

## 딸기 육묘시설에서 차광도포제 이용 효과

이재한<sup>1\*</sup> · 권준국<sup>1</sup> · 함영재<sup>2</sup> · 윤무룡<sup>2</sup> · 박경섭<sup>1</sup> · 최효길<sup>3</sup> · 여경환<sup>1</sup> · 이종섭<sup>1</sup> · 백조드<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 시설원예연구소, <sup>2</sup>노루페인트, <sup>3</sup>국립공주대학교

### Effects of white Wash Coating Agent on the Growth of Strawberry Seedlings in Plastic Greenhouses

Jae Han Lee<sup>1\*</sup>, Joon Kook Kwon<sup>1</sup>, Young Jae Ham<sup>2</sup>, Moo Ryong Yun<sup>2</sup>, Kyoung Sub Park<sup>1</sup>,  
Hyo Gil Choi<sup>3</sup>, Kyung Hwan Yeo<sup>1</sup>, Jung Sup Lee<sup>1</sup>, and Bekhzod Khoshimkhujaev<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>NOROO Paint and Coatings Co., Ltd., Anyang-si 13977, Korea

<sup>3</sup>Department of Horticultural Science, Kongju National University, Gongju 32439, Korea

**Abstract.** This study was carried out to evaluate the efficiency of white shading agent for reduction of greenhouse air temperature and to develop cost-effective cooling strategies for strawberry seedling production during hot seasons. Experiment results showed that solar radiation ( $W/m^2$ ) was reduced by 14~17% and 33~37% for 15% and 35% white wash shading treatments, respectively, in black shading net treatment solar radiation was reduced by 39~44% compared to non-shaded treatment. Measured greenhouse air temperatures in 15% and 35% white wash shading treatments were 38.4°C and 36.5°C, respectively, whereas in black shading net covered greenhouses air temperature was 35.1°C, thereby 35% and 15% shading treatments showed 3.3 and 1.9°C higher air temperatures than black net shading treatment. Crown diameter of strawberry plants in black net shading treatment was 7.5mm, and in 15% and 35% white wash shading treatments were 8.6mm and 8.3mm, respectively. Strawberry transplants grown in 35% white wash shading treatment produced the highest above ground fresh weight(7.8g), followed by 15% white wash shading(6.7g) and black net shading treatments(5.8g). Also, both 15% and 35% white wash shading treatments produced higher root fresh weight(4.1g and 4.3g) compare to black net shading treatments(2.7g).

**Additional key words :** coating agent, solar radiation, strawberry, transmittance, transplants

## 서 론

우리나라의 시설원예 산업은 1990년 이후 질적·양적으로 급속히 성장하여 시설면적이 2015년 53,611ha이며, 온실의 규모는 대형화, 자동화되고 재배기술도 발전하면서 연중 재배하는 농가도 증가하고 있다. 그러나 고온기에는 시설내부의 온도가 필요이상으로 상승하는 고온화 현상이 3개월 이상 되어서 정상적인 작물을 재배하기 곤란하기 때문에 인위적인 환경관리가 필요하다. 고온으로 인한 장애는 작물의 생장 및 품질저하는 물론이고 작업환경을 악화시키는 등 많은 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 고온기에 시설내 작물을 재배하기 위해서 냉방기술의 도입은 필요하다(Kim 등, 2006; Ha 등, 2012).

최근 신재생에너지를 이용하는 기술이 발달되면서 지열 및 공기열을 이용한 냉방시스템이 재배시설에 설치되고 있는데 에너지 효율성은 높지만 초기 투자비가 과도하여 농가에 부담으로 작용한다(Lee 등, 2006). 그래서 대부분의 시설재배 농가에서는 차광, 환기, 포그 시스템 등 경제적인 부담이 적은 냉방기술이 이용되고 있다. 차광은 시설의 내부 혹은 외부에 설치하여 온실 내부로 유입되는 광을 차단하거나, 그늘지게 하여 온도상승을 억제한다. 내부 차광은 개폐장치의 설치 및 운용이 편리하지만 온도하강 효과는 낮은 편이고, 외부 차광은 온도하강 효과는 높지만 설치 및 운용하는데 불편하다. 물의 기화열을 이용하는 포그 앤드 팬(fog and fan), 팬 앤드 패드(fan and pad)방식은 냉방효과는 높지만 상대습도가 높아 과습으로 병 발생이 우려된다. 냉동기를 이용하는 방법은 편리한 측면이 있지만 과도한 비용이 소요되기 때문에 부가가치가 높은 품목을 중심으로 일부 농가에서만 이용되고 적극적인 사용이 어려운 실정이다(Lee 등,

\*Corresponding author: lejank@korea.kr

Received September 13, 2016; Revised October 27, 2016;

Accepted November 4, 2016

2006; Lee 등, 2001; Woo, 2000).

이러한 상황에서 고온기 극복을 위하여 과다한 시설투자를 하지 않고 저비용 고효율의 냉방기술에 많은 관심을 가지게 한다. 차광제를 이용하는 방법은 초기투자비와 유지관리비가 저렴하고 다양한 수준의 선택적인 광차단과 투과가 가능하다는 장점이 있어 시설 내 고온극복을 위한 보조수단으로 활용성이 높다(An et al., 2010). 차광제를 이용하는 기술은 유럽, 미국 등 농업선진국에서 활발한 연구가 진행 중에 있으나 국내에서는 최근에 연구가 진행되어 국산 차광제 개발 및 농가 보급은 초기 단계이다. 이로 인하여 차광제를 이용하는 시설재배 농가에서는 대부분 수입에 의존하고 있으며 이러한 차광제들은 고온기가 지난 이후에도 피복재의 외부에 부분적으로 남아 있어서 별도의 제거작업이 필요한 경우도 있다. 한편 국내에서 재배하는 시설딸기의 경우 5월에서 8월까지 육묘를 하는데 이 시기에는 고온으로 양질묘 생산에 어려움이 많다. 딸기 육묘농가에서는 고온극복을 위하여 차광, 환기, 포그 등 냉방기술을 활용하거나 해발고도가 높은 고랭지에서 육묘를 하고 있어서 보다 편리하고 효율이 높은 냉방기술의 도입이 요구된다. 본 연구는 이러한 문제점을 해결하고자 생분해되는 전분, 탄산칼슘 등 천연소재를 주성분으로 개발한 차광제를 플라스틱 온실에 적용하여 시설내부의 온도하강 효과와 고온기 육묘가 이루어지는 딸기의 묘소질에 미치는 영향을 검토하고자 수행하였다.

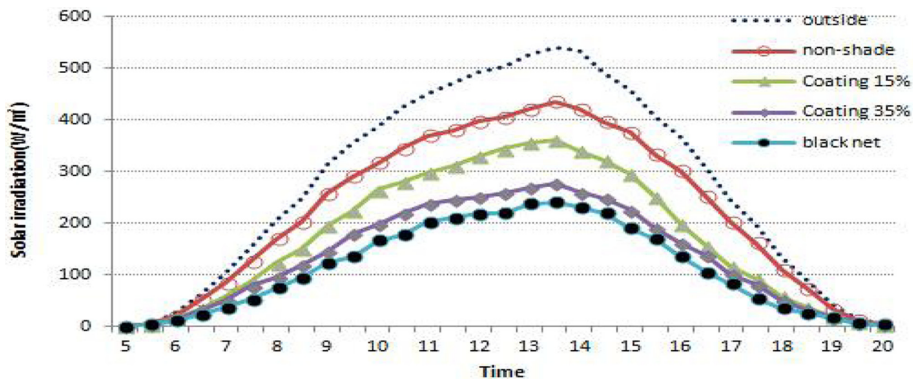
**재료 및 방법**

본 시험은 2015년 국립원예특작과학원 시설원예연구소 연구시설에서 시험작물은 “설향” 딸기를 이용하였다. 육묘 시설 내 고설벤치에서 모주를 5월 14일 정식하고 딸기 육묘용 24구 연결포트에 시판되고 있는 딸기전용 상토를 충진하여 자묘를 유인하였다. 차광제 energy

saver (Noroo paint Co. Ltd., Korea)는 탄산칼슘 40%, 옥수수에서 추출한 전분 10%, 분산제 0.5% 등으로 구성된 제품으로 처리농도는 water:coating agent를 9:1, 6:1 비율로 혼합하여 충분히 교반한 후 동력분무기를 이용하여 플라스틱 온실에 살포하였다. 처리내용에 있어 도포제를 이용한 차광구는 투광율이 무차광에 비해서 각각 15%, 35% 감소되도록 처리한 차광 15% 도포구 (Coating 15%), 차광 35% 도포구(Coating 35%) 그리고 35% 흑색차광막(Black net)를 두었다. 시험구는 모주 100주를 완전임의 배치 3반복하였고, 발생된 자묘는 딸기 측정표준재배법(RDA, 2001)에 준하여 육묘관리를 하였다. 조사내용에 있어 자묘발생수는 본엽이 3매 이상 전개된 것을 7월 10일 부터 8월 10일 까지 약 10일 간격으로 4회 실시하였다. 생육조사는 초장, 엽수, 엽장, 엽폭, 생체중, 건물중을 정식 직전인 9월 8일 시험구별로 각각 20주씩 3반복하였다. 차광에 따른 온도(CS 500, Campbell, USA), 일사량(Li-190SA, Li-COR Inc., USA)은 연속 측정된 후 datalogger (CR23X, Campbell, USA)에 저장하였다. 광투광량은 분광광도계(Li-1800, Li-COR, Inc., USA)를 이용하여 맑은 날 파장대별 분석하였다. 광합성 속도는 오전(09:00~12:00)까지 광합성 측정기기(Li-6400, Li-COR, Inc., USA)를 이용하여 딸기 생장점에서 3번째 전개된 엽을 측정하였다. 시험결과는 SAS 프로그램을 이용 Duncan의 다중검정으로 통계 분석하여 처리 간 평균값을 비교하였다.

**결과 및 고찰**

Fig. 1은 6월 차광처리에 따른 일사량(W/m<sup>2</sup>)을 조사한 결과이다. 일사량에 있어 차광 15% 도포구, 차광 35% 도포구, 흑색차광막은 외부에 비해서 각각 31~39%, 47~51%, 54~58% 감소하였고, 무차광에 비해서도 각각 14~17%, 33~37%, 39~44% 감소하였다. 흑색차광막의



**Fig. 1.** Daily course of solar irradiance in greenhouses coated with white agent and covered with black shading net. Data were recorded every 60 min from 1<sup>st</sup> to 30<sup>th</sup> June, 2015.

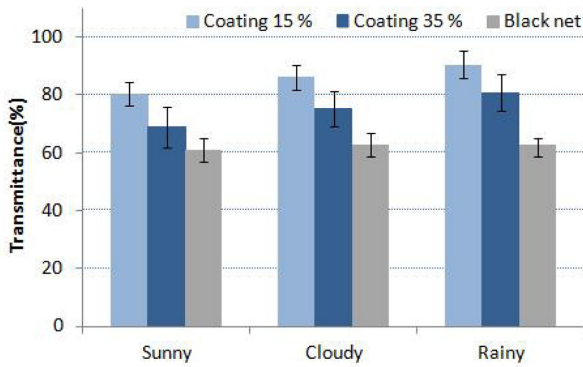


Fig. 2. Transmittance values of shaded greenhouses measured in clear, cloudy and rainy days. Transmittance values were calculated with respect to non-shaded greenhouses, which transmittance considered as 100%. Data represented here were taken from 6<sup>st</sup> June to 30<sup>th</sup> July, 2015.

일사량은 Woo 등(2005)이 외부 일사량이 900W/m<sup>2</sup>일 때 무차광은 550W/m<sup>2</sup>, 은색 알루미늄 40% 차광은 750W/m<sup>2</sup> 수준을 각각 17%, 45% 정도 투광량이 감소하였다는 보고와 같이 차광 수준에 따라서 광량이 감소되는 경향을 볼 수 있었다. 시설내부로 유입되는 광선의 양과 질은 생육 및 품질에 많은 영향을 주기 때문에 고온기 차광이 필요하지만(Baill, 1999; Cockshull, 1992; Athanasios and Kiuming, 1997), 과도한 차광은 일사량 부족이 발생할 수 있어 작물별로 광량을 적정수준으로 관리하는 것이 중요하다고 하였다(Myoung 등, 2008). Kim 등(2015)와 Ha 등(2012)은 차광제의 살포횟수 및 희석비율을 조절한 결과 시설 내로 유입되는 광량을 30%, 60%로 감소시킬 수 있어 작물별 일사량을 선택할 수 있다는 것을 보고하였는데 개발한 도포제의 희석비율을 조절한 본 시험결과를 뒷받침하였다.

Fig. 2는 6월~7월 맑은 날(500W 이상), 흐린 날(250~350W), 비오는 날(100~200W) 차광처리에 따른 투광율을 조사한 결과이다. 맑은 날에는 차광 15% 도포구, 차광 35% 도포구, 흑색차광막의 투광율이 각각 80.3%, 68.7%, 60.9%이었고, 흐린 날은 각각 86.2%, 75.1%, 62.9%, 비오는 날은 90.6%, 80.8%, 62.8%이었다. 흐리거나 비오는 날 투광율은 흑색차광막 보다 차광 15%, 35% 도포구에서 유의성은 없었으나 근소하게 높았다. 도포제의 상태를 육안으로 관찰한 결과는 제시하지 않았지만 맑은 날에는 회백색으로 불투명하게 보인 반면에 비오는 날에는 옅은 회색으로 불투명한 것이 완화되었다. 이것은 피복재에 부착된 도포제가 맑은 날 건조한 상태에서는 난반사가 많았지만, 비오는 날에는 도포제에 물이 스며들어 빈 공간을 메우게 되었고 이로 인하여 빛의 굴절률에 영향을 준 것과 도포제의 불투명한 것이

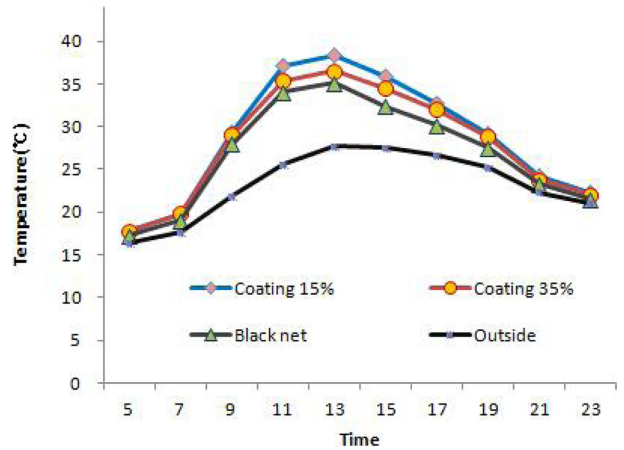


Fig. 3. Daily course of air temperature in greenhouses coated with white agent and covered with black shading net, June 23, 2015.

완화되면서 난반사를 줄어줄게 한 것이 요인으로 사료되었다.

Fig. 3은 차광처리에 따른 시설 내 온도변화를 조사한 결과이다. 외부기온이 27.7°C일 때 차광 15% 도포구는 38.4°C, 차광 35% 도포구는 36.5°C, 흑색차광막은 35.1°C이었다. 흑색차광막에 비해서 차광 15% 및 차광 35% 도포구는 각각 3.3°C, 1.9°C 더 높았는데 이러한 결과는 Kwon 등(2001)와 Shimachi (1998)가 시설 내 주간온도는 광투과율과 직접적인 관계가 있다는 보고와 같이 차광율의 차이가 시설내부로 유입되는 광량에 영향을 주어 시설내부의 온도 차이를 나타낸 것으로 판단되었다.

Fig. 4는 딸기 육묘시설에 도포제 및 흑색차광막 처리에 따른 태양복사의 스펙트럼 분포를 조사한 결과이다. 외부에 비해서 시설 내 유입된 300~380nm의 자외선 투과율은 처리 간에 차이는 크지 않았으나 차광 15% 도포구는 45.1%, 차광 35% 도포구는 34.4%, 흑색차광막은 31.1%수준이었다. 400~700nm의 광합성유효광(photosynthetically active radiation, PAR)의 투과율은 차광 15% 도포구는 64.9%, 차광 35% 도포구는 49.5%, 흑색차광막은 41.2%로 차광 15% 도포구에서 가장 높았고 흑색차광막이 가장 낮았다. 그리고 작물의 성장촉진 보다는 시설 내 온도를 높이는데 많이 작용하는 700~1100nm의 근적외선(near infrared, NIR)의 투과율은 차광 15% 도포구는 77.7%, 차광 35% 도포구는 59.2%, 흑색차광막은 49.2%이었다. 전체광량의 투과율에 있어 도포 15% 차광구, 도포 35% 차광구 및 흑색차광막은 외부에 비해서 각각 68.6%, 52.3% 및 43.7% 수준으로 차광수준에 따라서 광량이 감소하였다. 광 파장을 구분하여 분석한 결과 모든 처리구에서 UV 4.2~4.6%, PAR 51.1~51.3%, NIR 44.3~44.5% 범위로 광투과율을 보였으며, 차광율이 높을

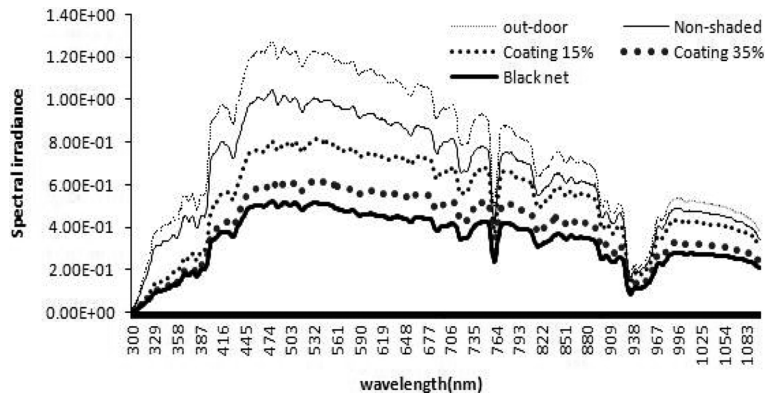


Fig. 4. Solar radiation spectral distribution in greenhouses coated with white agent and covered with black shading net, measured on a clear day at solar noon (12:00-13:00), September 9, 2015.

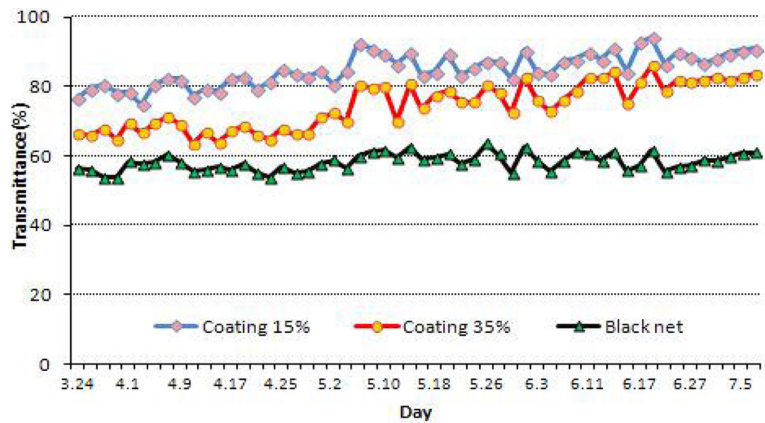


Fig. 5. Changes in light transmittance of greenhouses coated with white agent and covered with black shading net.

수록 투광량이 같은 비율로 감소되어 사용한 도포제는 전체광을 차단하는 것으로 판단되었다.

Fig. 5는 3월 24일 도포제를 살포한 이후에서 7월 5일 까지 투광율 변화를 나타낸 것이다. 도포제 살포 직후에 투광율이 차광 15% 도포구는 76.7%, 차광 35% 도포구는 66.3%이었다. 차광 도포제 살포 후 2개월이 경과한 6월 23일 투과율은 차광 15% 도포구는 89.9%, 차광 35% 도포구는 81.9% 수준으로 높아졌으나 흑색차광막은 투과율의 변화가 거의 없었다. 이러한 결과로 도포제는 시간이 경과할수록 외부 환경의 영향을 받아서 서서히 제거된 것으로 사료되었다.

Fig. 6은 딸기 육묘시설에 차광처리에 따른 자묘의 수를 10일 간격으로 조사한 결과이다. 본엽이 3매 이상 전개된 자묘수는 흑색차광막이 9.8개, 차광 15% 도포구 9.7개, 차광 35%도포구 10.4개로 처리 간 통계적 유의성은 없었지만 차광 35% 도포구가 가장 많았고, 차광 15% 도포구와 흑색차광막에서는 비슷한 경향이었다. Fig. 7은 자묘의 성장 상태를 나타낸 것으로 차광 35% 도포구는 지상부 및 지하부의 생장이 양호한 반면에 차

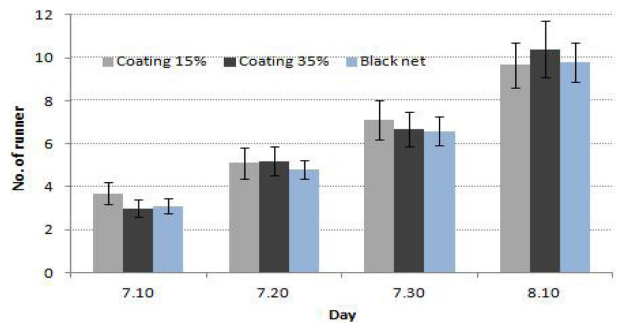


Fig. 6. Effect of the shading methods on the number of daughter plants from the strawberry mother plants.

광 15% 도포구는 지상부의 생장이 억제되었고, 흑색차광막은 지상부의 생장이 다소 도장하는 경향을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 고온기에 온도를 낮추는 것도 중요하지만 과도한 차광은 오히려 광 부족으로 생장에 불리하게 작용한다는 Myoung 등(2008)과 Kwon 등(1998)의 보고와 같은 경향이었다.

Table 1은 차광처리에 의한 딸기 자묘의 생육을 조사

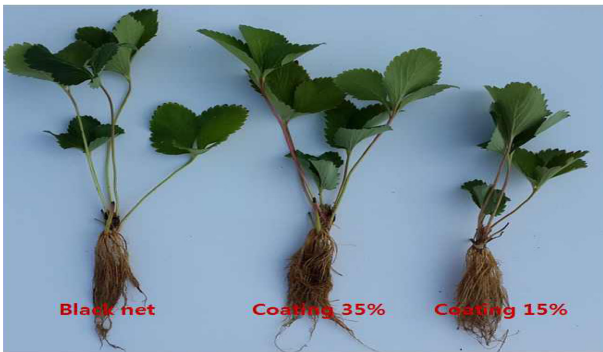


Fig. 7. Appearance of the daughter plants grown under greenhouses coated with white agent and covered with black shading net.

한 결과이다. 묘 생육에 있어 엽수, 엽장, 엽폭에서는 처리 간 유의성은 없었고, 초장은 흑색차광막이 25.9cm, 차광 35%도포구 23.2cm 차광 15% 도포구 20.7cm 이었고, 관부직경은 흑색차광막이 7.5mm, 차광 35% 도포구 8.6mm, 차광 15% 도포구 8.3mm로 조사되었다. 차광수준에 높아질수록 초장은 길어지고, 관부직경은 작아서 처리 간에 차이가 인정되었다. 생체중에 있어 차광 35% 도포구, 차광 15% 도포구, 흑색차광막 처리에서 지상부는 각각 7.8g, 6.7g, 5.8g이었고, 지하부에서도 각각 4.3g, 4.1g, 2.7g으로 차광 35% 도포구에서 가장 무거웠는데, 건물중의 경우에도 생체중과 같은 경향으로 조사되었다. Cocco 등(2010)과 Faby(1997)은 딸기의 경우 양질묘의 판단기준으로 관부 굵기, T/R, 근중, 생체중, 묘령 등을 제시하였고, Ahn 등(1988)은 T/R율이 낮아질

수록 화이분화가 빨라지며 T/R율이 높아지면 뿌리발육에 비해서 지상부의 생장이 많아서 묘가 연약해지기 쉽다고 하였다. 본 시험에서 차광 15%, 35% 도포제 처리구는 Cocco 등(2010)이 제시한 관부 굵기가 8mm 이상으로 지상부 및 지하부의 생육이 비교적 양호하였으나 흑색차광막은 관부 굵기가 8mm이하로 생육 부진하였는데 이것은 과도한 차광이 주요한 원인으로 작용한 것으로 사료되었다.

Table 2은 차광도포제 처리에 의한 묘 광합성 속도를 측정된 결과이다. 광합성 속도와 증산율은 흑색차광막에 비해서 차광 15%, 35% 도포구가 높았으며 유의성은 인정되었다. 기공전도도는 차광 15% 도포구에서 높았고, 차광 35% 도포구와 흑색차광막에서는 반복간의 차이가 커서 유의성은 없었다. 일반적으로 광합성 속도, 증산율 및 기공전도도는 서로 밀접한 관계가 있으며(Barradas 등, 1994), 단순히 광량의 증가로는 광합성 속도 증가가 어렵고 엽록소의 함량, CO<sub>2</sub>, 온도, 수분 등 복합적인 요인이 상승작용을 하였을 때 광합성율의 증가가 가능하다. 고온기에 차광으로 온도를 낮추는 것도 중요하지만 과도한 차광은 오히려 광합성을 저해하기 때문에 적절한 수준의 광이 유입되도록 하는 것이 광합성 속도를 높게 하는 것으로 판단되었다.

이상의 결과에서 여름철 시설재배에 개발된 차광도포제의 사용은 저비용으로 시설 내 온도를 낮춤과 동시에 일사량을 적절하게 차단 할 수 있어 딸기 육묘시 양질묘 생산에 많은 도움을 줄 것으로 판단된다. 그러나 차광 도포제는 일정기간이 경과하면 서서히 제거되기 때문에 추가로 살포해야 하는 단점이 있다. 또한 일사량이

Table 1. Growth characteristics of the strawberry seedlings cultivated in plastic greenhouses treated with the white wash shading agent, September 8, 2015.

Treatment	No. of leaves	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Crown diameter (mm)	Plant height (cm)	Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
						Shoot	Root	Shoot	Root
Coating 15%	3.4 a	65.1 a	50.5 a	8.3 a	20.7 c	6.7 b	4.1 a	2.1 a	0.7 a
Coating 35%	3.6 a	65.3 a	52.5 a	8.6 a	23.2 b	7.8 a	4.3 a	2.3 a	0.7 a
Black net	3.5 a	66.4 a	54.4 a	7.5 b	25.9 a	5.8 c	2.7 b	1.7 b	0.5 a

<sup>1</sup>Mean comparison within a columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

Table 2. Gas exchange parameters of the strawberry seedlings cultivated in plastic greenhouses treated with the white wash shading agent.

Treatment	Gas exchange parameters		
	A <sub>n</sub> (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	g <sub>s</sub> (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Tr (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
Coating 15%	4.69 a <sup>1</sup>	0.073 a	1.085 a
Coating 35%	4.77 a	0.053 b	0.893 ab
Black net	4.23 b	0.048 b	0.781 b

A<sub>n</sub>-Photosynthesis, g<sub>s</sub>-Stomatal conductance and Tr - Transpiration rate

<sup>1</sup>Mean comparison within a columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

부족한 흐린날이 지속되거나 장마기간에는 광부족이 우려되기 때문에 이에 대응할 수 있는 검토가 필요할 것으로 판단되었다.

## 적 요

고온기 시설딸기 재배시 저비용 고효율의 냉방기술을 개발하기 위하여 차광도포제 이용효과를 구명하고자 수행하였다. 차광에 따른 일사량(W/m<sup>2</sup>)을 조사한 결과 무차광에 비해서는 차광 15% 도포구는 14~17%, 차광 35% 도포구는 33~37%, 흑색차광망은 39~44% 감소하였다. 그리고 투광비율은 맑은 날에 비해서 비오는 날 차광 15%, 35%도포구에서 조금 높아지는 경향이였다. 차광처리에 의한 시설내부 온도는 차광 15% 도포구는 38.4°C, 차광 35% 도포구 36.5°C이었는데 흑색차광망은 35.1°C이었다. 흑색차광망에 비해서 차광 15% 35% 도포구는 각각 3.3°C, 1.9°C더 높았다. 차광처리에 딸기의 관부직경은 흑색차광망이 7.5mm, 차광 35% 도포구 8.6mm, 차광 15% 도포구 8.3mm로 조사되었다. 딸기의 지상부 생체중은 차광 35% 도포구 7.8g, 차광 15% 도포구 6.7g, 흑색차광망이 5.8g이었다. 그리고 지하부 생체중은 차광 35% 도포구 4.3g, 차광 15% 도포구 4.1g, 흑색차광망이 2.7g으로 차광 35% 도포구에서 가장 무거웠다.

**추가 주제어** : 딸기, 묘소질, 차광도포제, 일사량, 투과율

## 사 사

이 연구는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 농업기술개발 연구사업(과제번호: PJ010918) 지원에 의해 이루어진 것임.

## Literature Cited

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).

Ahn, C.K., J.C. Park, and I.C. Yu. 1988. Effect of pot nursing in forcing culture on flower bud differentiation, growth and yield of strawberry. *J. Kor. Hort. Soc. Sci. Technol.* 6:76-77.

Athanasios, P. and H. Xiuming. 1997. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity and energy use. *Sci. Hort.* 70:165-178.

Baille, A. 1999. Greenhouse structure and equipment for improving crop production in mild winter climates. *Acta Hort.* 491:37-48.

Barradas, V.L., H.G. Jones, and J.A. Clark. 1994. Stomatal responses to changing irradiance in *Phaseolus vulgaris*. *J.*

*Expt. Bot.* 45:931-936.

Cocco, C.O., Jeronimo, L.A., Ligia, E., Francieli, L.C., Gustavo, S.C., 2010, Development and fruit yield of strawberry plants as affected by crown diameter and plantlet growing period, *Pesq. Agropec. Bras. Brasilia.* 45:730-736.

Cockshull, K.E. 1992. Crop environments. *Acta Hort.* 312:77-85.

Faby, R. 1997. The productivity of graded 'Elsanta' frigo plants from different origin, *Acta Hort.*, 439:449-445.

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. of Bio-Environ. Con.* 21:419-427.

Jang, W.S., H.S. Kim, T.I. Kim, and Y.G. Nam. 2009. Comparison of cultivars on production of runner and daughter plant in strawberry, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27(Supplement II), 49 (Abstract).

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. of Bio-Environ. Con.* 15:306-316.

Kim, Y.J., H.M. Kim, and S.J. Wang. 2015. Using of Shade Agent for High Quality Tomato Plug Seedling Production on Summer Season. *Journal of Agriculture & Life Sci.* 49(3):81-88.

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-Environ. Con.* 10(3):141-147.

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. of Bio-Environ. Con.* 15:211-216.

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. of Bio-Environ. Con.* 10:80-87.

Lee, W.K., 2008, Studies on nursery system and soil management for forcing culture of domestic strawberry cultivar in Korea, PhD Diss., Chungnam Natl. Univ., Daejeon, Korea.

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-Environ. Con.* 17(1):545-547.

Shimachi, H. 1998. Handbook of protected horticulture in Japan ; Plastic film. p. 64-73, Horticultural information Center, Tokyo (in Japanese).

Takeuchi, T., and M. Sasaki. 2008, Effects of nursing methods on growth and yield of strawberry cultivar "Benihoppe", *Bulletin of the Shizuoka Research Institute of Agriculture and Forestry.* 1:1-10 (in Japanese).

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.