 감소했기 때문인 것으로 판단된다. 시설 내부의 상대습도는 식물생장에 중요하며, 식물생장에 최적한 상대습도는 70~80%이다. 그러나 우리나라의 경우 여름철 시설 내부의 상대습도가 50% 이하로 낮으며, 이로 인해 수분스트레스가 발생한다(Tai 등, 2010). 비록 차광제 처리구에서 작물 생장에 최적한 상대습도를 유지하지는 못했지만, 55% 이상의 상대습도를 유지하여

온실 내 상대습도를 다소나마 더 높게 유지하는데 효과적이었다.

온실 내 습도 부족분(humidity deficit) 변화는 무처리구와 내부 스크린 처리구의 경우 오전 9시에 이미 최대 허용범위를 벗어나 오후 2시에 각각 최고 16.6과  $13.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 까지 이르렀다(Fig. 5). 차광제 처리구에서는 무처리구와 내부 스크린 처리구보다 2시간 뒤인 11시에  $8.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 으로 허용 범위를 벗어났고, 오후 4시에 최고  $12.1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 까지 상승하였다. 차광제 처리구에서는 오후 7시부터는 허용범위에 도달하였고, 무처리구와 내부 스크린 처리구에서는 한 시간 뒤인 오후 8시부터 허용범위에 도달하였다. 파프리카 재배에 최적 습도 부족분은  $4\sim 4.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 이고, 허용범위는  $2\sim 8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  정도이다. 상대습도 보다 습도 부족분이 더 중요한 의미를 가지는데, 습도 부족분은  $1 \text{ m}^3$ 의 공기에 수증기가 포화될 때까지 작물이 이용할 수 있는 물의 양을 의미한다(Lee 등, 2005a). 차광제 처리구에서는 온실 내로의 광량의 유입이 많아져 온도가 올라가는 오전 10시부터 오후 6시까지의 최적의 습도 부족분을 유지하지 못했지만, 무처리구나 내부 스크린 처리구에 비해  $2\sim 5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  정도 습도 부족분이 감소하는 효과를 나타내었다.

잎의 온도는 무처리구  $36.0^\circ\text{C}$ , 내부 스크린 처리구  $33.3^\circ\text{C}$ , 차광제 처리구  $34.0^\circ\text{C}$ 로 무처리구에 비해  $2^\circ\text{C}$  이상 낮아지는 효과를 보였다(Fig. 6). 과실의 온도는 무처리구  $42.0^\circ\text{C}$ , 내부 스크린 처리구  $37.5^\circ\text{C}$ , 차광제 처리구  $37.0^\circ\text{C}$ 로 무처리구에 비해  $4.5\sim 5^\circ\text{C}$  낮아지는 효과를 나타내었다. 꽃의 온도 역시 무처리구

파프리카 여름재배시 차광방법이 생육과 과실특성에 미치는 영향



**Fig. 6.** Effect of shading agent and internal screen shading treatments on leaf, fruit and flower temperatures of the paprika crop on a summer day.

38.9°C, 내부 스크린 처리구 36.2°C, 차광제 처리구 36.4°C로 3°C 정도 낮아졌다.

식물이 광을 받아 식물체온이 높아지면 적정체온을 유지하기 위해 증산작용을 증가시켜 공급된 열을 발산한다. 하지만, 여름 고온기에 식물체는 증산작용만으로 모든 잉여의 열을 제거할 수 없다. 따라서 식물체의 온도는 올라가게 되고, 잉여의 열을 제거하기 위해 식물체의 증산작용이 많아져도 수분흡수가 증산량을 따라가지 못해 기공은 부분적으로 닫히게 되어 탈수현상이 일어난다. 이러한 탈수현상으로 파프리카의 잎이 시들게 되고 또한 기공이 닫히므로 CO<sub>2</sub> 흡수가 줄어 광합성량이 감소하고 건전한 생육이 일어나기 어렵다. 차광을 통한 본 실험의 결과, 처리구와 내부 스크린 처리구에서 식물체의 온도가 낮아지는 결과를 얻을 수

있었다(Fig. 6). 차광제와 차광 스크린으로 온실 내로 유입되는 광을 차광하여 온실 내부의 온도가 다소 낮아져 고온에 의한 스트레스가 줄고 잎의 기공이 더 열리게 되어 증산이 증가하여 식물체의 온도가 낮아진 것으로 생각된다. 따라서, 차광제와 차광 스크린으로 지나치게 유입되는 광을 차광함으로써 식물체의 온도를 낮추어 파프리카의 건전한 생육에 도움이 되리라 생각된다.

처리간 생육을 비교한 바(Table 2), 두 품종 모두 내부 스크린 처리구와 차광제 처리구에서 무처리구에 비해 초장이 유의적으로 길어졌다. 이것은 차광으로 엽온이 낮아져 증산량이 감소하여 줄기세포의 신장에 도움을 주었기 때문으로 판단된다. 하지만 분지수, 경경, 잎크기는 유의성이 인정되지 않았다. ‘Cupra’와 ‘Coletti’ 품종의 잣빛곰팡이의 발생은 무처리 29.7%, 33.9%, 내부 스크린 처리구 21.7%, 22.5%, 차광제 처리구 15.0%, 11.8%로 차광제 처리구에서 크게 감소하였다. 여름 고온기에는 증산량과 호흡량이 많아지고 광합성률이 떨어지는 등 고온 스트레스를 받게 된다. 이러한 결과 작물의 병저항성이 약해져 병의 발병률이 증가하게 되는데, 잣빛곰팡이병은 다량의 분생포자를 형성하기 때문에 발생의 확산이 빠른 것이 특징이다(Lee 등, 2005b). 무처리구에 비해 차광제 처리구와 내부 스크린 처리구에서 잣빛곰팡이병 발생 경감에 효과적으로 나타난 이유도 차광제와 차광 스크린으로 광이 차단되어 온실 내 작물의 생육환경이 개선되어 작물의 생육이 좋아져서 병원균에 대한 저항성이 향상

**Table 1.** Effect of shading agent and internal screen shading treatments on the growth and incidence of Botrytis disease in paprika.

Cultivar	Treatment	Plant height (cm)	No. of branches	Stem diameter (mm)	Leaf size (cm)		Botrytis (%)	
					Length	Width	Incidence	Removal
Cupra	Control	267.9	39.7	19.6	22.3	11.1	29.7	23.0
	Screen	279.7	40.7	18.9	22.3	11.0	21.7	15.0
	Shading agent	297.7	41.0	18.8	23.3	10.7	15.0	7.5
Coletti	Control	276.3	40.7	20.6	23.9	10.9	33.9	28.3
	Screen	291.0	41.0	20.4	25.3	11.0	22.5	17.4
	Shading agent	305.7	41.3	20.3	26.0	11.3	11.8	6.4
Significance <sup>z</sup>								
Cultivar (A)		*	ns	*	**	ns	ns	ns
Treatment (B)		**	ns	ns	ns	ns	**	**
A × B		ns	ns	ns	ns	ns	**	**

<sup>z</sup>ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at  $P < 0.05, 0.01$ , respectively.

**Table 2.** Effect of shading agent and internal screen shading treatments on the quality of paprika fruit.

Cultivar	Treatment	Fruit size (cm)		No. of locules	Pericarp thickness (mm)	Fruit weight (g)
		Length	Width			
Cupra	Control	7.8	7.7	3.7	0.63	137.4
	Screen	8.1	7.9	3.7	0.65	143.1
	Shading agent	8.5	8.4	3.7	0.68	149.1
Coletti	Control	7.7	8.1	3.8	0.64	133.9
	Screen	8.0	8.2	3.6	0.65	147.4
	Shading agent	8.4	8.3	3.7	0.67	149.1
Significance <sup>z</sup>						
Cultivar (A)		ns	ns	ns	ns	ns
Treatment (B)		**	ns	ns	ns	*
A × B		ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at  $P < 0.05, 0.01$ , respectively.

**Table 3.** Effect of shading agent and internal screen shading treatments on the soluble solid content, hunter value, and hardness of paprika fruit.

Cultivar	Treatment	Soluble solid (°Brix)	Hunter value <sup>z</sup>			Hardness <sup>y</sup>	
			L	a	b	Pericarp	Flesh
Cupra	Control	8.2	36.4	34.3	18.9	1,688	659
	Screen	7.8	36.7	34.9	19.6	1,685	637
	Shading agent	7.2	36.9	35.8	19.2	1,771	682
Coletti	Control	7.6	58.4	8.2	53.5	1,642	573
	Screen	7.2	57.3	8.2	48.9	1,674	586
	Shading agent	7.0	57.8	7.9	52.5	1,714	616
Significance <sup>x</sup>							
Cultivar (A)		**	**	**	**	ns	**
Treatment (B)		**	ns	ns	ns	ns	ns
A × B		ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>L, lightness; a, redness (+ red, - green); and b, yellowness (+ yellow, - blue).

<sup>y</sup>Measured by a rheometer with a probe  $\phi 5$  mm.

<sup>x</sup>ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at  $P < 0.05, 0.01$ , respectively.

되어 나타난 결과로 추정하였다.

과실의 크기는 두 품종 모두에서 무처리구에 비해 내부 스크린 처리구와 차광제 처리구에서 증가하였고, 심실수와 과피 두께는 유의성 있는 차이를 보이지 않았으며, 평균과중은 무처리구에 비해 내부 스크린 처리구와 차광제 처리구에서 10~15g 증가하였다(Table 2). 차광제와 내부 스크린 처리를 통해 유입되는 광을 차단하여 온실 내 환경을 개선하여 증산량과 호흡량을 줄이고 광합성량을 증가시켜 과일로 이동하는 에너지의 양이 증가하여 상대적으로 과실 크기와 무게가 증가하였을 것으로 판단하였다. 당도는 무처리구에 비해 내부 스크린 처리구와 차광제 처리구에서 감소하였고,

색도(Hunter value)는 차광처리의 영향이 없었으며, 경도는 차광제 처리에 의해 약간 증가하는 경향을 보였다(Table 3). 당도의 감소는 과실 크기가 증가함에 따라 고형물 함량이 감소한 것에 기인하고, 경도는 차광제 처리에 의해 과실이 커지면서 유의성은 인정되지 않지만 과육 두께가 증가하여 경도의 증가에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

상품과수는 무처리구에 비해 내부 스크린 처리구와 차광제 처리구에서 ‘Cupra’ 4~5.8개, ‘Coletti’ 7.1~9.2개 더 증가하였다(Table 4). 비상품과는 차광처리에 의해 ‘Cupra’ 0.6~3.1개, ‘Coletti’ 3.7~3.9개 감소하였는데, 특히 100g 미만의 소과가 2개 이상 줄었고

파프리카 여름재배시 차광방법이 생육과 과실특성에 미치는 영향

**Table 4.** Effect of shading agent and internal screen shading treatments on the characteristics of harvested fruits of paprika.

Cultivar	Treatment	Fruits per plant					Total
		Marketable	Unmarketable <sup>z</sup>			Total	
			Small	BER	Others		
Cupra	Control	17.7	3.5	1.3	0.4	5.2	22.9
	Screen	21.7	1.5	0.7	0.5	2.7	24.5
	Shading agent	23.5	1.4	0.4	0.3	2.1	25.6
Coletti	Control	14.7	5.0	2.4	0.7	8.0	22.7
	Screen	21.8	2.3	1.4	0.7	4.3	26.1
	Shading agent	26.9	2.3	1.1	0.7	4.1	30.9
Significance <sup>y</sup>							
Cultivar (A)		ns	**	**	**	**	ns
Treatment (B)		**	**	**	ns	**	*
A × B		ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>Small, < 100 g; BER, blossom end rot; others, diseased and bent fruits.

<sup>y</sup>ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at  $P < 0.05$ ,  $0.01$ , respectively.

**Table 5.** Effect of shading agent and internal screen shading treatments on the fruit yield of paprika.

Cultivar	Treatment	Marketable fruits (%)	Yield (kg · 10a <sup>-1</sup> )		
			Marketable	Unmarketable	Total
Cupra	Control	77.1	9,028	231	9,259
	Screen	88.8	11,456	253	11,709
	Shading agent	91.7	12,961	269	13,230
Coletti	Control	64.2	7,320	231	7,551
	Screen	83.2	11,910	253	12,163
	Shading agent	86.8	14,864	269	15,133
Significance <sup>z</sup>					
Cultivar (A)		**	ns	ns	ns
Treatment (B)		**	**	ns	**
A × B		ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at  $P < 0.05$ ,  $0.01$ , respectively.

배꼽썩음과도 감소하였다. 이러한 이유로 상품률은 무처리구에 비해 내부 스크린 처리구와 차광제 처리구에서 ‘Cupra’ 11.7~14.6%, ‘Coletti’ 19.0~22.6% 증가하였고, 차광제 처리로 인한 수량도 두 품종 모두 유의적으로 증가하였다(Table 5). 온실의 특징으로 실내의 온도가 올라가면 호흡량이 증가하는데, 이러한 생장 호흡의 증가로 생식기관이 약하게 형성되어 여름 고온기에는 낙화, 낙과, 수정불량과 등이 나타나기 쉽다. 이러한 점을 감안하여 차광제와 차광 스크린으로 유입되는 광을 차광함으로써 식물체 온도가 감소하여 증산량과 호흡량을 조절하여 작물의 생육 균형을 찾도록 환경을 개선시킨 결과 낙화, 낙과, 수정불량과 등의 비율이 줄어들어 상품과수가 많아지고, 비상품과의 비율

이 낮아져 상품율과 수량이 증가되었다고 판단된다. 또한, 여름철 파프리카에서 품질과 상품성을 떨어뜨려 수량을 감소시키는 원인 중의 하나로 꼽히는 것은 배꼽썩음과이다. 이것은 식물체내 다른기관으로 칼슘의 이동이 어려워져 과실벽에서 결핍이 일어나는 결과 발생하게 되는데, 특히 여름 고온기에는 증산량이 많아 칼슘이 과실로 이동하지 못하고 잎으로만 이동하여 배꼽썩음과 발생이 증가하게 된다(Lee 등, 2005a). 무처리구에 비해 차광제 처리구와 내부 스크린 처리구에서 배꼽썩음과의 발생이 감소한 것도 차광을 통해 식물체의 온도가 하락하여 증산량을 억제되었고, 온실 내 습도를 높여 칼슘과 물이 과실로 이동하여 나타난 결과(Mutwiwa 등, 2008)라고 판단하였다. 하지만 가시광

선에 대한 선택적 차광제의 파장대별 투과율에 따른 환경개선 정도와 작물생육의 촉진 효과 등에 대해서는 향후 더 검토되어야 할 것으로 생각된다.

## 적 요

파프리카('Cupra', 'Coletti') 여름작기 재배시 고온기 극복을 위해 내부 차광 스크린(외부광이 700W·m<sup>-2</sup> 이상일 때 차광스크린 작동하여 10~20% 차광률 유지)과 차광제 처리(차광제와 물을 1:4의 비율로 희석하여 온실 외부 지붕을 살포 30% 정도의 차광률 유지)의 효과를 분석하고자 연구를 수행하였다. PPFD는 차광제 처리구가 무처리구에 비해 30%, 내부 스크린 처리구에 비해 20% 감소시키는 효과를 보였다. 차광제 처리구에서 무처리구와 내부 스크린 처리구에 비해 PPFD의 감소시키는 효과를 보여 차광제의 차광효과가 더 높았고, 차광제 처리에 의해 온실 내 온도 감소효과가 더 높게 나타났다. 습도 부족분 변화는 무처리구와 내부 스크린 처리구의 경우 오전 9시에 최대 허용범위인 8g·m<sup>-3</sup>을 벗어나 각각 오후 2시에 최고 16.6g·m<sup>-3</sup>와 13.8g·m<sup>-3</sup>까지 도달 했지만, 차광제 처리구에서는 무처리구와 내부 스크린 처리구보다 2시간 뒤인 11시에 8.6g·m<sup>-3</sup>으로 허용 범위를 벗어났고, 오후 4시에 최고 12.1g·m<sup>-3</sup>까지 상승하여 생육환경 조건이 더 양호해졌다. 차광제 처리구와 내부 스크린 처리구에서 무처리구에 비해 엽온이 2°C, 과실의 온도가 5°C, 그리고 꽃의 온도가 3°C 정도 낮아지는 효과를 보였다. 차광제 처리구와 내부 스크린 처리구에서 무처리구에 비해 초장이 두 품종 모두에서 유의적으로 길어졌고, 분지수, 경경, 잎크기는 유의성이 인정되지 않았다. 갯빛곰팡이의 발생률은 무처리구에 비해 차광제 처리구에서 품종에 따라 14.7~22.1% 감소하는 효과가 있었다. 과실크기는 차광처리에 의해 두 품종 모두에서 무처리구에 비해 증가하였으나, 심실수, 과피 두께는 유의한 차이를 보이지 않았다. 과육의 무게는 차광제 처리구와 내부 스크린 처리구에서 10~15g 증가하였지만, 당도는 감소하는 경향을 보였다. 차광에 따른 색도는 차이가 없었고, 경도는 차광 시 약간 증가하는 경향을 보였다. 수량은 무처리구에 비해 차광제 처리구와 내부 스크린 처리구에서 상품율이 11.7~22.6% 증가하였고, 상품과수는 4.0~12.2개로 증가했다. 따라서 무처

리구에 비해 차광제 처리구에서 여름철 고온기의 극복에 효과가 있는 것으로 나타났다.

**주제어** : 광량자속밀도, 식물체 온도, 스크린, 차광제

## 사 사

본 논문은 2010~2012년 농림수산식품기획평가원(IPET)에서 지원한 주요 시설재배 작물용 수입대체 수경재배 배지 및 차광제 개발 과제의 연구비로 수행되었음.

## 인 용 문 헌

- Ahmadi, A.B. and M.A. Stevens. 1979. Reproductive responses of heat-tolerant tomatoes to high temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:692-694.
- An, C.G., Y.H. Hwang, H.S. Yoon, J.S. Shim, J.U. An, and Y.H. Chang. 2010. Effects of shading agent on growth and yield of paprika. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(Supplement 1):172(Abstract).
- 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-Environment Control 18:297-301.
- Huh, J.C., D.H. Choi, J.H. Lim, C.S. Lee, and K.S. Hwang. 2000. An examination on cooling effects according to locations of solar shade of single span plastic greenhouse. Proc. of the Spring Season Conference of Soc. of the Bio-Environment Control 9:22-25.
- Kim, Y.B., J.C. Park, S.K. Lee, S.T. Kim, W.J. La, M.R. Huh, and S.W. Jenong. 2006. Analysis of cooling effect on the plastic film cover of greenhouse modular depending on the shade and water curtain. J. Bio-Environment Control 15:306-316.
- Kong, S.H. 1999. A study on distribution of dry bulb temperature and indoor environment control system of paprika greenhouse in summer season. Solar Energy 19:59-65.
- Lee, H.W., S.G. Lee, G.D. Kim, and J.W. Lee. 2000. Methods to raise the efficiency of external shading in greenhouse. Proc. of the Bio-Environment Control 9(2):124-127 (in Korean).
- Lee, J.H., J.F. Lee, D.J. Myoung, S.D. Lee, and B. Helleman. 2005a. Blossom end rot. p.121-122 in J.H. Lee (eds.) Greenhouse environment control and cultivation of paprika. Sion. Korea.
- Lee, J.H., J.F. Lee, D.J. Myoung, S.D. Lee, and B. Helleman. 2005b. Botrytis disease. p.148 in J.H. Lee



- (eds.) Greenhouse environment control and cultivation of paprika. Sion. Korea.
10. Lee, J.H., Y.B. Lee, J.K. Kwon, N.J. Kang, H.J. Kim, Y.H. Choi, J.M. Park, and H.C. Rhee. 2006. Effect of greenhouse cooling and transplant quality using geothermal heat pump system. *J. Bio-Environment Control* 15:211-216.
  11. Lee, S.G., H.W. Lee, K.D. Kim, and J.W. Lee. 2001. Effect of shading rate and method on inside air treatment change in greenhouse. *J. Bio-Environment Control* 10:80-87.
  12. Lee, S.G., J.W. Lee, and H.W. Lee. 1998a. The influence of outside temperature upon shading effect in greenhouses. *Proc. of the Kor. Soc. of Agricultural Engineers 1998 Conference*. p. 243-249.
  13. Lee, S.G., J.W. Lee, H.W. Lee, and Z.H. Lee. 1998b. The effect of shading on the inside temperature of greenhouses. *Proc. of the Kor. Soc. for Bio-Environment Control 1998 Conference*. p. 33-38.
  14. Myoung, D.J., J.P. Lee, W.J. Jeong, G.C. Chung, S.G. Kim, and J.H. Lee. 2008. Correlation between radiation and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in glasshouse. *Proc. of the Kor. Soc. of Agricultural and Forest Meteorol. & the Kor. Soc. for Bio-Environment Control Conference*. 17(1):545-547.
  15. Mutwiwa, U.N., H.J. Tantau, B. von Elsner, and J. Max. 2008. Effects of near infra-red reflection greenhouse cooling on blossom-end rot and fruit cracking in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Afr. J. Hort. Sci.* 1:33-43.
  16. Puri, V.M. 1986. Feasibility and performance curves for intermittent earth-tube heat exchangers. *Trans. ASAE* 29:525-532.
  17. Puri, V.M. 1987. Earth-tube heat exchangers performance correlation using boundary element method. *Trans. ASAE* 30:514-520.
  18. Rural Development Administration (RDA). 1997. Theory and application to cultivation of crop physiology. p. 304-330.
  19. Tai, N.H., J.S. Park, T.I. Ahn, J.H. Lee, D.J. Myoung, Y.Y. Cho, and J.E. Son. 2010. Analysis of relationship among growth, environmental factors and transpiration in soilless culture of paprika plants. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28:59-94.
  20. Woo, Y.H. 2000. The technology for effective growing management of horticultural crop at summer season. National Agricultural Mechanization Research Institute. Rural Development Administration. p. 5-30.