여름철 수경재배 시 포그 분무와 차광에 의한 하우스 내부 온도 및 광 환경 변화

임미영¹ · 정호정² · 노미영² · 최경이^{3*} · 김소희³ · 최수현⁴

¹국립원예특작과학원 시설원예연구소 전문연구원, ²국립원예특작과학원 시설원예연구소 연구관,

³국립원예특작과학원 시설원예연구소 연구사, ⁴국립원예특작과학원 채소과 연구사

Changes in Greenhouse Temperature and Solar Radiation by Fogging and Shading During Hydroponics in Summer Season

Mi Young Lim¹, Ho Jeong Jeong², Mi Young Roh², Gyeong Lee Choi^{3*}, So Hui Kim³, and Su Hyun Choi⁴

¹RDA Research Associate, Protected Horticulture Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Haman 52054, Korea

²Senior Researcher, Protected Horticulture Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Haman 52054, Korea

³Researcher, Protected Horticulture Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Haman 52054, Korea

⁴Researcher, Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Wanju 55365, Korea

Abstract. Changes in greenhouse temperature and solar radiation due to fogging and shading were monitored during hydroponics in high temperature in summer season. Experiment 1 consists of four treatments, namely, Control, Shading, Fogging, and Fogging + Shading based on sunny days August. For Experiment 2, two melon cultivars of 'Dalgona' and 'Sopoong gaza' were cultivated in summer of 2020 using Fogging + Shading with the best result for temperature reduction effect from Experiment 1. As a result of Experiment 1, the effect of Fogging + Shading on temperature reduction was apparent where the inside was about 4°C (as the lowest temperature) lower than the outside. Fogging + Shading showed the inside was 2–4°C lower than the outside, and Fogging or Shading treatments had little difference, compared to the Control where the internal temperature of greenhouse was 3–4°C higher than the external. For solar radiation changes between greenhouse inside and outside, the internal change was in a similar pattern between Fogging and Control, and between Shading and Fogging + Shading, respectively. In case of the Fogging treatment (similar with the Control) only the effect of solar radiation reduction as influenced by plastic greenhouse covering materials was examined. The Fogging + Shading had a very similar change in solar radiation to the Shading. Based on these results, Experiment 2 was conducted in summer of 2020 and resulted in a temperature reduction effect of about 3.9°C according as the inside of air-conditioned greenhouse was kept 32.4°C when the maximum temperature of the outside reached 36.3°C in August during the cultivation period. In addition, the quality of melon fruit was good (1.3–1.5 kg of fruit weight, 12.6–13.3 of soluble solids content. In the case of using Fogging + Shading cooling treatment, it can bring about the effect of reducing the temperature during the high temperature in summer, and normal growth of melon and fruit harvesting were possible.

Additional key words : aluminum screens, fruit weight, solar radiation, soluble solids content

서 론

온도는 작물의 다양한 대사작용에 영향을 주는 중요한 환경 인자로서 각 작물의 생육 적온에 맞춰 하우스의 내부 온도를 유지하는 것이 대단히 중요하지만, 기술적인 한계와 소요경비 문제로 인하여 시설재배 시 적정 온도환경을 유지하는 것

은 매우 어렵다(Lee와 Kim, 2011). 특히 한여름에는 하우스 내부 온도가 작물의 생육 한계 온도를 상회하는 날이 많아 작물의 휴경 증가 및 수확량 감소로 이어져 농가 피해가 심하다(Park 등, 2020). 특히 우리나라 여름은 고온 다습하여 여름철 시설재배는 고온과 강광에 의한 과도한 호흡, 증산 및 스트레스로 생육 불량, 상품성 저하 및 수량 감소로 이어져 차광이나 냉방 등 적극적인 온도강하 수단이 요구된다(Walker 등, 1983; Cheong 등, 2015). 파프리카의 경우, 여름철에 생육적온보다 기온이 크게 높아지면 배꼽썩음과 발생, 병해충 발생

*Corresponding author: chlruddl@korea.kr

Received April 14, 2021; Revised June 30, 2021;

Accepted July 5, 2021

를 증가, 착과율과 과중 감소 및 수량 저하 등이 나타나는 것으로 보고되어 있다(Lee 등, 2008; Lee 등, 2017).

시설재배의 고온극복방법으로는 차광, 환기, 증발냉각, 근권부나 작물체 주위의 국부 냉방, 히트펌프, 지붕살수 등의 방법이 있으나 적극적인 환기와 차광의 병행, 증발냉각 시스템 등을 제외하고는 대부분 실용성이 높지 않은 것으로 알려져 있다. 증발냉각 시스템 중에서는 경제성 및 효율성 측면에서 포그 냉방시스템이 가장 유리한 것으로 보고되어 있다(Kim 등, 2001; Nam 등, 2005; Abdel-Ghany와 Kozai 2006; Lee와 Kim, 2011). 또한 여름철 고온기에 하우스의 기온을 낮추기 위해 차광을 함으로써 개화 및 수정의 불량 등의 생육장애를 감소시켜 작물의 생산성과 품질을 높일 수 있다. 권장되는 차광률은 작물에 따라 다르나 일반적으로 30–70%이다. 차광률은 승온 억제에 가장 크게 영향을 미치는 요인으로 차광률이 커질수록 승온 억제효과도 커진다. 효과적인 차광을 위해서는 작물별 적정 차광률이나 차광 시기에 대한 세밀한 검토가 필요하다(Kim 등, 2020).

대단위 면적의 시설재배 하우스의 냉방 시스템 온도 저감효과가 비교적 높은 포그 분무와 차광의 적정 처리시기는 한여름에 작물을 재배할 때 온실의 내부 온도환경 변화를 모니터링 함으로써 결정이 가능하다. 하우스의 환기방법, 작물의 종류 및 생육상태 등에 따라서 내부의 환경조건이 달라지므로 이러한 다양한 조건별로 시스템의 설치 및 관리 조건을 규명할 필요가 있다(Arbel 등, 1999; Lee와 Kim, 2011). 이처럼 주요한 환경 요인들은 작물의 생장에 큰 영향을 미치므로 생육 단계별로 적합한 환경조건이 충족되어야 하며, 이를 만족하지 못할 경우 생육이 정지되거나 비정상적인 경향을 보이게 된다(Lee 등, 2017). 수출 작목으로 정착되기 위해서는 균일한 품질의 과실을 연중 안정적으로 생산하여 출하하는 시스템이 필요하다(Cheong 등, 2015). 특히, 최근 시설의 대형화, 고정화 및 자동화되어 주년생산을 위한 연중 재배체계가 증가하고 있다. 여름철 고온에 대응할 수 있는 환경조절기술의 산업용 하우스의 현장 적응성이 매우 중요하다(Lee와 Kim, 2011).

본 연구에서는 여름철 멜론 수정재배를 위한 포그와 차광 냉방 시스템 이용시 규모화된 하우스 내부의 환경변화를 관찰하고 포그와 차광을 혼합한 냉방 시스템을 이용한 멜론재배 실증효과를 분석하였다.

재료 및 방법

1. 포그 분무와 차광 시 하우스 내부 온도 및 광 환경 변화

대단위 면적의 상업적 하우스에서 적용 효과를 검증하고자 Fig. 1과 같이 656m² 면적의 2연동 플라스틱 하우스에서 실험을 수행하였다. 그러나 규모가 큰 온실을 여러동 설치하기 어려운 상황을 고려하여 무처리, 차광, 포그, 포그+ 차광 4처리를 2019년 8월 2일부터 8월 24일까지 맑은 날 무작위로 각각 하루씩 실험이 실시되었다. 하우스 내외부 온도, 슬라브 온도 및 일사량 등 환경변화를 여러 차례 반복적으로 측정하였다. 또한 하우스 내부 온도는 작물 증산작용의 영향을 많이 받기 때문에 온도 저감 처리를 실시하는 8월 중에 작물의 존재 유무가 환경에 미치는 영향을 고려하여 이 시기에 멜론 생육이 최성기가 되도록 ‘달고나’ 품종을 2019년 6월 3일에 파종하고, 육묘 후 칩과 더스트 비율이 5:5인 코이어 슬라브에 3주씩 정식하여 일반적인 멜론 수정재배 방법에 준하여 재배하였다(Fig. 2). 각 처리구에 따른 환경 변화는 모니터링할 수 있었지만, 처리구에 의한 온도가 멜론 생육기간 동안 개별적으로 각각 적용되지 못한 이유로 처리에 따른 멜론의 생육 결과는 제외하였다.

차광은 알루미늄 스크린(55%)을 이용하여 맑은 날 오전 10시부터 오후 4시까지 처리하였다. 포그 분무는 분사 압력 0.5MPa 저압식 이류체노즐(0.6mm, Samchang Co., Korea)을 사용하여 내부 기온이 30°C 이상일 때 가동하도록 설정하였다. 포그+ 차광 처리구는 각 단독 처리구와 같은 환경으로 설정 후 동시에 처리하였고, 무처리구는 천창과 측창 개폐만 자동으로 설정하였다. 온도 센서(CR1000, Campbell Scientific Co., USA), 일사량 센서(WachDog-1000 series, Spectrum Technologies Inc., USA)를 이용하여 환경 데이터를 수집하였다.

Fig. 1. Plastic greenhouse for experiments (656 m²). A, Front; B, Side; and C, Inside.

Fig. 2. Temperature control treatments during the summer season culture of melon. A, Control; B, Shading; C, Fogging; and D, Fogging + Shading.

2. 멜론 재배 시 포그 분무와 차광 효과 실증

2019년 선행연구와 동일한 2연동 플라스틱 하우스(656m²)에서 실증을 실시하였다. 선행 연구결과를 바탕으로 선발된 포그 + 차광 혼합 냉방처리 시 멜론의 여름 생육 결과를 실증하였다. 8월 3일부터 9월 14일까지 맑은 날을 기준으로 실시하였다. 차광은 알루미늄 스크린(55%)을 이용하여 오전 11시부터 오후 4시까지 외부 온도가 30°C 이상이 될 때 처리하였다. 포그 분무는 온실 내부의 온도가 28°C에 도달하면 자동으로 가동되도록 설정하였다.

실험 품종은 ‘달고나’와 ‘소풍가자’를 사용하였으며, 2020년 6월 9일에 파종하여 16일간 육묘한 후, 6월 25일 본엽이 2매 정도 발생하였을 때 정식하였다. 배지는 규격이 100 × 20 × 10cm(20L), 칩과 더스트 비율이 5:5인 코이어 슬라브를 이용하였고, 재식거리는 이랑너비 150cm, 포기 사이 33.3cm(3주/슬라브)로 하였다. 양액은 멜론 전용 아마자키액을 사용하였으며, 급액농도는 ‘생육초기 - 중기(과실비대기) - 후기’의 생육 단계에 1.8–2.0–2.3dS·m⁻¹로 공급하였고, 각 생육 단계별로 배액의 비율을 30–30–10%로 달리하여 급액량을 설정하였다.

결과 및 고찰

1. 포그 분무와 차광 시 하우스 내부 온도 및 광 환경 변화

2019년 8월 여러 차례 반복적으로 실시된 처리결과에서 무처리(4일, 10일, 11일), 차광(3일, 8일, 14일), 포그(12일, 16일, 19일), 포그 + 차광(2일, 7일, 13일)의 환경 데이터를 모니터링하였다(Fig. 3). 하우스 내부와 외부의 온도 변화를 측정 한 결과 무처리는 11–14시 하우스 내부 온도가 외부 온도보다 약 3–4°C 더 높은 것을 확인할 수 있었다. 차광 단일처리는 하우스 내부와 외부의 온도 차이가 거의 없었고, 포그 분무 처리는 시간에 따른 차이는 있지만 내부 온도가 약 2°C 정도 더 낮은 경향이였다. 포그와 차광을 동시에 실시한 처리구는 기온이 가장 많이 상승하는 11–14시 사이의 하우스 내부 온도가 외부 온도보다 2–4°C 낮았다. 그리고 포그 분무 단일 처

리구와 포그 + 차광의 혼합 처리구는 16시 이후 하우스 내부 온도의 하강이 빠르게 관찰되었다(Fig. 3). 포그 냉방은 일반적으로 외부 기온보다 3–8°C 낮아진다는 보고가 있으며 (Sethi와 Sharama, 2007; Guerrero 등, 2012), 포그 장치의 설치방법, 기후 환경에 따른 분무 입자의 증발효율 성능 차이 및 단위면적당 포그 노즐의 설치 개수 등에 따라 온도 차이가 발생한다고 하였다(Rhee 등, 2015; Mahmoud, 2015; Park 등, 2020).

하우스 내부 온도에서 외부 온도를 뺀 평균 온도편차를 살펴 보면 마찬가지로 무처리구가 11–14시에 평균 4°C 높게 나타났고, 차광 단일처리구는 온도 편차가 평균적으로 0°C에 가까워 하우스 내·외부 편차가 거의 없었으며, 포그 단일처리구는 14시 이후 약 2°C 낮아졌다. 포그 + 차광을 동시에 실시한 처리구는 11–15시의 평균 온도편차가 –2°C에서 –4°C로 가장 낮은 것을 관찰 할 수 있었다(Fig. 4). 일반적으로 식물의 광합성 최적온도 범위인 15–25°C보다 높을 경우, 광 호흡량이 급격히 증가하여 광합성 속도가 떨어지며, 시설 내부의 온도가 상승하면 양분 흡수의 불균형이 발생하며 식물체의 호흡량이 증가하여 광합성 속도가 떨어져 생육이 억제된다고 하였다 (Walker 등, 1983; Rhee 등, 2015). 그리고 여름철에 자연환기만을 할 경우 온실 내부의 최고기온은 약 45°C까지 상승하며, 40–50%의 차광과 강제 환기를 병행하더라도 과채류의 생육 한계 기온인 35°C 이하로 하강 시키기는 매우 어려우며, 물의 증발잠열을 이용한 포그 시스템이 도입되어야만 30°C 수준으로 하강 시킬 수 있다는 보고가 있다(Woo 등, 1996; Kim 등, 2020). Park 등(2020)은 여름철 포그 냉방시스템의 냉방성능 연구에서 외부 온도 대비 –6°C 정도 관찰되었다. 또한 Lee와 Kim(2011)은 무처리보다 포그 분무에 의한 냉방 효과가 있긴 하지만, 포그 분무에 따른 온도편차 발생은 크지 않고 오히려 일사량이나 공기 유동의 환경요인들에 의해 발생되는 온도편차가 더 크다고 보고하였다. 본 연구의 결과 포그 분무와 차광 혼합 처리시 온도 하강 효과가 가장 뚜렷하였다.

하우스 외부와 내부의 일사량을 측정한 결과, 무처리구와 포그 단일처리구의 하우스 내부의 일사량 변화가 매우 비슷한 패턴을 보였고, 차광 단일처리구와 포그 + 차광의 혼합 처리구

Fig. 3. Change in temperature inside and outside the plastic greenhouse according to temperature control treatments. A, Control; B, Shading; C, Fogging; and D, Fogging + Shading.

Fig. 4. Temperature variation inside and outside the plastic greenhouse. A, Control; B, Shading; C, Fogging; and D, Fogging + Shading.

의 내부 일사량 변화 패턴이 서로 유사하였다(Fig. 5). 무처리와 유사한 포그 단일 처리구의 내부 일사량 저하는 일반적인 플라스틱 피복재에 의한 일사량 저하 영향과 같은 결과인 것을 알 수 있었고, 포그 분무 처리에 따른 일사량의 변화는 거의 미미하다는 것을 알 수 있었다. 결론적으로 하우스 내부의 일사량 저하는 알루미늄 스크린 차광이 가장 큰 영향을 미친 것으로 판단되었다(Fig. 5). 알루미늄 스크린은 상하로 공기 이

동이 자유로워 더운 공기가 상층부로 빠져나가기 때문에 내부 온도와 근권부 온도 모두가 낮다는 보고가 있다(Cheong 등, 2015). 또한 차광 방법에 따른 고온기 장기 생산성 연구에서도 알루미늄 스크린 55%를 이용하여도 생육에 지장은 없었으므로 장미가 호광성 작물이지만 연중 안정적인 생산을 위해서 여름철 차광률이 50%인 알루미늄 스크린 이용을 권장하기도 하였다(Cheong 등, 2015). 본 연구에서도 10시부터 차광 처리를 하였는데 차광 처리에 따른 일사량 저하가 관찰되므로 광부족 현상을 줄이기 위해서 온도 설정에 의한 수시차광을 이용 하거나 11시 이후부터 차광 처리를 하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

하우스 내부 온도와 코이어 슬라브 온도 변화를 관찰한 결과, 무처리구와 차광 단일처리구의 경우 11시에는 코이어 슬라브 온도가 하우스 내부 온도 보다 낮았으나 12-15시에는 코이어 슬라브 온도와 하우스 내부 온도가 동일하였다. 수경재배용 베드 위에 놓인 슬라브는 지온의 영향을 거의 받지 못해 하우스 내부 온도와 동일한 경향을 나타내므로 여름 고온기에는 작물의 근권부 역시 고온의 영향을 많이 받는다는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 6). 포그 분무 단일처리구의 코이어

슬라브 온도변화를 조사한 결과, 13시경 하우스 내부 온도는 급격한 상승하였으나 코이어 슬라브 온도는 급격한 변화를 보이지 않았는데, 포그+차광의 혼합처리에서도 온실 내부 온도와 코이어 슬라브 온도가 비슷한 양상을 보였다. 그리고 14시부터 온실 내부 온도의 하강이 관찰되지만 코이어 슬라브의 온도 하강은 크지 않았다(Fig. 6). Choi 등(2014)은 근권 냉방 처리는 대조구에 비해 파프리카 개화시기가 4~5일 앞당겨지고, 착과수도 유의하게 증가하였다. 또한 온실 내로 방사된 복사열로 인해 외부보다 하우스 내부 온도가 높아지기 때문에 고온기에 파프리카의 생육과 착과를 위해서는 차광, 환기면적 확대 등 낮동안 하우스 내부 온도를 낮추면서 근권냉방을 병행하는 것이 냉방 효과를 더 높일 수 있다고 하였다. 본 연구 결과를 보면 코이어 슬라브를 이용한 시설재배에서 포그+차광을 병행한 냉방 처리를 함으로써 하우스 내부 온도 하강 및

근권냉방 효과도 함께 얻을 수 있었다.

향후 각 처리에 따른 온도 변화 결과 멜론의 식물체 생육 결과에 대한 세밀한 검토가 더 뒤받침되어야 할 것이다. 포그와 차광 처리시 하우스 내외부 온도 및 일사량 변화를 모니터링한 결과를 종합하여 여름철 고온기 멜론 시설재배 시 포그+차광을 동시에 처리하여 하우스 내부 및 슬라브 온도 저감효과를 기대할 수 있었고 2020년에 실증 실험을 실시하였다.

2. 멜론 재배 시 포그 분무와 차광 효과 실증

실험 1에서 온도 저감효과가 높았던 포그+차광 냉방을 이용해 고온기에 멜론 수정재배를 실증하였다. 처리는 2020년 8월부터 본격적으로 실시하였으며, 2020년 7월의 긴 장마로 인해 작물의 수광량이 많이 부족한 상태였기 때문에 광 부족을 보충하기 위해서 외부 온도 30°C 이상일 경우에 차광을 실시하였다. 오전에 하우스 외부보다 내부 온도가 더 높은 경우도 일부 관찰되었지만, 8월 최대 외부 온도 36.3°C일 때 포그+차광을 처리한 하우스의 내부 온도는 32.4°C로 약 3.9°C 정도 낮게 유지되는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 7). 포그 분무와 함께 설정온도 30°C 이상 시 차광을 병행하여 실시하면 전일 차광의 단점을 보완하여 생육장애를 감소시키는 동시에 작물의 생산성을 향상시킬 수 있다.

‘달고나’와 ‘소풍가자’ 품종을 실증재배하여 식물체 생육을 조사한 결과, 20마디까지의 길이가 109.4~117.5cm, 엽면적이 268.1~272.4cm²로 Lim 등(2020b)의 멜론 품종별 생육특성 조사 결과보다 다소 저조하였다. 이것은 줄기의 신장 및 엽면적 확보가 중요한 생육초기에 장기간의 장마로 인해 생육이 평년에 비해 저조하였기 때문인 것으로 생각되었다. 기본적으로 엽면적이 충분히 확보되지 못하였으나 과중이 1.3~1.5kg, 당도가 12.6~13.3°Brix로 과실 품질은 양호한 편이었

Fig. 5. Change in solar radiation inside and outside the plastic greenhouse according to temperature control treatments. A, Control; B, Shading; C, Fogging; and D, Fogging + Shading.

Fig. 6. Change in temperature inside the plastic greenhouse and coir substrates according to temperature control treatments. A, Control; B, Shading; C, Fogging; and D, Fogging + Shading.

Fig. 7. Changes in temperature inside and outside the plastic greenhouse according to the hottest fogging and shading treatment in August 2020.

Table 1. Growth of melon plants in demonstration test using fogging and shading during summer cultivation.

Cultivars	Node diameter (mm)	Internode length (cm)			Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Petiole length (cm)	Leaf area ^z (cm ²)
		0-10 Node	10-20 Node	Total (0-20)				
Dalgona	9.2 ± 0.5 ^y	43.6 ± 2.4	65.8 ± 3.4	109.4 ± 4.5	15.7 ± 1.2	23.1 ± 1.8	13.2 ± 1.2	268.1 ± 36.5
Sopunggaja	9.6 ± 0.8	52.3 ± 5.2	65.2 ± 13.7	117.5 ± 15.0	15.6 ± 2.1	23.5 ± 2.9	15.2 ± 2.0	272.4 ± 66.4

^zEquation : 0.73 × leaf length × leaf width.^ySample standard deviation.**Table 2.** Melon fruit quality in a demonstration test using fogging and shading during summer cultivation.

Cultivars	Fruit weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit diameter (mm)	Net index ^z	Flesh thickness (mm)	Soluble solids content (°Brix)
Dalgona	1,307 ± 169.4 ^y	132.2 ± 4.7	138.5 ± 3.8	1.6 ± 0.6	40.2 ± 3.0	12.6 ± 1.0
Sopunggaja	1,582 ± 159.8	132.7 ± 7.6	143.7 ± 9.9	1.1 ± 0.3	40.5 ± 3.6	13.3 ± 0.5

^z1, excellent; 2, good; 3, average; 4, poor; 5, bad.^ySample standard deviation.

다(Table 1, Table 2). 더구나 Lim 등(2020a)의 결과를 보면 일반적인 봄재배 결과 ‘달고나’ 품종의 과중, 과고, 과폭 및 당도 결과와 비교하여도 매우 양호한 결과를 보였다.

Park 등(2020)의 결과에서 포그 분무하여 재배한 오이가 무처리에 비해 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 엽록소 값이 전체적으로 높았고, 오이 수확량 또한 1.8-2배 높게 나타났다고 하였다. 또한 온도가 높을수록 상대습도가 높게 관리되어야 하기 때문에 포그 냉방은 작물의 생육에도 크게 기여할 수 있다고 하였다(Perdigones 등, 2008; Park 등, 2020). 여름 장미 재배시 알루미늄스크린 차광을 함으로써 일사량은 영향이 적었고 근권 온도는 낮아져 소화 분화가 많아졌기 때문에 상품수량 및 수출 가능 수량이 높고 절화 품질이 우수하였다고 하였다. 다만 차광의 경우 재배시설, 피복소재 및 차광 자재별로 생육에 차이가 나타나므로 차광 시간을 조절하여 하우스 내부 일사량 저하를 최소화하는 추가적인 연구가 더 필요하다고 언급하였다(Cheong 등, 2015).

멜론이 수출작목으로 정착되기 위해서는 균일한 품질의 연중 안정적인 생산시스템 구축이 필요한데 본 연구결과에서 여름철 수경재배 시 포그+차광을 혼합한 냉방시스템을 이용하면 대단위 온실의 고온기 온도 저감효과를 얻을 수 있었고 멜론의 정상적인 생육과 과실 수확이 가능함을 확인하였다.

적 요

여름철 수경재배 시 포그 분무와 차광 처리에 의한 하우스 내부의 온도 및 광 변화를 모니터링하였다. 시험 1은 2019년 8월 맑은 날을 기준으로 무처리, 차광, 포그, 포그+차광 등 각

각 4처리 하였다. 시험 2는 시험 1에서 온도 저감 효과가 가장 좋았던 포그+차광 처리를 이용하여 멜론 ‘달고나’, ‘소풍가자’ 2품종에 대해 2020년 여름 기간에 실증 재배를 실시 하였다. 시험 1의 결과 포그+차광 혼합처리 시 온도 저감 효과가 뚜렷하여 하우스 내부 온도가 외부 온도보다 가장 낮은 경우 약 4°C 정도 낮게 나타났다. 하우스 내부와 외부의 온도 편차를 살펴보면 포그와 차광 혼합처리에서는 평균 2-4°C 더 낮아졌고, 포그 또는 차광 단일 처리구는 하우스 내부 및 외부 간의 온도 편차가 거의 없었으며, 무처리는 하우스 내부 온도가 외부 온도보다 평균 3-4°C 더 높은 것으로 조사되었다. 하우스 내외부 일사량 변화를 측정한 결과 무처리구와 포그 단일 처리의 하우스 내부 일사량 변화가 비슷하였고, 차광 단일 처리와 포그와 차광 혼합처리의 하우스 내부 일사량 변화가 서로 비슷하였다. 무처리와 비슷한 포그만 처리한 경우 일반적인 비닐 피복재에 의한 하우스 내부 일사량 저하의 영향만 관찰되었다. 특히 포그+차광 처리의 경우 차광 단일 처리와 매우 유사한 일사량의 변화가 관찰되었다. 이러한 결과를 바탕으로 2020년 여름에 실증 재배를 한 결과, 8월 외부 기온 최대 36.3°C일 때 냉방 처리 하우스 내부 기온은 32.4°C 정도 유지되었으며, 약 3.9°C 정도 온도 저감 효과가 있었다. 생산된 멜론의 과중은 1.3-1.5kg 다소 작았으나, 가용성 고형물 함량은 12.6-13.3°Brix로 단맛은 양호한 편이었다. 포그와 차광 혼합 냉방처리를 이용할 경우 여름철 고온기 온도 저감 효과를 가져올 수 있고 멜론의 정상적인 생육과 과실 수확이 가능하였다.

추가주제어: 알루미늄 스크린, 과중, 일사량, 가용성 고형물 함량

사 사

본 연구는 2019-2020년 농촌진흥청 국립원예특작과학원 시설원예연구소 연구개발사업(과제번호: PJ01324101)에 의해 수행되었음.

Literature Cited

- Abdel-Ghany A.M., and T. Kozai 2006, Dynamic modeling of the environment in naturally ventilated, fog-cooled greenhouse. *Renewable Energy* 31:1521-1539. doi:10.1016/j.renene.2005.07.013
- Arbel A., O. Yekutieli, and M. Barak 1999, Performance of a fog system for cooling greenhouse. *J Agric Engng Res* 72:129-136. doi:10.1006/jaer.1998.0351
- Cheong D.C., J.J. Lee, C.H. Choi, Y.J. Song, H.J. Kim, and J.S. Jeong 2015, Growth and cut-flower productivity of spray rose as affected by shading method during high temperature period. *Kor J Hort Sci Technol* 33:227-232. (in Korean) doi:10.7235/hort.2015.14154
- Choi K.Y., J.Y. Ko, H.J. Yoo, E.Y. Choi, H.C. Rhee, and Y.B. Lee 2014, Effect of cooling timing in the root zone on substrate temperature and physiological response of sweet pepper in summer cultivation. *Kor J Hort Sci Technol* 32:53-59. (in Korean) doi:10.7235/hort.2014.13123
- Guerrero F.V., M. Kacira, E.F. Rodriguez, R. Linker, C. Kubota, G.A. Giacomelli, and A. Arbel 2012, Simulated performance of a greenhouse cooling control strategy with natural ventilation and fog cooling. *Biosystems Engineering* 111:217-228. doi:10.1016/j.biosystemseng.2011.11.015
- Kim D.E., J.K. Kwon, S.J. Hong, J.W. Lee, and Y.H. Woo 2020, The effect of greenhouse climate change by temporary shading at summer on photo respiration, leaf temperature and growth of cucumber. *Protected Hort Plant Factory* 29:306-312. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2020.29.3.306
- Kim M.K., G.S. Kim, and S.W. Nam 2001, Efficient application of greenhouse cooling systems. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. pp 28-118. (in Korean)
- Lee J.N., E.H. Lee, J.S. Im, W.B. Kim, and Y.R. Yeoung 2008, Fruit characteristics of high temperature period and economic analysis of summer paprika (*Capsicum annuum* L.) grown at different altitudes. *Kor J Hort Sci Technol* 26:230-233. (in Korean)
- Lee H.J., S.T. Park, S.K. Kim, C.S. Choi, and S.G. Lee 2017, The effects of high air temperature and waterlogging on the growth and physiological responses of hot pepper. *Kor J Hort Sci Technol* 35:69-78. (in Korean) doi:10.12972/kjhst.20170008
- Lee H.W., and Y.S. Kim 2011, Application of low pressure fogging system for commercial tomato greenhouse cooling. *Journal of Bio-Environment Control* 20:1-7. (in Korean)
- Lim M.Y., H.J. Jeong, S.H. Choi, G.L. Choi, and S.H. Kim 2020a, Effect of planting density by cultivars on the growth and yield of melons (*Cucumis melo* L.) in hydroponics using coir substrates. *Kor J Hort Sci Technol* 38:850-859. (in Korean) doi:10.7235/HORT.20200077
- Lim M.Y., S.H. Choi, H.J. Jeong, and G.L. Choi 2020b, Characteristics of domestic net type melon in hydroponic spring cultivars using coir substrates. *Kor J Hort Sci Technol* 38:78-86. doi:10.7235/HORT.20200008
- Mahmoud M.S. 2015, Experimental study to evaluate mist system performance. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)* 9:41-48.
- Nam S.W., K.S. Kim, and G.A. Giacomelli 2005, Improvement of cooling efficiency in greenhouse fog system using the dehumidifier. *Journal of Bio-Environment Control*. 14:29-37. (in Korean)
- Park S.H., J.P. Moon, J.K. Kim and S.H. Kim 2020, Development of fog cooling control system and cooling effect in greenhouse. *Protected Hort Plant Factory* 29:265-276. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2020.29.3.265
- Perdigones A., J.L. Garcia, A. Romero, A. Rodriguez, L. Luna, C. Raposo, and S. de la Plaza 2008, Cooling strategies for greenhouses in summer: Control of fogging by pulse width modulation. *Biosystems Engineering* 99:573-586. doi:10.1016/j.biosystemseng.2008.01.001
- Rhee H.C., G.L. Choi, K.H. Yeo, M.W. Cho, and I.W. Cho 2015, Effect of fog-cooling on the growth and yield of hydroponic paprika in grown summer season. *Protected Hort Plant Factory* 24:258-263. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2015.24.3.258
- Sethi V.P., and S.K. Sharma 2007, Survey of cooling technologies for worldwide agricultural greenhouse applications. *Solar Energy* 81:1447-1459. doi:10.1016/j.solener.2007.03.004
- Walker D.A., M.N. Sivik, R.T. Prinsley, and J.K. Cheesbrough 1983, Effect of temperature on the rate of photorespiration in several plants. *Plant Physiol* 73:542-549.
- Woo Y.H., J.M. Lee and H.J. Kim 1996, Analysis of major environmental factors and growth response of spinach (*Spinacia oleracea*) as affected by fog system and shading in summer plastic house. *J Kor Soc Hort Sci* 37:638-644. (in Korean)