

하절기 오이 온실재배 시 차광 및 보광 효과

유진¹ · 윤지혜¹ · 황소영¹ · 박은원¹ · 황정훈¹ · 최형은¹ · 구정길² · 황희성^{3,4} · 황승재^{5,6,7*}

¹경상국립대학교 응용생명과학부 대학원생, ²경상국립대학교 농업생명과학대학 원예과학부 학부생,

³경상국립대학교 작물생산과학부 대학원생, ⁴경상국립대학교 농업생명과학연구원 연구원,

⁵경상국립대학교 농업생명과학대학 원예과학부 교수, ⁶경상국립대학교 농업생명과학연구원 교수,

⁷경상국립대학교 생명과학연구원 교수

Effect of Shading and Supplemental Lighting for Greenhouse Cultivation of Cucumber in Summer Season

Jin Yu¹, Ji Hye Yun¹, So Yeong Hwang¹, Eun Won Park¹, Jeong Hun Hwang¹, Hyeong Eun Choi¹,
Jeong Kil Koo², Hee Sung Hwang^{3,4}, and Seung Jae Hwang^{5,6,7*}

¹Graduate Student, Division of Applied Life Science, Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

²Undergraduated Student, Division of Horticultural Science, College of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

³Graduate Student, Division of Crop Science, Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁴Graduate Researcher, Institute of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁵Professor, Division of Horticultural Science, College of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁶Professor, Institute of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁷Professor, Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Abstract. High solar radiation in summer season causes excessive respiration of crops and reduces photosynthesis. In addition, the rainy season, which mainly occurs in summer, causes a low light condition inside the greenhouse. A low light condition can reduce crop growth and yield. This study was conducted to evaluate the effect of shade and supplemental lighting on the growth and yield of cucumber during summer season. Cucumber grafted seedlings were transplanted in two plastic greenhouses on August 30, 2022. To reduce the light intensity inside the greenhouse, a 50% shading screen was installed in one greenhouse. Supplemental lighting was conducted from September 7, 2022 to October 20, 2022. HPS (high-pressure sodium lamp), W LED (white LED, red:green:blue = 5:3:2), and RB LED (combined red and blue LED, red:blue = 7:3) were used for supplemental lighting sources, and non-treated (non-supplemental lighting) was as the control. The supplemental lighting was conducted before sunrise and after sunset for 2 hours with a photosynthetic photon flux density of $150 \pm 20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. The plant height, leaf length, leaf width, and SPAD value tended to increase in the shading group. RB LED increased stem diameter regardless of shading treatment. Fresh and dry weights of fruits were not significantly different in shading and supplemental lighting. Average fresh weight of fruits was not significantly different among supplemental lighting as the harvest date passed. In conclusion, in this study 50% shade treatment significantly improved the growth of cucumber during the summer season. In addition, the growth and fruit characteristics are better than the control without supplemental lighting. This study can be used as basic research data for applying supplemental lighting technology to cucumber cultivation.

Additional key words: fresh weight, high-pressure sodium lamp, low intensity, rainy season, supplemental lighting sources

서 론

오이(*Cucumis sativas* L.)는 저온성 작물로 온도와 같은 환

경조건에 민감하여 체계적인 관리 기술이 요구되는 과채류 작물이다(RDA, 2018a). 또한, 같은 포기에 암꽃과 수꽃이 분리된 자웅이화이며 저온단일 조건에서 암꽃 분화가 촉진되는 작물로, 암꽃 착생에 유리한 환경조건을 조성하는 것은 중요하다(RDA, 2018a). 주로 오이 과실은 하절기 중에서도 혹서기에 가격이 높게 형성되는데, 하절기는 고온장일 조건의 환경

*Corresponding author: hsj@gnu.ac.kr

Received June 22, 2023; Revised July 20, 2023;

Accepted July 25, 2023

으로 인해 암꽃 착생이 억제되고 생산량이 감소할 수 있다 (AT, 2020). 따라서 하절기 냉방 기술을 이용한 온도 하강과 같은 환경조건 개선은 암꽃 착생을 증가시켜 생산량 증대에 도움이 될 것으로 판단된다.

하절기의 온실 내부 온도는 시설과채류의 생육 한계온도인 35°C 이상으로 지속되기 때문에 고온장해, 수확량 감소 등의 문제를 야기한다(Kim 등, 2020; Lee 등, 2021; Park 등, 2020). 또한, 하절기의 강한 일사량은 오이의 기공을 폐쇄시켜 CO₂ 흡수를 억제하며, 호흡량을 증가시키기 때문에 광합성 효율이 감소하여 생육 불량, 품질 저하 등의 문제가 발생한다(Cheong 등, 2015; Woo 등, 2014). 따라서 안정적인 하절기 오이 재배를 위해 온실 내부로 유입되는 광량을 감소시키고, 온도를 낮추는 방법을 적용해야 한다. 냉방기 사용은 온실의 온도를 하강시키는 가장 효과적인 방법이지만, 설치 및 운영 비용이 과도하게 발생하므로 상대적으로 비용이 적게 발생하는 환기, 차광 그리고 포그냉방 등과 같은 기술이 도입되어 왔다(Kim 등, 2006). 차광은 국내 온실재배에서 가장 많이 활용하고 있는 냉방 방법으로, 온실 내부 온도를 낮춰 개화 및 수정 불량 등의 생육 장애를 감소시켜 작물의 품질과 생산성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다(Ha 등, 2012; Lim 등, 2021).

주로 하절기에 발생하는 폭우, 장마 등의 구름이 많은 기상 조건은 온실 내부에 저일조 환경을 유발한다(Lee 등, 2016). 또한, 온실 내부 온도 하강을 위해 설치하는 냉방 장치와 골조 구조물로 인해 발생하는 그늘에 의해 유입되는 광량이 감소한다(Jeong 등, 2008; Jeong 등, 2009). 광량 감소는 오이와 같은 시설작물에 광 부족 현상을 유발하여 도장, 낙화를 발생시키고, 생산량이 감소하는 원인이 된다(Woo 등, 2005). 따라서 작물의 광합성과 생육 촉진을 위해 시설의 부족한 광량을 보충해 주는 보광 기술의 적용이 필요하다.

보광은 인공 광원을 이용하여 부족한 광량을 보충하는 기술로, 광원의 종류에 따라 광질, 광량이 다르기 때문에 식물의 생육에 다양한 영향을 미친다(RDA, 2018b). 주로 사용되는 인공 광원은 메탈할라이드등(metal halide lamp), 발광 플라즈마 등(light emitting plasma), 고압나트륨등(high-pressure sodium lamp)으로, 다양한 광원을 이용한 작물 재배에 관한 연구가 진행되었다(Lee 등, 2014). 고압나트륨등은 광도가 높고, 생육을 촉진하는 효과가 있으나 전력 소모량이 많고, 광합성에 필요한 청색광(400–500nm)의 비율이 낮다는 문제점이 있다(Blom과 Ingratta, 1984; Wheeler 등, 1991). 때문에, 최근에는 발열량이 낮고, 가격이 저렴하며, 수명이 길고, 식물 생육과 형태형성에 필요한 특정 파장만을 선택적으로 조사할 수 있는 발광다이오드(light-emitting diode)를 광원으로 이용하고 있다(An 등, 2011; Hwang 등, 2022).

이전의 과채류 작물 재배를 위한 보광 연구는 약광기인 봄과 겨울철에 보광하는 것에 초점이 맞춰져 있으며, 고온기인 여름철 보광에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 하절기 오이 온실재배 시 차광과 보광 효과를 구명하고 하절기 보광의 적용 가능성을 확인하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 재배환경

본 실험은 경상국립대학교 부속농장 내 플라스틱 온실에서

Table 1. Composition of the nutrient solution used in the experiment.

Chemical	Concentration (mg·L ⁻¹)	Chemical	Concentration (mg·L ⁻¹)
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	472.0	Fe-EDTA	15.00
KNO ₃	202.0	H ₃ BO ₃	1.40
KH ₂ PO ₄	272.0	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.20
MgSO ₄ ·7H ₂ O	246.0	MnSO ₄ ·5H ₂ O	2.10
NH ₄ NO ₃	80.0	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.80
		Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.12

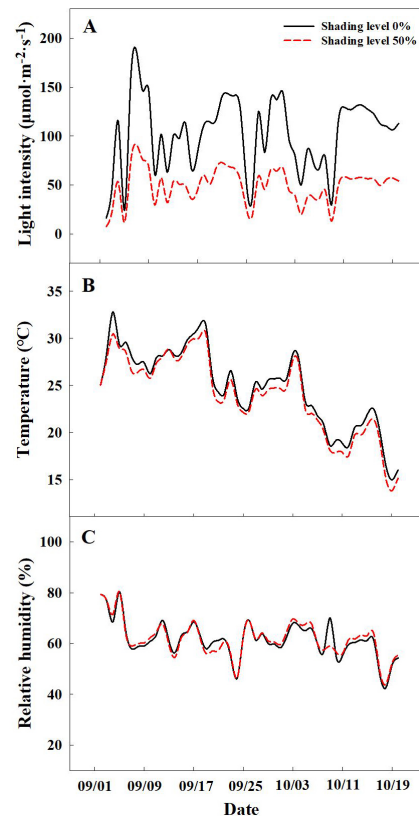


Fig. 1. The changes in light intensity (A), temperature (B) and relative humidity (C) in a greenhouse during the experiment.

2022년 8월 30일부터 2022년 10월 20일까지 51일간 수행하였다. 실험에 사용한 오이 묘는 접수 ‘낙원성청장’(*Cucumis sativus* L. ‘NakWonSeongcheongjang’, Wonnong Seed Co., Ltd., Anseong, Korea)과 대목 ‘파워반짝이’(*Cucurbita moschata* ‘Powerbanjjagi’, Wonnong Seed Co., Ltd., Anseong, Korea)를 접목한 묘를 코이어(Cocopeat Co., Ltd., Dummalasuriya, Sri Lanka)가 충진된 직경 23cm 포트에 1주씩 정식하였다. 정식 후 유인, 적엽, 측지 제거, 병해충 방제 등의 관리 작업은 재배 매뉴얼에 따라 실시하였고(RDA, 2018a), 온실 내 온도가 35°C 이상일 때는 환기 팬이 자동으로 작동하도록 설정하였

다. 과실은 2022년 10월 01일부터 2022년 10월 16일까지 3일 간격으로 총 5회 수확하였다. 재배기간 동안 양·수분 공급은 온실 다용도 액비를 pH 6.0과 EC 1.5dS·m⁻¹로 조제하여 매일 오전 9시, 11시, 오후 1시, 총 3회(회 당 1L씩) 점적관수 하였다(Table 1). 온실 내부의 온·습도와 광도는 실험 기간 동안 매일 1시간 간격으로 측정하였고, Fig. 1의 그래프에 일평균 온·습도와 광도로 나타내었다. 측정 장치는 환경 측정 센서(aM-31, Wise Sensing Inc., Yongin, Korea)를 사용하였다.

2. 차광 및 보광 처리

차광 처리는 온실 내부 차광 스크린(50%)을 이용하여 플라스틱 온실 1동은 대조구, 1동은 차광 처리구로 설정하였다(Fig. 2). 차광 처리구 온실은 내부의 온도와 상대습도 변화에 관계없이 전일 차광 되도록 설정하였다.

보광 처리는 2022년 9월 7일부터 2022년 10월 20일까지 43일간 실시하였다. 광원 종류에 따라 오이의 생육과 과실에 미치는 영향을 조사하고자 고압나트륨등(HPS, SON-T Agro 400W, Philips, Eindhoven, The Netherlands), White LED(W LED, R:G:B = 5:3:2, PW150-full spectrum, Bissol Co., Ltd., Seoul, Korea), 그리고 Red와 Blue 혼합 LED(RB LED, R:B = 7:3, PW150-targeted spectrum, Bissol Co., Ltd., Seoul, Korea)를 사용하였으며(Fig. 3), 비교를 위해 무처리를 대조구(control)로 설정하였다. 각 광원의 광질은 광파장 측정기(ILT950, International Light Technologies Inc., Peabody, MA, USA)를 이용하여 측정하였다(Fig. 4). 보광을 위한 광도는 식물 성장점 위치에서 150±20μmol·m⁻²·s⁻¹가 되도록 설정하였다. 보광 시간은 일출 전과 일몰 후 각각 2시간씩, 총 4시간 동안 실시하였으며, 일출과 일몰 시각은 천문우주지식정보를 기준으로 광원이 점등되도록 설정하였다(KASI, 2022).



Fig. 2. Shading level treatment using shading screen in greenhouse. A, 0% shading level and B, 50% shading level.

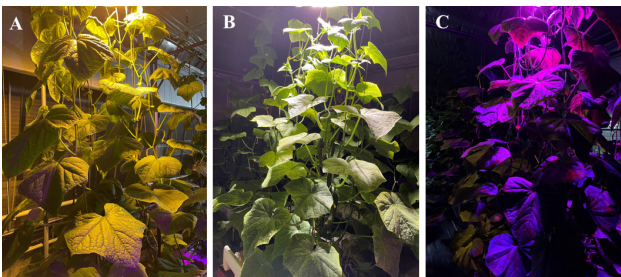


Fig. 3. The supplemental lighting sources used in experiment. A, HPS (high-pressure sodium lamp); B, W LED (white LED, R:G:B = 5:3:2); and C, RB LED (red and blue LED, R:B = 7:3).

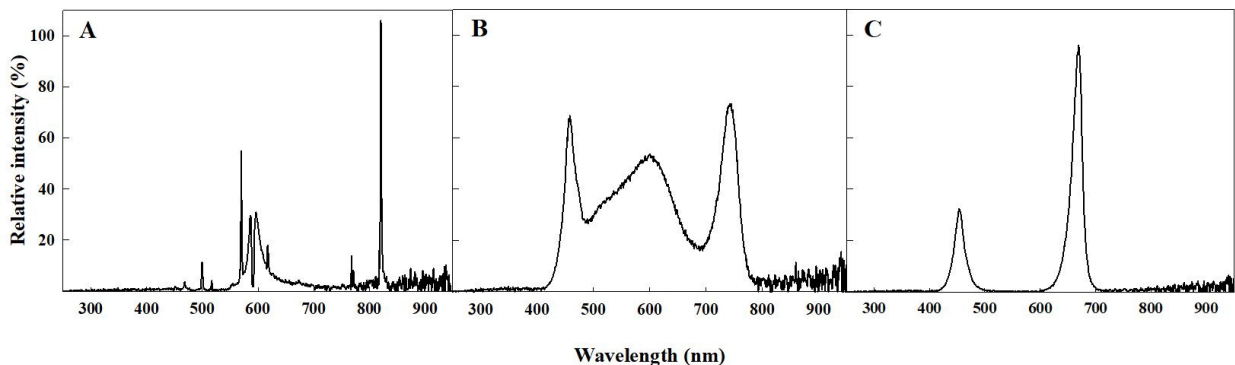


Fig. 4. The spectral distribution of supplemental lighting sources used in the experiment. A, HPS (high-pressure sodium lamp); B, W LED (white LED, R:G:B = 5:3:2); and C, RB LED (red and blue LED, R:B = 7:3).

3. 생육조사

차광과 보광 처리에 따른 오이의 생육을 비교하기 위해 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수, 경경, 그리고 SPAD를 측정하였다. 초장은 식물체의 지제부에서 성장점까지의 길이를, 엽장과 엽폭은 가장 큰 잎에서 측정하였다. 경경은 지제부로부터 1cm 떨어진 위치에서 버니어캘리퍼스(CD-20CPX, Mitutoyo Co., Ltd., Kawasaki, Japan)를 이용하여 측정하였다. SPAD 값은 엽록소 측정기(SPAD-502, Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 완전히 전개된 3개의 잎에서 측정하여 평균값을 산출하였다.

오이의 과실 특성을 조사하기 위해 과장, 과경, 과실의 생체중 및 건물중을 측정하였다. 과실은 상품과 기준인 과장 20cm 이상의 과실을 수확하여 조사하였다(RDA, 2018a). 과실 수확 기간 동안 측정된 과실 무게와 개수를 기반으로 평균 과중과 누적 과실 개수도 기록하였다. 과경은 버니어캘리퍼스(CD-20CPX, Mitutoyo Co., Ltd., Kawasaki, Japan)를 이용하여 과실의 가장 굵은 부분을, 과실의 생체중과 건물중은 전자저울(EW220-3NM, Kern & Sohn GmbH., Balingen, Germany)을 이용하여 측정하였다. 건물중은 70°C 항온 건조기(Venticell-222, MMM Medcenter Einrichtungen GmbH., Planegg, Germany)에서 72시간 건조한 후 측정하였다.

4. 통계분석

통계분석은 SAS 프로그램(SAS 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 사용하여 수행하였다. 실험 결과는 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, F-test를 이용하여 차광과 보

광 처리 간 유의성을 검증하였다. 평균 간 비교는 Tukey 다중검정(Tukey's test)과 최소유의차검정(least significant difference)을 이용하였다. 그래프는 SigmaPlot 프로그램(SigmaPlot 14.5, Systat Software Inc., CA, USA)을 이용하여 나타냈다.

결과 및 고찰

1. 온실 내부의 광도, 온도, 상대습도

실험기간 동안 차광 처리에 따른 온실 내부의 광도와 온도, 상대습도를 측정하였다(Fig. 1). 차광 처리 온실은 차광 무처리 온실과 비교하여 온실 내부로 유입되는 광량이 약 50% 정도 감소하였다. 차광 50% 온실은 0% 온실과 비교하여 약 1-2°C 정도 더 낮았고, 상대습도는 차광 0% 온실에서 평균 약 61%, 차광 50%에서 평균 약 62%로 처리구간의 차이가 없었다. 차광은 온실 내부로의 광 유입을 감소시키는 원리를 이용하여 온도를 조절하는 방법이다(Chris, 2011). 특히, 열을 방출하는 적외선의 유입을 효과적으로 감소시켜 온실의 내부 온도를 낮출 수 있다(Ha 등, 2012). 본 연구의 결과에서도 차광 처리에 의해 온실 내부의 온도가 감소하는 것을 확인하였다.

2. 오이 생육 특성

보광 처리 35일 후 오이의 초장, 엽장, 엽폭은 차광 처리구에서 유의성 있게 증가하였고, 엽수는 유의적인 차이가 없었으며, SPAD 값은 RB LED를 제외하고 차광에 의해 증가하는 경향을 보였다(Table 2). 보광 광원에 있어서는 차광 0%에서 HPS가 초장과 엽장이 가장 작았고, 경경은 차광 0%에서 RB

Table 2. Growth characteristics of cucumber as affected by shading level and different supplemental lighting sources at 35 days after supplemental lighting (n = 6).

Shading level (A)	Light sources (B)	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves	Number of nodes	Stem diameter (mm)	SPAD
0%	Control	249.5 ab ^z	22.3 bc	28.9 b	23.5	22.8 ab	11.3 ab	64.2 ab
	HPS	190.8 e	19.3 d	27.3 b	25.0	24.5 ab	11.8 ab	36.6 b
	W LED	216.6 c-e	20.3 cd	27.9 b	25.8	25.2 a	11.6 ab	53.8 ab
	RB LED	198.2 de	22.0 b-d	29.7 b	24.2	23.7 ab	13.6 a	74.4 a
50%	Control	260.9 a	25.0 a	34.4 a	24.2	23.2 ab	10.7 ab	70.8 a
	HPS	225.7 b-d	24.0 ab	33.1 a	24.2	23.2 ab	11.4 ab	76.9 a
	W LED	253.2 ab	24.1 ab	33.5 a	23.2	22.2 b	10.1 b	72.3 a
	RB LED	236.6 a-c	25.7 a	35.1 a	24.8	23.8 ab	12.0 ab	59.9 ab
F-test	A	***	***	***	NS	*	*	**
	B	***	***	**	NS	NS	*	NS
	A×B	NS	NS	NS	NS	*	NS	***

^zMean separation within columns by Tukey test at $p \leq 0.05$.

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

LED가 보광 대조구와 다른 처리구 비해 유의적으로 높은 값을 보였다. 강광 환경은 식물체 내의 옥신의 광분해를 촉진시켜 식물 초장을 감소시키고, 약광 환경은 옥신의 광분해를 억제하여 식물의 초장을 증가시킨다(Gardner 등, 2020). 식물은 광량이 적을 때 순광합성량을 증가시키기 위해 엽면적을 넓혀 잎이 차지하는 비율을 증가시킨다(Lusk, 2002). Ha 등(2012)은 파프리카에 차광 시 엽온 강하로 인한 증산량 감소가 줄기 세포 신장을 촉진하여 초장이 증가하였다고 보고하였다. Haque 등(2009)은 차광률이 높아질수록 오이 잎의 SPAD 값과 엽면적이 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 차광 처리로 인한 온실 내부의 광량과 온도 감소가 오이의 초장, 엽장, 엽폭, SPAD 값 증가에 영향을 미친 것으로 판단된다. Guo 등(2016)은 장미에 HPS를 이용하여 보광 했을 때 광원으로부터 방출되는 열에 의한 엽온 증가로 잎의 크기가 작아졌다고 보고하였다. Hernández와 Kubota(2014)는 높은 DLI(daily light integral, 일일적산광량) 조건에서 오이 묘에 보광 했을 때 RB LED의 적색광 비율이 높을수록 경경이 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 오이의 엽장은 HPS를 보광 광원으로 이용하였을 때 가장 작았으며, 경경은 차광 0%에서 W LED보다 적색광 비율이 높은 RB LED에서 경경이 가장 굵었다. Bergstrand와 Schüssler(2013)는 온실에서 보광의 효과는 자연광의 양에 따라 달라지는데, 가을철에 비해 광량이 증가하는 봄철 재배에서 보광의 효과가 없었다고 보고하였다. 본 연구는 자연광이 충분한 늦여름 시기에 진행되었기 때문에 보광 대조구와 처리구간의 유의차가 명확하게 나타

나지 않은 것으로 판단된다.

3. 오이 과실 특성

과장, 과경, 과실 생체중과 건물중은 보광 대조구와 처리구간의 유의적인 차이는 없었다(Table 3). 오이 평균 과중은 차광 0%에서 HPS가 가장 낮았고, 차광 50%에서는 10월 8일 수확일을 제외하고 보광 처리에 따른 유의적인 차이는 없었다(Fig. 5). 식물체 당 누적 과실수는 차광 0%의 보광 대조구에서 평균 6개로 가장 많았으나, W, RB LED 간의 통계적으로 유의적인 차이는 없었으며, 차광 50%의 보광 대조구에서는 평균 3개로 가장 많았고, W LED가 가장 적었다(Fig. 6). 오이는 10-15°C의 저온과 8-10시간 이하의 단일 조건에서 암꽃 발현이 촉진되는 특성을 가진다(RDA, 2018b). 본 실험에서는 일출 전, 일몰 후 2시간씩 총 4시간을 보광 했다. 이로 인해 일장이 길어져 암꽃 분화 지연과 과실 개수에 영향을 미쳤고, 보광 대조구의 과실 개수가 가장 많았던 이유로 판단된다. An 등(2011)은 파프리카에 보광을 하였을 때, 엽온 상승으로 인해 동화 산물 전류가 원활하지 못하여 보광 대조구의 착과수가 많았다고 보고하였다. 오이 과실은 낮보다 밤에 왕성하게 비대하는데, 특히 일몰 후 4-5시간 사이에 광합성 동화산물을 Sink 기관으로 옮기는 전류가 활발해진다(RDA, 2018a). 본 연구에서도 일몰 후 2시간 보광이 과실 비대를 위한 전류 과정에 영향을 주어 보광 대조구의 과실 개수가 더 많았던 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 하절기 차광률 50% 수준의 차광 처

Table 3. Fruit characteristics of cucumber as affected by shading level and different supplemental lighting sources at 36 days after supplemental lighting.

Shading level (A)	Light sources (B)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (mm)	Fruit	
				Fresh weight (g)	Dry weight (g)
0%	Control	27.1 a ^z	38.7	203.7	6.3
	HPS	25.1 ab	45.3	151.2	4.6
	W-LED	26.4 ab	36.2	189.5	4.6
	RB-LED	23.1 b	36.4	190.7	4.8
50%	Control	26.1 ab	33.7	160.0	5.2
	HPS	28.1 a	32.7	157.7	5.1
	W LED	26.2 ab	34.6	134.4	4.8
	RB LED	25.1 ab	34.3	159.5	3.8
F-test	A	NS	NS	NS	NS
	B	*	NS	NS	NS
	A×B	NS	NS	NS	NS

^zMean separation within columns by least significant difference test at $p \leq 0.05$.

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

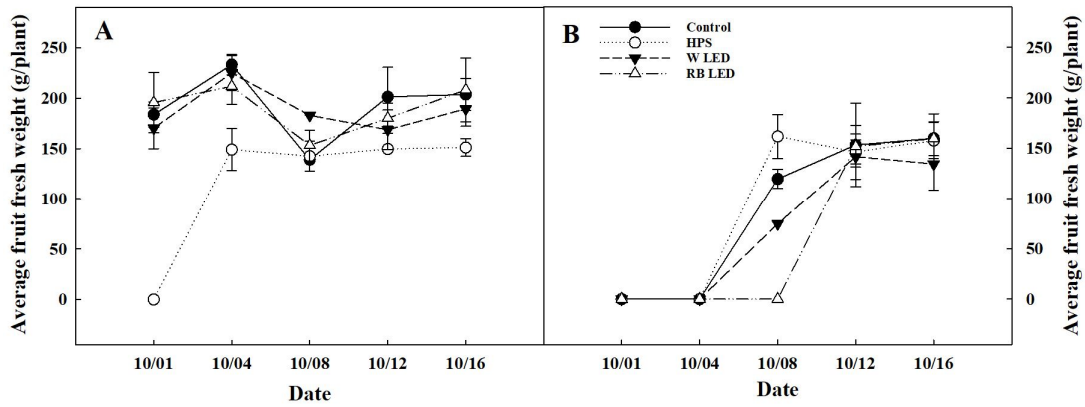


Fig. 5. Average fruit weight of cucumber as affected by shading level under different supplemental lighting sources. A, 0% shading level and B, 50% shading level. Refer to Fig. 4 for details on spectral distribution of supplemental lighting sources.

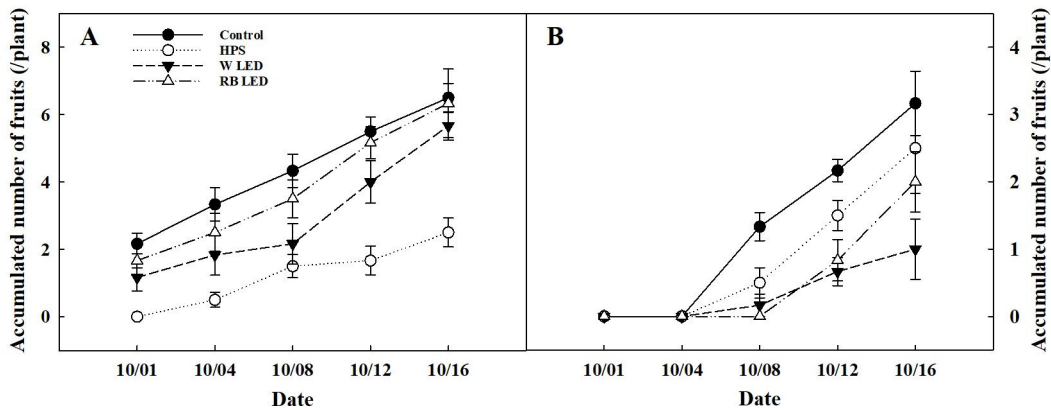


Fig. 6. Accumulated number of cucumber fruits as affected by shading level under different supplemental lighting sources. A, 0% shading level and B, 50% shading level. Refer to Fig. 4 for details on spectral distribution of supplemental lighting sources.

리가 오이의 초장, 엽장, 엽폭, SPAD 값을 증가시켰으나, 보광 처리에 따른 오이의 생육 증진 효과는 RB LED로 보광 하였을 때 경향이 유의하게 증가한 것을 제외하고 유의적인 차이가 없었다. 또한, 과경, 과실 생체중과 건물중은 차광, 보광에 따른 차이가 없었고, 누적 과실 개수는 보광 대조구가 많았다. 위의 결과를 종합하였을 때 하절기 오이 재배 시 50% 수준의 차광 처리는 오이의 생육을 유의하게 향상시켰다. 또한, 보광 대조구에서 생육과 과실 특성이 좋았다. 따라서 하절기 오이 재배에 보광 기술을 적용하기 위해서는 적절한 차광 수준과 보광 시간, 광도 등을 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

적 요

하절기의 높은 일사량은 작물의 과도한 호흡을 유발하여 광합성을 감소시킨다. 또한 주로 하절기에 발생하는 장마는 온

실 내부에 저일조 환경을 유발한다. 저일조 환경은 작물의 생육과 생산량을 감소시키는 원인이 될 수 있다. 본 연구는 하절기 차광과 보광이 오이의 생육과 생산량에 미치는 영향에 대해서 조사하기 위해 수행되었다. 오이 접목묘는 2022년 8월 30일에 플라스틱 온실 2동에 정식하였다. 온실 내부의 광량을 감소시키기 위해 온실 1동에 차광 스크린을 설치하였다. 보광 처리는 2022년 9월 7일부터 2022년 10월 20일까지 수행되었다. 고압나트륨등(high-pressure sodium lamp), 백색 LED (white LED, red:green:blue = 5:3:2), RB LED(combined red and blue LED, red:blue = 7:3)를 보광 광원으로 사용하였고, 무처리를 대조구로 설정하였다. 보광 처리는 일출 전과 일몰 후 2시간씩 수행하였고, 보광 광도는 $150 \pm 20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 설정하였다. 식물 초장, 엽장, 엽폭, SPAD는 차광 처리에 의해 증가하는 경향을 보였다. RB LED에서는 차광 처리와 관계없이 경향이 유의성 있게 증가되었다. 과실의 생체중과 건물중은 차광과 보광 처리에서 유의미한 차이가 없었다. 과

실의 평균 과중은 수확일이 지날수록 보광처리 간의 유의한 차이는 없었다. 결론적으로, 본 연구에서 하절기 오이 재배 시 50% 수준의 차광 처리는 오이의 생육을 유의하게 향상시켰다. 또한, 보광 대조구에서 생육과 과실 특성이 좋았다. 본 연구는 오이 재배 시 보광 기술을 적용하기 위한 기초 연구 자료로 활용될 수 있다.

추가주제어: 고압나트륨등, 보광 광원, 생체중, 장마, 저일조

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(세부과제명: 미세먼지 저감을 위한 농업 분야 대응 강화 기술 개발, 과제번호: RS-2022-RD010422)의 지원으로 수행되었음.

Literature Cited

- An C.G., Y.H. Hwang, J.U. An, H.S. Yoon, Y.H. Chang, G.M. Shon, and S.J. Hwang 2011, Effect of LEDs (light emitting diodes) irradiation on growth of paprika (*Capsicum annuum* 'Cupra'). J Bio-Env Con 20:253-257. (in Korean)
- Bergstrand K.J., and H.K. Schüssler 2013, Growth, development and photosynthesis of some horticultural plants as affected by different supplementary lighting technologies. Eur J Hortic Sci 78:119-125.
- Blom T.J., and F.J. Ingratta 1984, The effect of high pressure sodium lighting on the production of tomatoes, cucumbers and roses. Acta Hort 148:905-914. doi:10.17660/ActaHortic.1984.148.118
- 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. Korean J Hortic Sci Technol 33:227-232. (in Korean) doi:10.7235/hort.2015.14154
- Chris B. 2011, Ball redbook: Greenhouse and equipment, Ed 18, Ball publishing, West Chicago, IL, USA, pp 46-47.
- Gardner F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell 2020, Vegetative growth. Physiology of crop plants, Translated by S.Y. Nam. Ed 1, RGB Press, Seoul, Korea, pp 313-314. (in Korean)
- Guo X., X. Hao, J.M. Zheng, C. Little, and S. Khosla 2016, Response of greenhouse mini-cucumber to different vertical spectra of LED lighting under overhead high pressure sodium and plasma lighting. Acta Hort 1134:87-94 doi:10.17660/ActaHortic.2016.1134.12
- Ha J.B., C.S. Lim, H.Y. Kang, Y.S. Kang, S.J. Hwang, H.S. Mun, and S.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)
- Haque M.M., M. Hasanuzzaman, and M.L. Rahman 2009, Morpho-physiology and yield of cucumber (*Cucumis sativa*) under varying light intensity. Acad J Plant Sci 2:154-157.
- Hernández R., and C. Kubota 2014, Growth and morphological response of cucumber seedlings to supplemental red and blue photon flux ratios under varied solar daily light integrals. Sci Hortic 173:92-99. doi:10.1016/j.scienta.2014.04.035
- Hwang H.S., K.H. Lee, H.W. Jeong, and S.J. Hwang 2022, Selection of supplemental light source for greenhouse cultivation of pepper during low radiation period through growth and economic analysis. J Bio-Env Con 31:204-211. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2022.31.3.204
- Jeong W.J., I.K. Kang, J.Y. Lee, S.H. Park, H.S. Kim, D.J. Myoung, G.T. Kim, and J.H. Lee 2008, Study of dry and bio-mass of sweet pepper fruit and yield between glasshouse and plastic greenhouse. J Bio-Env Con 17(suppl I):541-544. (in Korean)
- Jeong W.J., J.H. Lee, H.C. Kim, and J.H. Bae 2009, Dry matter production, distribution and yield of sweet pepper grown under glasshouse and plastic greenhouse in Korea. J Bio-Env Con 18:258-265. (in Korean)
- 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 Fac 29:306-312. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.202029.3.306
- 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 modual depending on the shade and water curtain. J Bio-Env Con 15:306-316. (in Korean)
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation (AT) 2020, Circulation status by item 2020. <https://www.kamis.or.kr/customer/circulation/domestic/item.do> Accessed 1 October 2022
- Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI) 2022, Monthly sun/moon occurrence time 2022. <https://astro.kasi.re.kr/life/pageView/6>. Accessed 20 October 2022
- Lee J.H., J.S. Lee, J.K. Kwon, K.H. Yeo, J.W. Bang, J.H. Kim, C.K. Lee, K.S. Park, and D.J. Myung 2021, Effects of shield materials on the growth and yield characteristics of melon grown inside a plastic greenhouse in summer season. Protected Hort Plant Fac 30:304-311. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2021.30.4.304
- Lee J.W., H.C. Kim, P.H. Jeong, Y.G. Ku, and J.H. Bae 2014, Effects of supplemental lighting of high pressure sodium and lighting emitting plasma on growth and productivity of paprika during low radiation period of winter season. Korean J Hortic Sci Technol 32:346-352. (in Korean) doi:10.7235/hort.2014.14029
- Lee S.H., E.H. Son, S.C. Hong, S.H. Oh, J.Y. Lee, J.H. Park, S.H. Woo, and C.W. Lee 2016, Growth and yield under low solar radiation during the reproductive growth stages of rice plants. Korean J Crop Sci 61:87-91. (in Korean) doi:10.7740/

- kjcs.2016.61.2.087
- Lim M.Y., H.J. Jeong, M.Y. Roh, G.L. Choi, S.H. Kim, and S.H. Choi 2021, Changes in greenhouse temperature and solar radiation by fogging and shading during hydroponics in summer season. *J Bio-Env Con* 3:230-236. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2021.30.3.230
- Lusk C.H. 2002, Leaf area accumulation helps juvenile evergreen trees tolerate shade in a temperature rainforest. *Oecologia* 132:188-196. doi:10.1007/s00442-002-0974-9
- 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 Fac* 29:265-276. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2022.29.3.265
- Rural Development Administration (RDA) 2018a, *Cucumber*, Humanculturearirang, Seoul, Korea, pp 10-107. (in Korean)
- Rural Development Administration (RDA) 2018b, *Smart greenhouse guideline*, Jinhan M&B, Seoul, Korea, p 16. (in Korean)
- Wheeler R.M., C.L. Mackowiak, and J.C. Sager 1991, Soybean stem growth under high pressure sodium with supplemental blue lighting. *Agron J* 83:903-906. doi:10.2134/agronj1991.00021962008300050024x.
- Woo Y.H., H.J. Kim, Y.C. Heo, T.Y. Kim, K.D. Kim, I.H. Cho, K.D. Ko, K.H. Lee, and K.H. Hong 2005, Effect of mobile shading rate according to solar radiation in cucumber (*Cucumis sativus* L.) of greenhouse at summer. *J Bio-Env Con* 14(suppl I):105-109. (in Korean)
- Woo Y.H., I.H. Cho, K.H. Lee, K.H. Hong, D.K. Oh, and I.C. Kang 2014, Effect of cucumber (*Cucumis sativus* L.) growth on mobile shading according to solar radiation in greenhouse during summer. *Prac Agric Fish Res* 16:67-75. (in Korean)