

## 고온기 멜론 시설재배 시 자재별 차광 효과

이재한<sup>1</sup> · 이종섭<sup>2</sup> · 권준국<sup>2</sup> · 여경환<sup>3</sup> · 방지웅<sup>1</sup> · 김진현<sup>1</sup> · 이충근<sup>2</sup> · 박경섭<sup>4</sup> · 명동주<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 시설원예연구소 농업연구사, <sup>2</sup>국립원예특작과학원 시설원예연구소 농업연구관,

<sup>3</sup>국립원예특작과학원 채소과 농업연구사, <sup>4</sup>국립목포대학교 원예학과 교수, <sup>5</sup>씨너스 대표이사

## Effects of Shield Materials on the Growth and Yield Characteristics of Melon Grown inside a Plastic Greenhouse in Summer Season

Jae Han Lee<sup>1</sup>, Jung Sup Lee<sup>2</sup>, Joon Kook Kwon<sup>2</sup>, Kyung Hwan Yeo<sup>3</sup>, Ji Woong Bang<sup>1</sup>, Jin Hyun Kim<sup>1</sup>,  
Chung Keun Lee<sup>2</sup>, Kyoung Sub Park<sup>4</sup>, and Dong Ju Myung<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Researcher, Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

<sup>2</sup>Senior Researcher, Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

<sup>3</sup>Researcher, Vegetable Research Division NIHHS, RDA, Wanju 55365, Korea

<sup>4</sup>Professor, College of Natural Sci. Mokpo National University, Muan 58554, Korea

<sup>5</sup>President, SUNINUS, Gangjin 59241, Korea

**Abstract.** This Experiment was conducted to determine the effects of light shield materials when melon grown inside a plastic greenhouse in summer season. The average temperatures were 36.6°C, 34.5°C and 34.0°C respectively for the control(non-shield), coating agent, and the white net. The light transmittances were 69% and 75%, respectively inside the greenhouse treated with the coating agent and white net immediately after applicants, compared with that inside the control greenhouse. At the 40 and 80 days after treatment, the light transmittances for the coating agent were 92% and 98%, respectively, indicating it was slowly decomposed and removed, but there was no change in the transmittance for the white net. While the leaf number did not differ among the treatments, the plant height was higher in the white net and shading agent than in control. The weight of the leaves, fresh-weight and dry-weight were no different from that of shading, but it became heavier in the later stages. The marketable fruit yield was increased by 6% for white nets and 5% for the coating agent compared to control, there was no statistical significance. Therefore, coating agent is considered as an effective method to lower temperature during high temperature period, but it is preferable to use it in consideration of cultivation period, because the coating agent is gradually removed.

**Additional key words :** coating agent, solar radiation, thermal imaging, transmittance

## 서 론

국내 시설원예는 겨울철 보온 중심의 재배에서 온실의 자동화, 대형화와 더불어 환경제어 기술이 발전하면서 재배기간이 점차 늘어나 고온기에 시설 재배하는 농가가 증가하고 있다. 그러나 고온기 시설 내부의 온도가 필요 이상으로 상승하는 기간이 3-4개월 이상 되어 고온장애와 품질 저하는 물론이고 작업환경을 악화시키는 등 많은 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 고온기에 시설 내 작물을 재배하기 위해서 사용하기 편리하고 경제성 있는 냉방기술의 도입이 필요하다(Kim

등, 2006; Ha 등, 2012; Lee 등 2016).

최근에 온실의 냉방을 위해서 보다 적극적인 방법으로 지열 공기열 등 히트펌프를 이용한 냉방시스템이 재배시설에 설치되고 있는데 에너지 효율성은 높지만 초기 투자비가 과도하여 농가에 부담으로 작용한다(Lee 등, 2006). 그래서 시설재배 농가에서는 차광, 환기, 포그냉방 등 경제적인 부담이 적은 기술에 관심이 많은 편이다. 온실의 내부로 유입되는 광을 줄이는 차광을 하는데, 내부 차광은 개폐장치의 설치 및 운용이 편리하지만 온도하강 효과는 낮은 편이고, 외부 차광은 온도하강 효과는 높지만 설치 및 운용하는데 불편하다. 포그냉방은 물이 기화할 때 약 539kcal·L<sup>-1</sup>의 열을 흡수하여 냉각되는 원리를 이용하기 때문에 물을 많이 증발시켜야 온실 내부 온도를 최대한 낮출 수 있다(Yu 등, 2002). 기화열을 이용하는 포그 냉방은 이론적으로 습구의 온도까지 온도를 낮출 수 있는데, 물 사용량, 물 입자의 크기, 살

\*Corresponding author: ds1103@hanmail.net

Received May 11, 2021; Revised September 28, 2021;

Accepted October 1, 2021

포의 균일도 및 상대습도 등에 따라 온도 저감 효과가 다르다 (Ozturk, 2006). 포그냉방에서 상대습도가 높을 경우에는 증발 효율이 떨어지게 되므로 온실의 환기효율을 높이거나, 차광 혹은 보다 적극적인 냉방기술을 강구할 필요가 있다. 히트펌프 등 냉 동기를 이용하는 방법은 편리한 측면이 있지만 과도한 비용이 소요되기 때문에 부가가치가 높은 품목을 중심으로 일부 농가에서 이용되고 있다(Lee 등, 2006; Lee 등, 2001; Woo, 2000). 그래서 시설재배 농가에서는 과도한 시설투자를 하지 않고 저비용 고효율의 냉방기술에 많은 관심을 가지게 한다.

Jung 등(2011)은 태양으로부터 단파복사에너지가 유입될 때 차광자재의 특성에 따라 단파복사의 흡수 및 방출 그리고 흡수된 단파복사에너지를 장파복사로 보유 또는 방출된다. 차광도포제를 이용하는 방법은 초기투자비와 유지관리비가 저렴하고 다양한 수준의 선택적인 광차단과 투과가 가능하다는 장점이 있어 시설 내 고온극복을 위한 보조수단으로 활용성이 높은 편이다. 차광도포제를 이용하는 기술은 유럽, 미국 등 농업선진국에서 연구는 물론이고 생산농가에 고온억제 수단으로 활용하고 있으나, 국내에서는 최근에 연구가 진행되어 국산 차광도포제 개발 및 농가 보급은 초기 단계이다. 차광도포제는 사용하기 편리하고 저렴한 가격으로 온도를 낮출 수 있는 장점이 있으나 고온기가 지난 이후에도 피복재의 외부에 부분적으로 남아 있어서 별도의 제거작업이 필요한 경우도 있다. 특히 유리온실, PO계 장기성 필름 보급이 확대되면서 온실 외부에 처리할 수 있는 차광도포제를 활용하는 농가는 늘어날 것으로 판단된다. 본 시험은 온도저하 방법으로 외부에 설치하는 백색차광망(Cool net)과 차광도포제를 플라스틱 온실에 적용하여 고온기 시설 내부의 온도하강 효과와 멜론의 생육 및 품질에 미치는 영향을 검토하여 농가소득을 올릴 수 있는 방안을 제시하고자 수행하였다.

힘작물은 “얼스 버킹검”(Lucky seed Co.) 멜론을 이용하였다. 파종은 육묘용 상토(토실, ㈜신안그로, Korea)를 72공 플러그 트레이에 충전한 후 5월 19일 준비한 종자를 파종하고, 6월 12일에 시험온실에 정식을 하였다. 차광도포제는 energy saver(Noroo paint Co. Ltd., Korea)를 사용하였으며, 물과 차광도포제를 6:1의 비율로 혼합하여 충분히 교반한 후 동력분무기를 이용하여 6월 2일 플라스틱 온실 외부에 살포하였다. 백색차광망은 쿨넷(Cool net, (주)코레곤)를 온실 외부 피복재에 부착하여 고정하였으며, 차광을 하지 않은 온실을 대조구로 두었고, 처리구 모두 권취식 측창을 개방하여 자연환기가 되도록 하였다. 초장, 엽수, 엽면적, 엽 생체중, 지상부 생체중 등 식물체의 생육조사를 정식 후 15일(6월 27일), 28일(7월 10일), 42일(7월 24일)에 각각 10주씩 3반복으로 하였다. 정식 78일 후에 수확을 한 후 과실의 무게와 과고 및 과폭, 과육 두께, 당도 등 수량과 품질 특성을 20주씩 3반복으로 조사하였다.

각 처리별로 지표면에서 1.8m 높이에 센서를 설치하여 온도(CS 500, Campbell, USA) 및 일사량(Li-190SA, Li-COR Inc., USA)을 연속 측정 후 데이터로거(CR 23X, Campbell, USA)에 저장하였다. 광투과율은 분광광도계(Li-1800, Li-COR, Inc., USA)를 이용하여 맑은 날 파장대별 광량을 측정하였다. 광합성 속도는 오전(09:00 - 12:00)에 광합성 측정기기(Li-6400, Li-COR, Inc., USA)를 이용하여 생장점에서 3번째 전개된 엽을 각각 5주씩 측정하였다. 온실의 구조물 및 작물체 온도는 열화상 카메라(Testo 890, Testo Co., Germany)의 이미지를 활용하여 분석하였다. 시험결과는 SAS 프로그램을 이용하여 통계 분석을 실시하였으며 Duncan의 다중검정으로 처리 간 평균값을 비교하였다.

재료 및 방법

결과 및 고찰

본 시험은 Fig. 1과 같이 국립원예특작과학원 시설원예연구소의 온실 폭 7m, 길이 30m 규모의 온실에서 실시되었으며 시

Table 1은 처리기간 동안 온도를 조사한 결과, 주간 최고온도는 40°C를 상회하는 경우가 많았지만 온도가 가장 높은 시



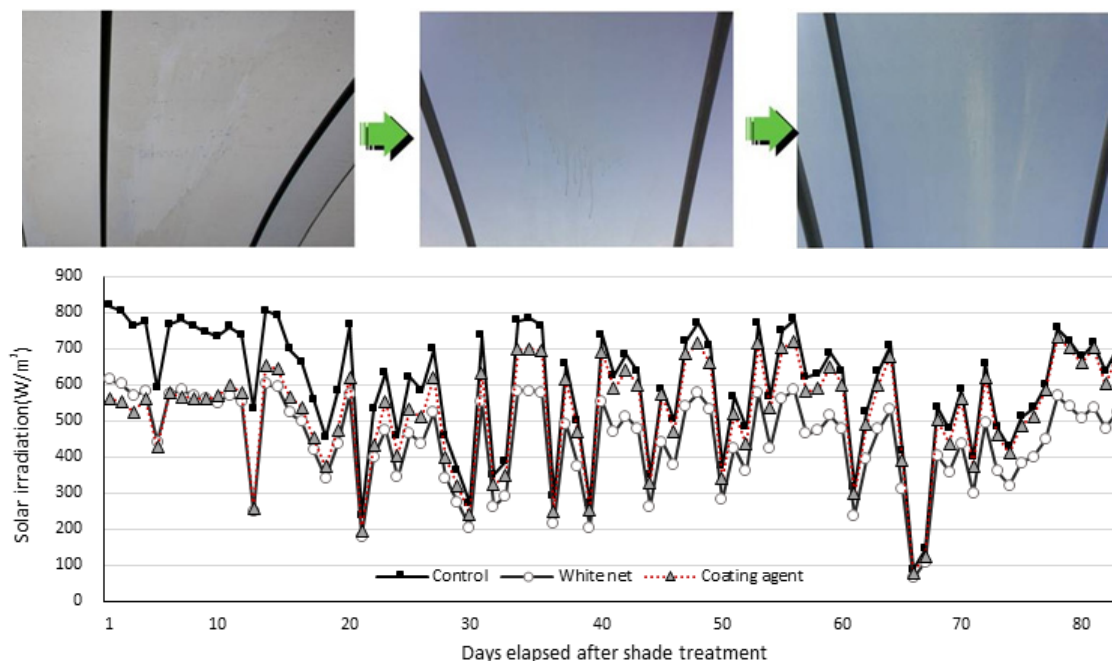
Fig. 1. Greenhouse used for light-shielded test.

**Table 1.** Temperature in the greenhouses as affected by light shield treatments.

Treatment	Average temperature <sup>z</sup> (°C)		Monthly Highest Temperature Average <sup>y</sup> (°C)		
	Day	Night	Jun. 15–30	Jul. 1–15	Jul. 16–25
Control	36.6	25.5	36.5	35.6	38.6
Coating agent	34.5	25.1	33.8	33.4	36.4
White net	34.0	25.0	33.6	33.1	35.7

<sup>z</sup>Average temperature: Day (10:00–17:00), night (22:00–06:00)

<sup>y</sup>Monthly highest temperature average: 12:00–15:00



**Fig. 2.** Changes in solar radiation of the greenhouses coated with coating shading agent and covered with white shading net. Date were highest for an hour during the day, from 7 June to 26 August, 2017.

간(12:00 – 15:00)의 평균온도는 무차광 온실이 36.6°C, 차광도포제는 34.5°C, 백색차광망은 34°C로 조사되었다. 시기별 평균 최고온도변화를 보면, 6월 15일에서 30일까지는 무차광에 비해서 차광도포제는 2.7°C, 백색차광망은 2.9°C 낮았고, 7월 1일에서 15일까지는 무차광에 비해서 차광도포제는 2.2°C, 백색차광망은 2.5°C 낮았고, 7월 16일에서 25일까지는 무차광에 비해서 차광도포제는 2.2°C, 백색차광망은 2.9°C 낮게 나타나 차광도포제 보다 백색차광망에서 온도하강 효과가 높았다. 이러한 결과로 볼 때 Kwon 등(2001)의 보고와 Shimachi (1998)의 보고와 같이 시설 내 주간온도는 광투과율과 직접적인 관계가 있으며, 백색차광망은 설치 이후에도 차광율의 변동이 없으나 차광도포제는 살포 후 일정기간이 경과하면 도포된 도막이 서서히 제거되어 일사량이 시설 내로 유입되어 영향을 주었다는 결과와 유사한 경향을 확인 할 수 있었다.

Fig. 2는 차광자재 처리 후 온실 내부 광투과율 변화를 조사한 결과이다, 광투과율은 차광도포제를 살포한 직후의 무차광에 비해서 차광도포제는 69%, 백색차광망은 75% 이었다. 그러나 차광도포제는 살포 20일, 40일, 60일 및 80일 이후의 광투과율은 각각 80%, 92%, 95%, 98%로 조사되어 시간이 경과됨에 따라 차광도포제는 도막이 분해되고 서서히 제거되었지만, 백색차광망은 광투과율 75%로 변화가 거의 없었다. 일반적으로 여름철 시설재배는 광은 충분한데 고온에 의하여 정상적인 생육이 어렵기 때문에 온도를 낮추기 위하여 차광, 환기 등이 필요하지만(Baille, 1999; Cockshull, 1992; Athanasios 과 Kiuming, 1997), 과도한 차광은 일사량 부족으로 작물이 연약하게 생육하거나 동화산물이 부족할 수 있어(Jefferson 과 Muri, 2007; Han 등, 2012), 차광을 할 때에는 작물별 적절한 차광률을 선택하는 것이 중요함을 강조하였다(Kim 등

고온기 멜론 시설재배 시 자재별 차광 효과

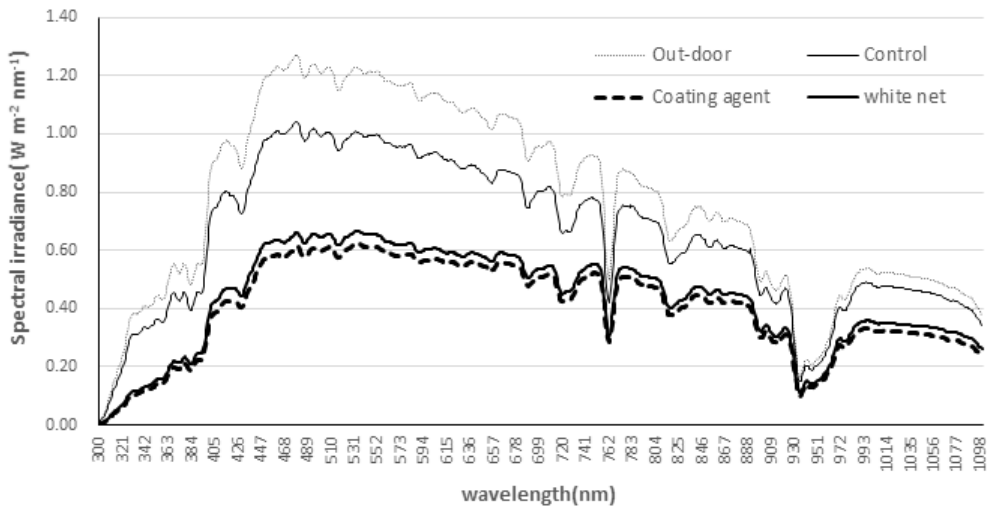


Fig. 3. Solar radiation spectral distribution in greenhouses coated with white shading agent and covered with white shading net, 7 June, 2017.

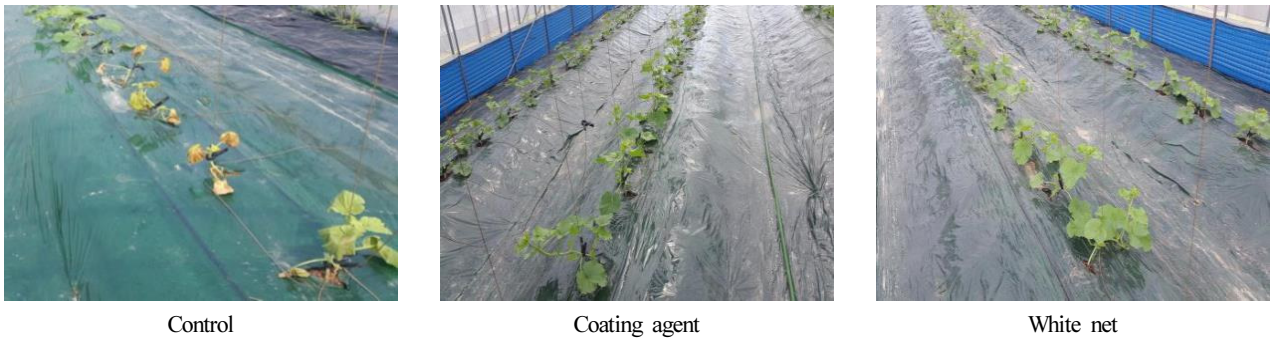


Fig. 4. Growth condition after planting by light shield material when growing melons in summer facilities.

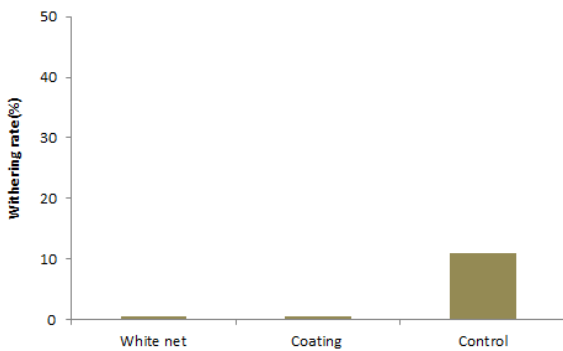


Fig. 5. Rate of damage caused by high temperature by light shield material when growing melon in summer facilities.

2015; Ha 등 2012). 따라서 차광도포제를 사용할 때 제품을 특성을 고려해서 여러 번 살포하는 것도 고려해 볼 필요가 있다고 생각된다.

Fig. 3은 차광도포제 및 백색차광망 처리 5일 후 시험온실 내의 태양 스펙트럼 분포를 조사한 결과이다. 300-380nm의

자외선 투과율은 처리 간에 차이는 크지 않았으며 차광도포제는 30.2%, 백색차광망은 33.5% 수준이었다. 400-700nm의 광합성 유효광(photosynthetically active radiation, PAR)의 투과율은 차광도포제는 49.4%, 백색차광망은 52.9% 수준이었다. 그리고 작물의 생장속진 보다 시설 내 온도를 높이는 데 많이 작용하는 700-1,100nm의 근적외선(near infrared, NIR)의 투과율은 차광도포제는 59.8%, 백색차광망은 64.3%로 Lee 등이 (2016) 보고한 광파장별 차광률에 따른 결과와 같이 차광률이 높을수록 투과율은 감소하였다. 전체 광량의 투과율에 있어 무차광, 차광도포제 및 백색차광망은 외부에 비해서 각각 85.2%, 52.5% 및 56.5% 수준이었다. 차광에 따른 광파장을 분석한 결과 모든 처리구에서 UV 4-5%, PAR 4-5%, NIR 4-5%로 차광 정도에 비례해서 감소되는 것으로 나타나 시험에 사용한 차광도포제 및 백색차광망은 전체 광을 차단하는 것으로 판단되었다. 또한 초기에는 차광도포제에서 투과율이 낮았으나 도포 10일 후에는 백색차광망과 유사하였으며, 도포 30일 후에는 백색차광망보다 광투과율이 높았다.



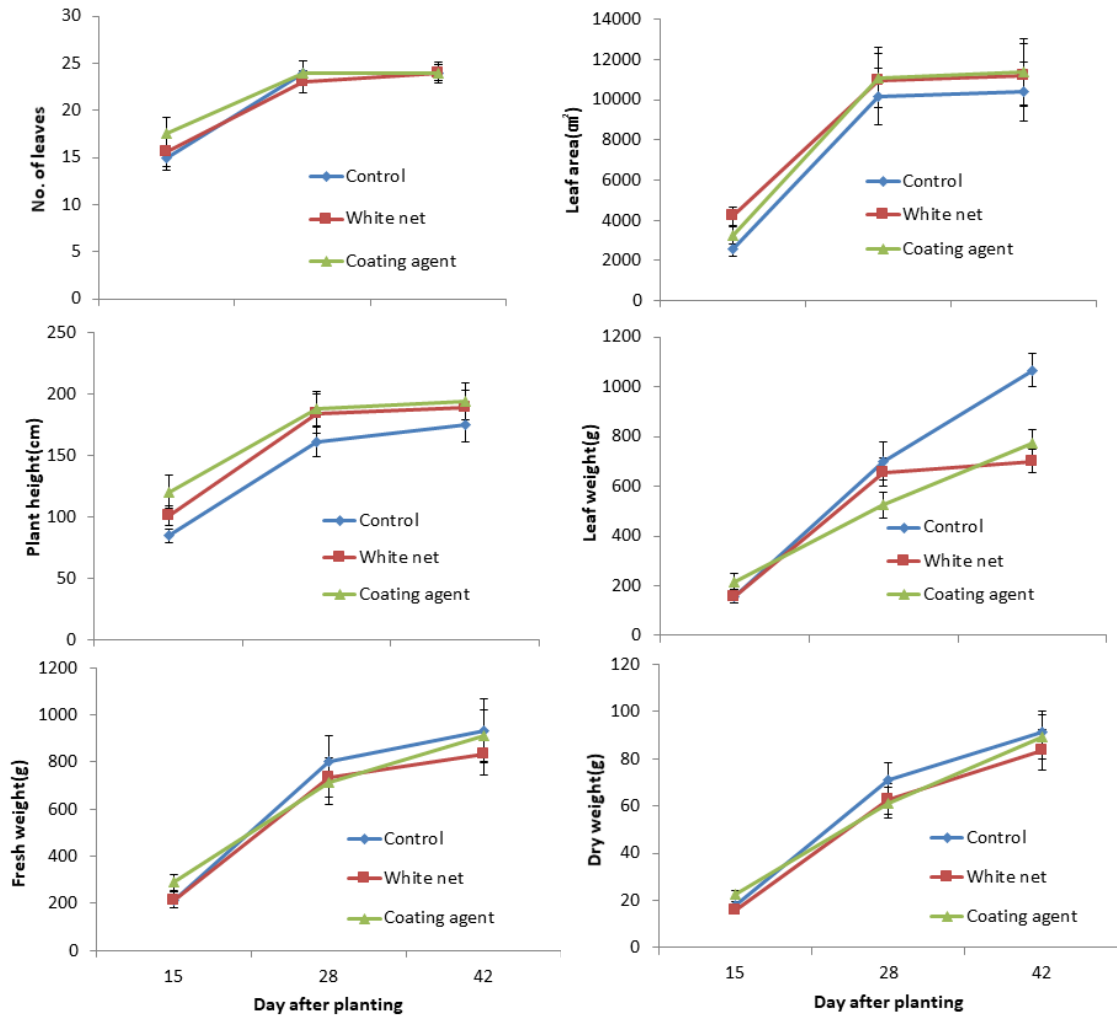


Fig. 6. Growth characteristics of melon cultivated under light shield materials in the plastic greenhouses at hot summer season.

Fig. 4와 Fig. 5는 정식 후 10일이 경과한 시점에서 생육을 조사한 결과이다. 백색차광망과 차광도포제는 고사주가 발생되지 않았으나, 무차광은 정식 개체의 11%가 고사하였다. 무차광 온실에서는 Table 1, Fig. 2에서와 같이, 강한 일사와 높은 기온으로 인해 정식 후 뿌리가 충분히 활착되고 발육하지 못해 수분의 흡수 부족 현상 등이 일어난 것으로 판단된다.

Fig. 6은 멜론 정식 30일 후 14일 간격으로 생육을 조사한 결과이다. 엽수는 차광도포제에서 초기에는 많았으나 생육이 진전되면서 처리 간에 차이가 없었다. 초장은 무차광 구에서 억제되는 경향이었고 백색차광망과 차광도포제 처리구에서 큰 것으로 나타났다. 엽면적 또한 무차광 구에서 가장 적었는데 백색차광망과 차광도포제 처리구에서는 비슷한 경향이였다. 엽중의 경우 초장, 엽면적 등과 다르게 차광도포제와 백색차광망 처리에 비해서 무차광이 초기에는 차이가 없었으나 수확기로 가면서 더 무거워졌다. 이러한 결과는 강한 일사량에

적응하면서 엽면적, 초장, 엽수는 적었지만 엽의 두께가 두꺼워지는 경향이 있었는데 이것이 지상부 생체중과 건물중이 증가한 원인으로 추정된다.

Fig. 7은 차광자재별 열화상 특성을 조사한 결과이다. 무차광 온실은 내부 골조의 온도가 48 - 49°C까지 상승하였고, 식물체의 온도는 37.2 - 38.7°C이었다. 백색차광망은 내부 골조의 온도가 35.2 - 38.4°C까지 상승하였고, 식물체의 온도는 30.2 - 35.2°C이었다. 그리고 차광도포제는 내부 골조의 온도가 43 - 44.3°C까지 상승하였고, 식물체의 온도는 33.2 - 35.2°C이었다. 무차광의 경우 시설내부로 유입되는 일사량이 많았지만 차광도포제와 백색차광망 처리구는 차광 자재에 의해서 유입되는 일사량이 감소되었던 것이 주요한 원인으로 판단되었다.

Table 2는 차광 처리에 따른 멜론 식물체의 광합성 속도를 측정된 결과이다. 광합성 속도, 기공전도도, 증산 속도는 무

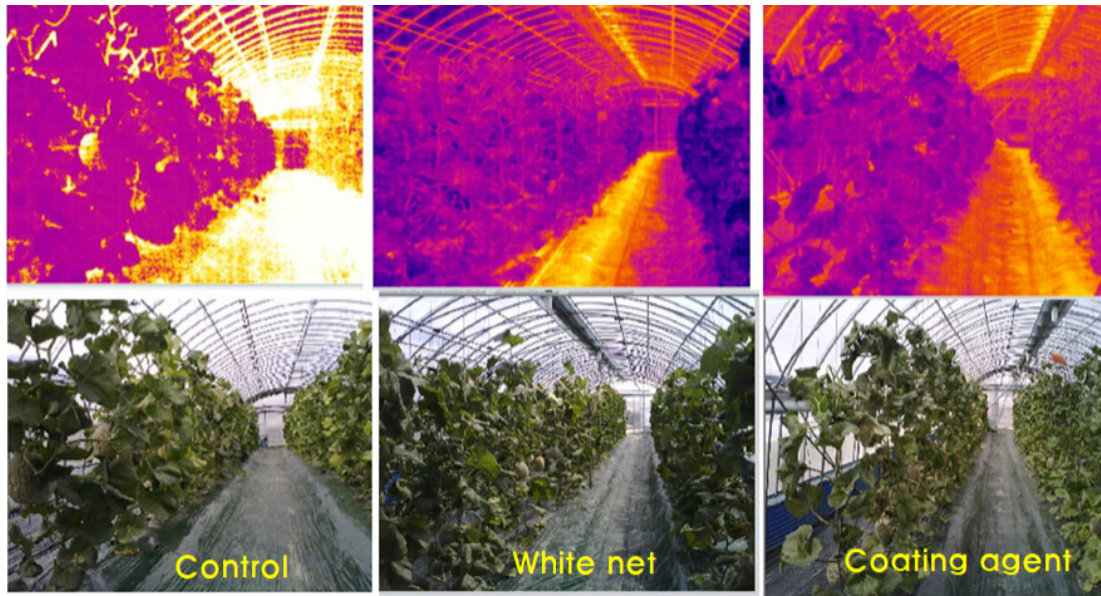


Fig. 7. Thermal imaging characteristics of plastic greenhouses in summer, 24 August, 2017.

Table 2. Gas exchange parameters of the melon plants cultivated under light shielding material in a plastic greenhouses at hot summer season, 23 June, 2017.

Treatment	Gas exchange parameters <sup>z</sup>		
	An ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	gs ( $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Tr ( $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )
Coating agent	24.9 b <sup>y</sup>	1.56 ab	10.36 b
White net	23.9 b	1.47 b	9.98 b
Control	26.1 a	1.63 a	11.19 a

<sup>z</sup>An-Photosynthesis, gs-Stomatal conductance and Tr - Transpiration rate.

※ Flow 500 $\mu\text{mol/s}$ , CO<sub>2</sub> 400 $\mu\text{mol/mol}$ , Temp 25°C, PAR 1,500 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$

<sup>y</sup>Mean comparison within a column by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

차광이 차광 처리구에 비해서 모두 유의성 있게 높았고, 차광 처리 간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 기공전도도와 증산율은 광합성 속도와 비례해서 차광 수준이 높을수록 감소하였다.

Fig. 8, Table 3은 차광자재별 과실특성을 조사한 결과이다. 과고, 과폭 등 과실은 무차광 처리가 백색차광망, 차광도포제보다 큰 것으로 나타났고, 당도의 경우에는 무차광 처리구에서 차광 처리한 것보다 높았다. 광 요구도가 높은 참외나 멜론은 광 투과율이 떨어지는 조건에서는 엽면적, 근장, 생체중, 건물중, 엽록소 함량과 광합성률이 감소되며 과중이 작아지고 자당의 축적량도 감소한다(Sin 등, 1991). 그러나 여름철 고온기에는 지나친 열 축적에 의한 고온화 현상으로 장애를 받게 되기 때문에 차열망이나 차광도포제의 처리, 저압포그, 환기팬 등을 이용한 냉방이 필요하다고 하였다(Lee 등, 2016; Shin 등, 2016).

한편 고온기에 온도를 낮추는 것도 중요하지만 과도한 차광은 광 부족 현상을 초래해 생장에 불리하게 작용하는 것으로(Kang 등, 2010) 보고하였으며, 본 연구에서도 차광 처리구에서 오히려 과실의 당도가 저하되는 양상을 보였으나 유의성은 없었다. 과중 또한 무차광처리구에서 높게 나타났으나 정식 초기에 고사하는 주가 발생하여 총 상품수량은 무차광에 비해서 백색차광망과 차광도포제 처리구에서 각각 6% 및 5% 증수되는 것으로 조사되었다.

결론적으로 차광도포제와 백색차광망 등은 시설 내부의 온도를 낮춤과 동시에 일사량을 적절하게 유지 할 수 있기 때문에 여름철 시설재배에서 고온회피 수단으로 많은 도움을 줄 것으로 판단된다. 그렇지만 차광 수준 및 차광시기 등에 따라 작물별로 양상이 다르게 나타날 수 있기 때문에 광 요구도를 고려해서 활용하는 것이 필요하다. 또한 고온기 시설 재배시 저압포그나 강제 환기 등을 병행해 냉방효율을 높일 수 있



Fig. 8. The appearance of melon fruit grown in the greenhouses coated with white agent and covered with black shading net.

Table 3. Fruit characteristics of melon by light shielding material in a plastic house in summer, 28 August, 2017.

Treatment	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Flesh thickness (mm)	Soluble solids (°Bx)	Fruit weight (g)	Markertable fruit yield (kg/10a)
Coating agent	17.4	15.2	35.6	14.1	2,033	4,066b
White net	17.5	15.2	34.2	13.7	2,045	4,090b
Control	17.6	15.3	35.7	14.6	2,167	3,857a
	NS <sup>2</sup>	NS	NS	NS	NS	

<sup>2</sup>Mean comparison within a column by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

지만 경제성 등을 면밀히 검토할 필요가 있다. 백색차광망은 일사량이 부족할 경우 견어 두었다가 재설치하거나 자동차광 시설을 이용할 수 있으나 추가적인 부담이 발생될 수 있으며, 도포제를 이용하는 차광 방법은 저비용으로 온도를 낮출 수 있어 경제성은 있으나 처리 후 서서히 지워지기 때문에 추가로 살포해야하는 단점이 있다. 따라서 냉방기술별 장단점을 파악한 후 작물이나 용도에 맞게 사용하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

## 적 요

고온기 시설멜론 재배 시 저비용 고효율의 개발하기 위하여 차광 자재별 이용 효과를 구명하고자 수행하였다. 차광처리에 따른 평균온도는 무차광이 36.6°C, 차광도포제는 34.5°C, 백색차광망은 34°C로 조사되었다. 도포제 살포 직후에 투광률이 무차광에 비해서 차광 도포제 처리구는 69%, 백색차광망 처리구는 75% 이었으나, 40일 및 80일 후 차광 도포제 처리구의 투광률이 각각 92% 및 98%로 높아져 처리된 차광도포제가 서서히 제거되는 것을 알 수 있었으며, 백색차광망 처리구는 시간의 경과에 따른 투광률의 변화가 거의 없었다. 생육에 있어 엽수는 처리 간에 차이가 없었고, 초장은 무차광에

비해 백색차광망과 차광도포제 처리구에서 높게 나타났다. 엽중, 생체중, 건물중의 경우 차광 처리구에 비해서 무차광에서 정식 42일 후에는 더 무거운 것으로 나타났다. 총 상품수량은 무차광에 비해서 백색차광망과 차광도포제가 각각 6% 및 5% 증수되었다. 따라서 고온기 간편하게 온도를 낮출수 있는 방법으로 차광도포제는 효과적이나 서서히 제거되기 때문에 재배 시기를 고려해서 사용하는 것이 바람직하다고 생각되었다.

**추가 주제어 :** 차광도포제, 일사량, 열화상, 광투과율

## 사 사

이 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원원 농업기술개발 연구사업(과제번호: PJ013872) 지원에 의해 이루어진 것임.

## Literature Cited

Athanasios P., and H. Xiuming 1997, Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity and energy use. *Sci Hortic* 70:165-178. doi:10.1016/S0304-4238(97)00054-X

- Baille A. 1999, Greenhouse structure and equipment for improving crop production in mild winter climates. *Acta Hort* 491:37-48. doi:10.17660/ActaHortic.1999.491.4
- Cockshull K.E. 1992, Crop environments. *Acta Hort* 312: 77-86. doi:10.17660/ActaHortic.1992.312.9
- Ha J.B., C.S. Lim, H.Y. Kang, Y.S. Kang, S.J. Hwang, H.W. Mun, and C.G. An 2012, Effect of shading methods on growth and fruit quality of paprika in summer season. *J Bio-Env Con* 21:419-427. (in Korean)
- Han S., Y. Song, S. Ahn, H. Lee, J. Lee, M. Chung, and K. Park 2012, Difference of growth and root characteristics of sweetpotato by cultivated region. *Korean Journal of Crop Science* 57:262-270. doi:10.7740/kjcs.2012.57.3.262
- Jefferson P.G. and R. Muri 2007, Competition, light quality and seedling growth of russian wild rye grass (*Psathyrostachys juncea*). *Acta Agronomica Hugarica* 55:49-60.
- Jung I.S., D.H. Cho, and B.Y. Lee 2011, Analysis of radiative characteristics at urban area by observation in summer season. *J Korean Solar Energy* 31:133-144. (in Korean) doi:10.7836/kses.2011.31.3.133
- 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.
- Kim Y.B., J.C. Park, S.K. Lee, S.T. Kim, W.J. La, M.R. Huh, and S.W. Jeong 2006, Analysis of cooling effect on the plastic film cover of greenhouse module depending on the shade and water curtain. *J Bio-Env Con* 15:306-316. (in Korean)
- Kim Y.J., H.M. Kim, and S.J. Hwang 2015, Using of Shade Agent for High Quality Tomato Plug Seedling Production on Summer Season. *J Agric Life Sci* 49:81-88. (in Korean) doi:10.14397/jals.2015.49.3.81
- Kwon J.K., Y.H. Chio, D.K. Park, J.H. Lee, Y.C. Um, and J.C. Park 2001, Optical and physical properties of covering materials. *J Bio-Env Con* 10:141-147. (in Korean)
- Lee J.H., J.K. Kwon, Y.J. Ham, M.R. Yun, K.S. Park, H.G. Choi, K.H. Yeo, J.S. Lee, and B.K. 2016, Effects of white Wash Coating Agent on the Growth of Strawberry Seedlings in Plastic Greenhouses. *Protected Hort Plant Fac* 25:249-254. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2016.25.4.249
- 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-Env Con* 15:211-216. (in Korean)
- 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-Env Con* 10:80-87.
- Ozturk H.H. 2006, Evaporative cooling efficiency of foggig system in a rose greenhouse. *Aust J Exp Agric* 46:1231-1237.
- Shin Y.S., J.E. Lee, M.K. Kim, H.W. Do, and J.T. Park 2016, Effect of low pressure fog and external watering on the fruit quality of korean melon grown in summer. *J Bio-Env Con* 25:24-29. doi:10.12791/KSBEC.2016.25.1.24
- Sin G.Y., C.H. Jeong, and K.C. Yoo 1991, Effects of temperature, light intensity and fruit setting position on sugar accumulation and fermentation in oriental melon. *J Kor Soc Hort Sci* 32:440-446.
- Woo Y.H. 2000, The technology for effective growing management of horticultural crop at summer season. National Agricultural Mechanization Research Institute. Rural Development Administration. pp 5-30.
- Yu I.H., M.K. Kim, H.J. Kwon, and K.S. Kim 2002, Development of CFD model for estimation of cooling effect of fog cooling system in greenhouse. *J Bio-Env Con* 11:93-100. (in Korean)