

전략체계	안정 - 6 - 2		수행시기	전반기 (완결)	
기술분야코드	V1	기술유형코드	S02	작목구분코드	VC-01-0804
과제종류	기관고유		과제번호	LP005070	
과제명	강원 딸기 생산체계 확립 및 특화단지 조성				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	김경원		농업연구사	강원도원 원예연구과	
연구기간	2022 ~ 계속		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
4) 딸기 식물조명 활용기술 개발			원예연구과	이원경	'23
키워드	딸기, 초축성, 육묘, 스마트팜				

ABSTRACT

Photosynthetically effective radiation (PPFD) sensors were installed at 12 points inside and outside the strawberry research greenhouse to investigate cumulative solar radiation. The use of side and ceiling insulating curtains created a shadow on the bed, and the sunlight hours were short, about 6 hours, creating an insufficient light environment with a DLI of less than 10. The light compensation point was highest in the order of Seolhyang > Geumsil > Vitaberry > Alta King, and the maximum photosynthesis rate was highest in the order of Seolhyang > Geumsil > Alta King > Vitaberry. Treatment A is blue + red + near-infrared rays, Treatment B is diffuse lighting with blue + red wavelengths, and Treatment C and D are all visible rays + near-infrared wavelengths, and have diffuse and focused characteristics, respectively. The intensity measured at a distance of 0.5m from the light source was higher in the order D>C>B>A, and the PAR intensity was also higher in the order D>C>B>A. Treatment group D had a higher concentration of light than treatments A, B, and C due to the application of a light-collecting lens. However, as the horizontal distance from the light source increased, the intensity of the arriving light decreased dramatically. From mid-November, supplementary light was provided for a total of 11 hours, 4 hours in the morning and 7 hours in the afternoon. Plant height and leaf length grew significantly larger in the supplemental light treatment group than in the control group, and in particular, plant height was the highest in treatment A, which had a high ratio of infrared rays. After supplemental light treatment, the 2nd flower cluster in the treatment D flowered 3 weeks earlier than the control group, and treatment A, B, and C flowered 2 weeks earlier than the control group. In all treatments, the yield was higher than the control, indicating that the supplemental

light treatment was effective. Treatments A, C, and D, which included infrared rays, had higher yields than treatment B without infrared rays. When growing strawberries with supplemental light, it is believed that selecting lighting that includes infrared wavelengths will be advantageous for increasing yield. There was no statistically significant difference in the quality characteristics of fruit over the entire growing period in all items, including the treatment and control groups. In the supplementary light treatment group, tip burn occurred on flower stalks and small leaves that were not fully developed. To reduce tip burn and increase the marketable fruit rate, it is necessary to set appropriate nutrient supply standards for the level of supplemental light.

1 연구목표

딸기는 원예작물 중 생산액이 1위인 고소득 작물로 2020년 기준 1조 2,270억원에 달하며, 소비량도 매년 증가 추세에 있어 소득이 유망한 작목이다. 과실 품질개선을 위한 보광과 작물 세력유지를 위한 전조에 관한 연구가 진행되었으나, 보광방법과 수준에 대한 기준이 미비하며, 연구 결과가 일관되지 않아 농가에서 기술을 활용하기에 어려움이 있다. 미국과 유럽에서는 온실 내 딸기생산에 LED 조명을 이용한 보광재배 기술이 도입되고 있으며, 광강도·보광시간·일누적 광량에 대한 기준을 정립하고 있다. 국내에서는 딸기의 형태성·생산성·과실품질 개선을 위한 인공광원 내 적외선 비율 연구가 이루어지고 있으며, 적색 LED 보광에 따른 과실 경도, 당도, 수량 등 품질개선 효과가 보고되었으나, 전조재배와 보광재배의 조건과 제어방법을 명확히 제시하지 못하였으며, 시설비 투입 대비 향상된 소득에 대한 경제성 검토가 필요하다.

2 재료 및 방법

<제4세부과제 : 딸기 식물조명 활용기술 개발>

(시험 1) 시설 내 위치별 광환경 변화 조사

본 시험은 단동형 온실에서 딸기재배 시 위치별 광환경의 변화를 시계열로 조사하여 광 분포와 보광시스템의 필요성을 알아보고자 기술원 308-1 온실 내부를 남북으로 3개소, 동서로 4개소 총 12지점과, 외부 1지점의 2023년 1월 ~ 5월까지 누적일사량(Daily Light Integral)을 조사하였고, 모델링 프로그램(Sketchup, Trimble)과 플러그인(ShadeDat(Beta))을 활용하여 온실 내부 위치별 일조시간을 조사하였다. 통계분석은 Microsoft 365 Excel program을 이용하여 표준오차로 표현하였다.

(시험 2) 일계성 딸기 품종별 광합성 특성 조사

강원지역에서 많이 재배되는 일계성 딸기 4품종 “설향”, “금실”, “알타킹”, “비타베리”의 광합성 특성을 조사하여 보광재배 시 적절한 보광 정도를 알아보기 위해 수행하였다. 광합성측정기(LI-6400XT, Licor, USA)를 활용하여 각 품종별 광보상점(Light compensation point; L_{comp} [$\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$]), 광포화점(light saturation point; L_{sat} [$\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$]), 호흡율(dark respiration; R_d [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$]), 최대광합성속도(maximum photosynthesis rate; $P_N \max$ [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$]), 순양자수율(net apparent quantum yield; AQY [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\cdot\text{mol}^{-1}$])을 조사하였다. 통계분석은 Microsoft 365 Excel program을 이용하여 표준오차로 표현하였다.

(시험 3) 딸기 식물조명 배치에 따른 광환경 조사

강원지역 딸기재배 농가에서 일조량 부족을 개선하기 위해 자가로 설치하여 활용하고 있는 별브타입 LED 중 조명의 파장과 확산특성을 고려해 4종을 선정하였다. 조명의 전체적인 스펙트럼과 적외선과 적색 파장의 비율을 조사하였고, 광원으로부터의 수직 수평 거리에 따른 배광특성을 조사하였다. 통계분석은 Microsoft 365 Excel program을 이용하여 표준오차로 표현하였다.

(시험 4) 딸기 식물조명 적용에 따른 생육 및 품질 조사

(시험1)과 위치와 형태가 같은 308-3 온실에 2023년 9월 중순 “설향” 품종을 정식하였고, (시험3)에서 조사한 식물조명을 4종을 설치하여 외부온도가 낮고 일사량이 부족한 11월 중순부터 2월 하순까지 내부온도에 따라 보온용 알루미늄 커튼이 10:00에 열리고 16:00부터 닫힐 수 있도록 관리하였으며, 매일 07:00~11:00 오전 4시간, 16:00~23:00 오후 7시간 보광처리 하였다. 조명특성에 따른 딸기의 생육, 수량, 품질특성을 조사하여 비교하였다. 통계분석은 Microsoft 365 Excel program을 이용하여 표준오차로 표현하였다.

3 결과 및 고찰

<제4세부과제 : 딸기 식물조명 활용기술 개발>

(시험 1) 시설 내 위치별 광환경 변화 조사

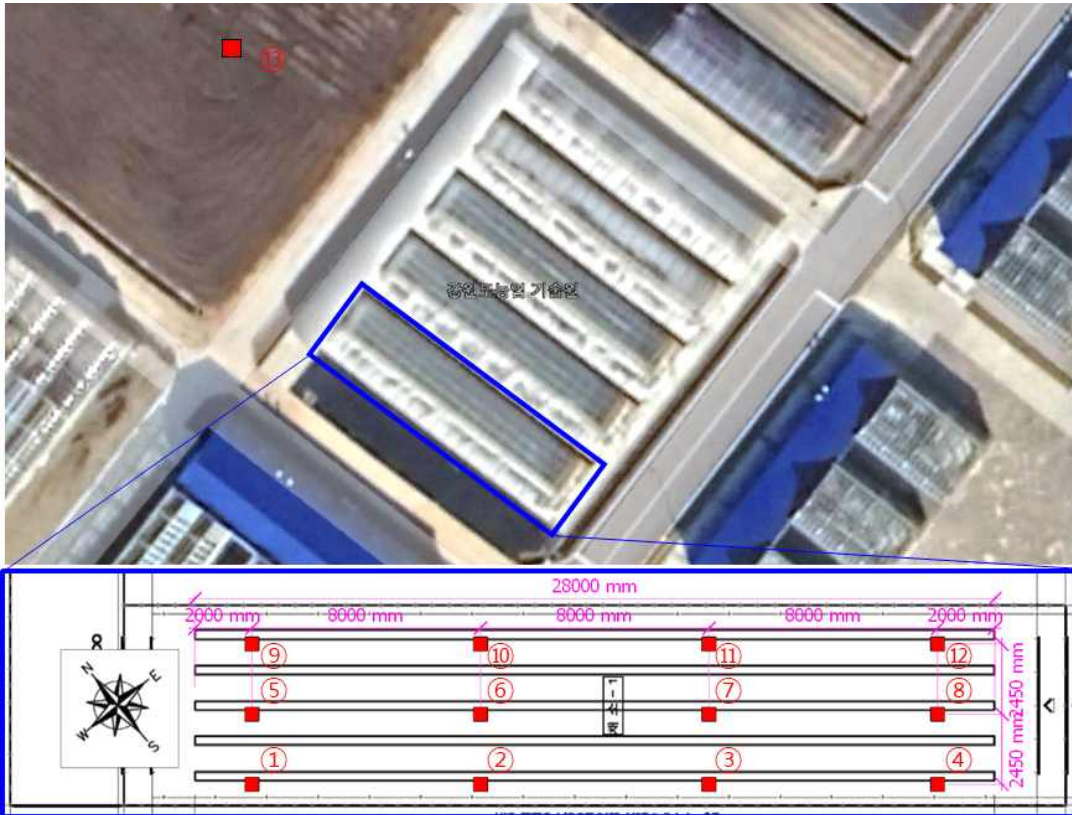


그림 1. 환경정보 수집센서 설치 위치

농업기술원내 딸기 시험연구용 단동형 온실(이중피복, 폭 7.0m, 길이 33m, 동고 3.5m) 5동이 동서동으로 설치되어 있고, 딸기재배용 고설베드가 1.3m 간격으로 5라인씩 설치되어 있다. 환경정보 수집 센서는 남쪽 첫 번째 온실의 남쪽 첫 번째, 세 번째, 다섯 번째 베드 상단 50cm 높이에 설치하였고, 온실 입구 쪽부터 8m 간격으로 4구간 총 12개소에 설치하여 10분 간격으로 광합성유효복사(PPFD)를 측정하였다. 외부기상정보는 온실 서북쪽 노지 포장에 간이기상대를 설치하여 온도, 습도, 지온, 일사량(SR), 광합성유효복사(PPFD)를 측정하였다(그림 1).

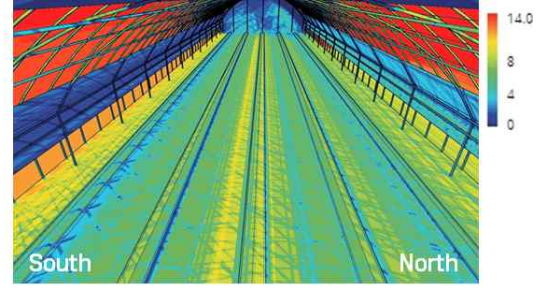
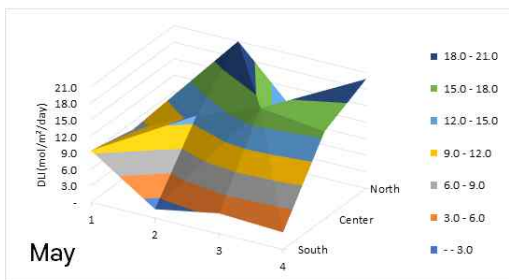
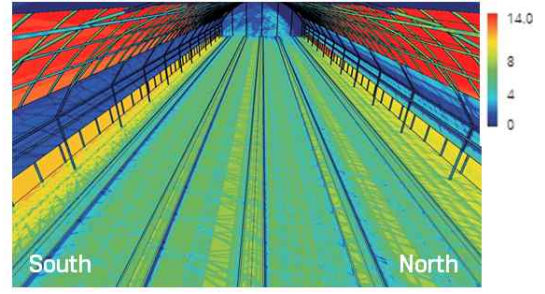
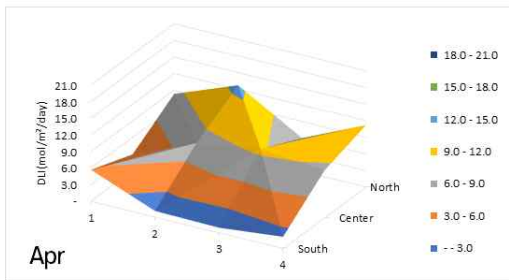
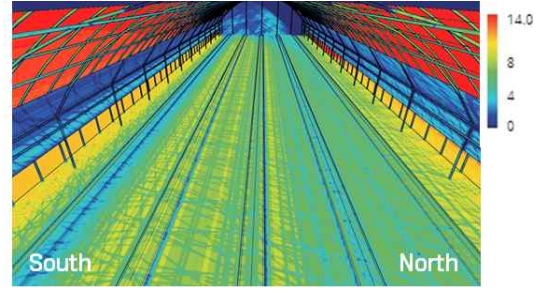
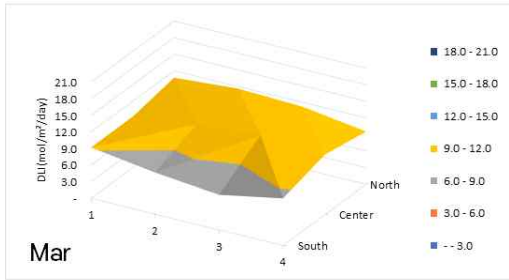
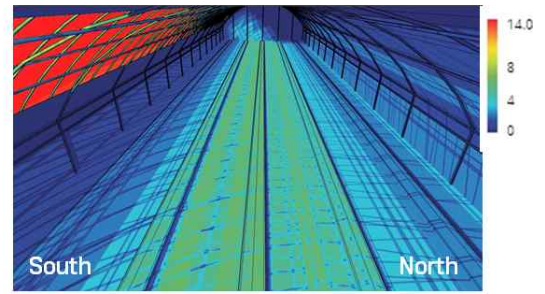
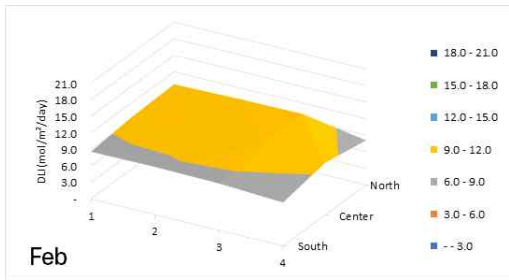
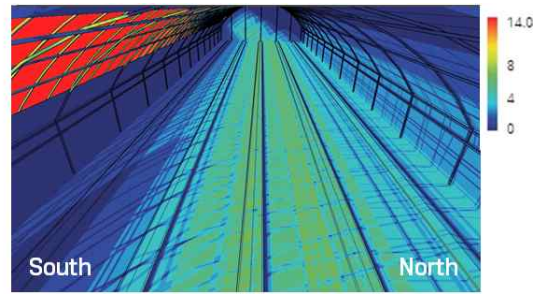
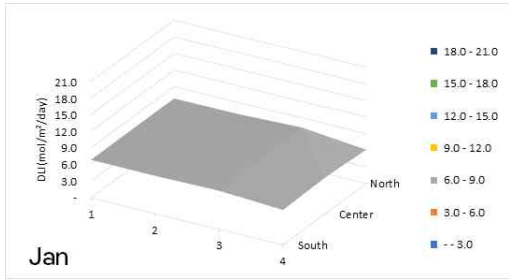


그림 2. 위치별 월평균 DLI 와 일조시간 시뮬레이션

1월과 2월은 온도관리를 위해 측면보온커튼은 개폐하지 않아 남쪽 첫 번째 고설베드의 광환경이 열악했으며, 천정 보온커튼도 일출 후 열리고, 일몰 전 닫히므로 일조시간이 6시간 내외로 짧았다. DLI $10\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ 미만으로 정상적인 생육이 어려운 광환경이 조성되었다(그림 2).

(시험 2) 일계성 딸기 품종별 광합성 특성 조사

표 1. 딸기 품종별 광합성 특성

(조사일: 3.24.)

품종	L_{comp}^{\dagger}	L_{sat}	R_d	$R_{N\ max}$	AQY
설향	22.5	139.2	0.99	6.15	0.0442
금실	17.2	127.7	0.76	5.39	0.0422
알타킹	12.6	135.2	0.49	5.22	0.0386
비타베리	13.2	115.0	0.33	2.92	0.0254

\dagger Light compensation point; L_{comp} [$\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$], light saturation point; L_{sat} [$\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$], dark respiration; R_d [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$], maximum photosynthesis rate; $R_{N\ max}$ [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$], net apparent quantum yield; AQY [$\text{mol}(\text{CO}_2)\cdot\text{mol}^{-1}$]

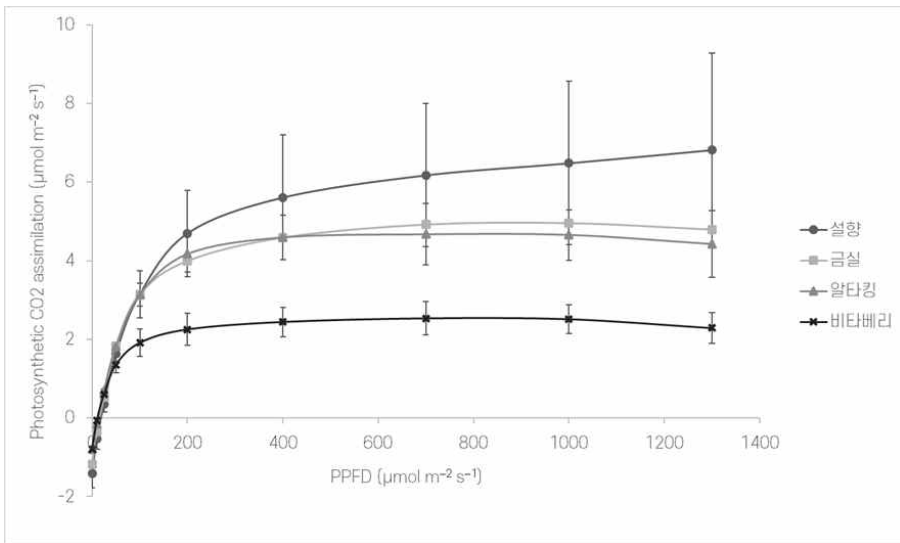


그림 3. 딸기 품종별 광 포화 곡선 (n=3)

주요 일계성 딸기 품종 “설향”, “금실”, “알타킹”, “비타베리” 4종의 광합성 특성과 Light curve를 조사하였다. 광보상점은 설향>금실>비타베리>알타킹 순으로 높았고 최대광합성속도는 설향>금실>알타킹>비타베리 순으로 높았다. 약광조건에서 광합성능력을 나타내는 순양자수율도 최대광합성속도와 같은 경향을 보였다(표 1, 그림 3).

(시험 3) 딸기 식물조명 배치에 따른 광환경 조사

표 2. 벌브타입 LED 조명 규격

구분	A	B	C	D
정격전압	120-240 VAC (50-60 Hz)	120-240 VAC (50-60 Hz)	220 VAC (60 Hz)	220 VAC (60 Hz)
정격전력	9.3W	10W	17W	13W
소켓	E26 / E27	E26 / E27	E26	E26
크기	H 164×W 127	H 164×W 127	H 120×W 95	H 93×W 95
수명	35,000시간	35,000시간	25,000시간	25,000시간
확산각	110°	110°	110°~ 130°	30°~ 40°
비고	근적외선O	근적외선X	확산형	집중형

보광 또는 전조용 LED 조명은 전기 소비량이 적어 추가적인 전기 승압 과정 없이 농가에서 직접 설치할 수 있으며, 운영이 비교적 간단하여 점차 활용이 늘어가는 추세다. 소켓형(벌브타입) 조명 중에서 스펙트럼과 확산 특성을 고려하여 4종을 선정하여 특성을 조사하였다(표 2).

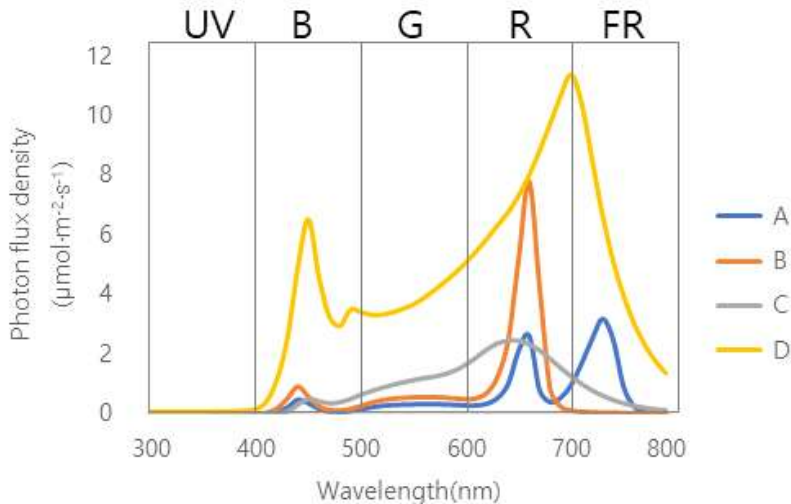


그림 4. 조명 타입별 파장특성

A조명은 440nm, 660nm, 730nm 세 개의 피크를 갖고 있으며, 적색(R, 640~680nm)과 근적외선(FR, 710~750)의 비율(R/FR)이 0.7로 근적외선의 비중이 더 큰 특징을 갖고 있다. B조명은 440nm, 660nm 두 개의 피크를 갖고 있으며, 근적외선이 없는 특징을 갖고 있다. C조명은 450nm, 640nm 두 개의 피크를 갖고 있으나, 가시광선 전반에 걸쳐 넓게 분포하는 특성을 갖고 있다. D조명은 450nm, 700nm 두 개의 피크를 갖고 있으나, C조명과 같이 가시광선 전반에 걸쳐 넓게 분포하는 특성을 갖고 있다. 0.5m 높이에서 측정한 조명의 세기는 D>C>B>A 순으로 높았으며, 전체 파장 중에서 PAR 구간의 세기도 D>C>B>A 순으로 높았다(그림 4, 표 3, 표 4).

표 3. 식물조명의 파장 길이별 광량자속밀도 분포

Wavelength (nm)	Photon flux density* ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)			
	A	B	C	D
300~399	0.0(0.0%)**	0.0(0.1%)	0.1(0.1%)	0.4(0.2%)
400~499	1.9(5.8%)	3.6(8.8%)	3.2(6.6%)	29.8(15.1%)
500~599	3.5(11.0%)	6.2(15.1%)	13.1(27.0%)	38.1(19.3%)
600~699	11.2(35.0%)	30.6(74.7%)	25.6(52.9%)	74.7(37.8%)
700~799	15.4(48.2%)	0.5(1.3%)	6.5(13.5%)	54.6(27.6%)
300~800	32.0(100%)	40.9(100%)	48.4(100%)	197.5(100%)
400~700	16.6(51.8%)	40.3(98.7%)	41.8(86.4%)	142.5(72.2%)

*PFD at 0.5m mounting height, **PFD proportion of light source

표 4. 조명 타입별 적색과 적외선 파장의 비율

Wavelength (nm)	Photon flux density* ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)			
	A	B	C	D
R(640~680)	8.3	25.6	11.7	32.2
FR(710~750)	12.8	0.3	3.6	31.2
R/FR ratio	0.7	101.9	3.2	1.0

*PFD at 0.5m mounting height

표 5. 광원으로부터 수직·수평 거리에 따른 PFD 값의 변화

Treatment	Vertical distance (m)	Horizontal distance (m)				
		0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
A	2.0	1.7*	1.5	0.9	0.5	0.3
	1.5	2.8	2.2	1.0	0.4	0.2
	1.0	6.5	4.1	1.4	0.5	0.1
	0.5	25	6.2	0.6	0.1	0.0
B	2.0	2.1	1.8	1.3	0.7	0.4
	1.5	3.5	2.8	1.7	0.8	0.4
	1.0	7.7	4.7	2.0	0.6	0.2
	0.5	31.7	7.5	1.4	0.2	0.1
C	2.0	2.5	2.2	1.4	1.0	0.6
	1.5	4.4	3.3	1.8	1.0	0.5
	1.0	9.7	5.6	1.9	0.8	0.4
	0.5	38.5	8.1	1.2	0.4	0.2
D	2.0	25.6	5.7	0.6	0.2	0.2
	1.5	46.4	5.9	0.8	0.3	0.1
	1.0	101.2	3.2	0.5	0.2	0.1
	0.5	195.3	1.8	0.2	0.1	0.1

*Photon flux density ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)

A, B, C 조명은 0.5m 거리에서 측정한 값을 기준으로 거리가 2배, 3배, 4배 멀어짐에 따라 빛의 세기가 각각 25.3%, 11.2%, 6.6% 수준으로 감소하였으나, D 조명은 빛을 모으는 렌즈가 적용되어 빛의 세기가 51.8%, 23.8%, 13.1% 수준으로 감소하여 A, B, C 조명보다 상대적으로 광선의 집중도가 높았으나, 광원으로부터 수평적인 거리가 증가할수록 도달하는 빛의 세기가 극단적으로 줄어들었다(표 5, 그림 5, 그림 6).

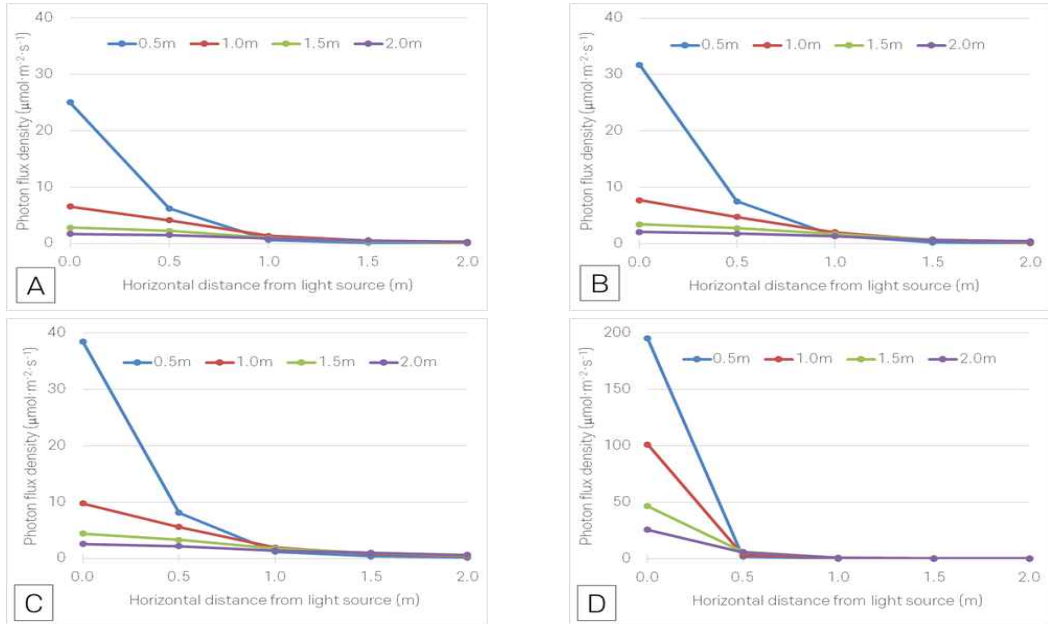


그림 5. 광원으로부터 수직·수평적 거리에 따른 PFD 값의 변화

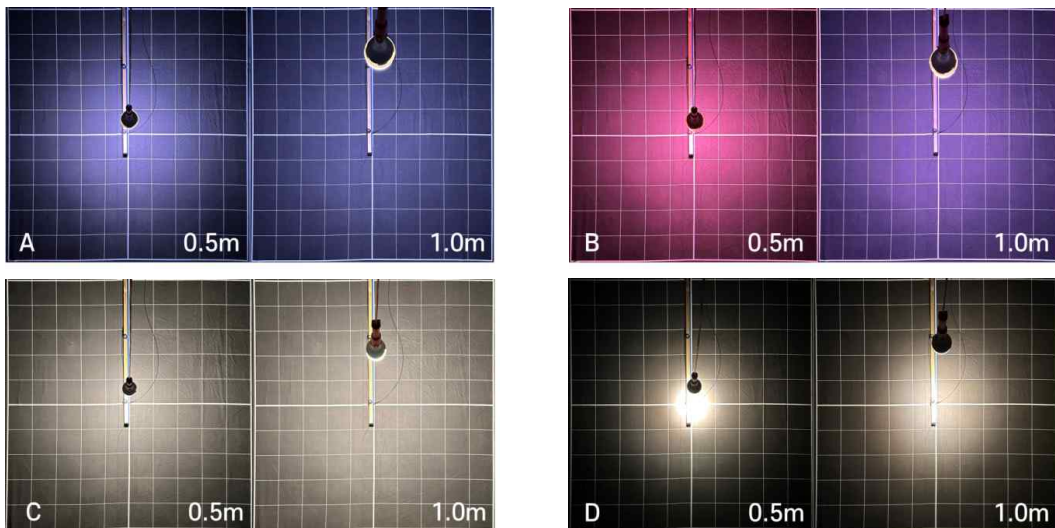


그림 6. 조명 타입별 광 확산 특성

(시험 4) 딸기 식물조명 적용에 따른 생육 및 품질 조사

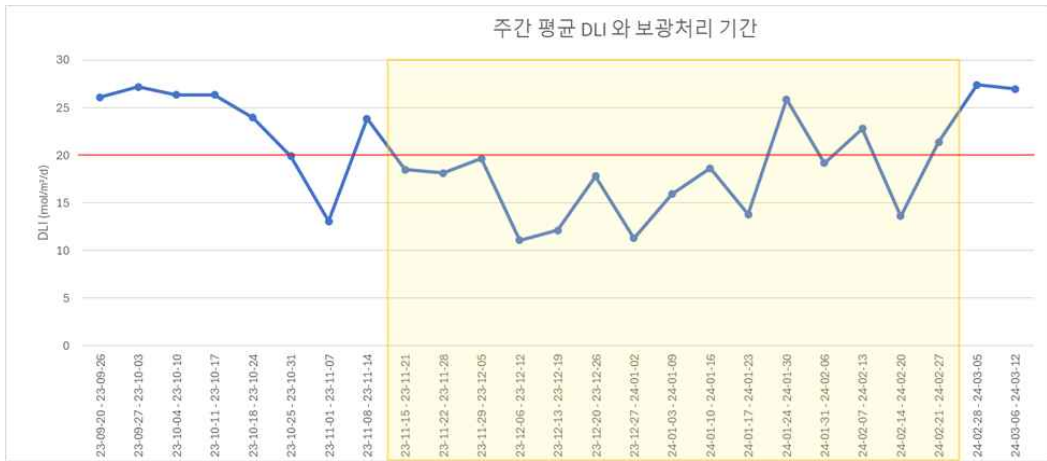


그림 7. 재배기간 중 외부 누적광량 변화와 보광처리 기간

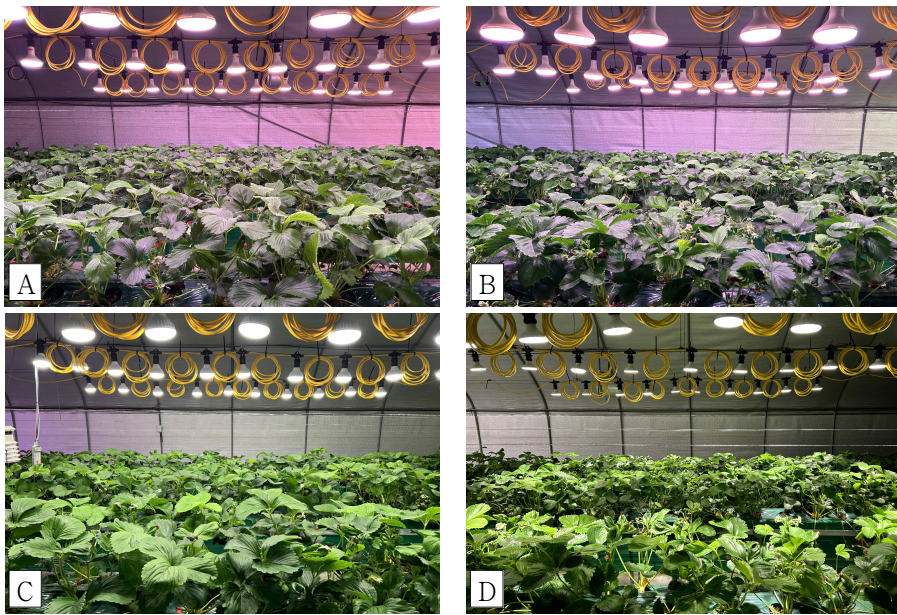


그림 8. 식물조명 설치 및 보광 모습

단동형 온실 딸기 고설베드 상단 1m 높이에 A, B, C, D 조명을 30cm 간격으로 설치하고, 외부의 주간 평균누적광량(Daily light integral)이 연속적으로 $20\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ 미만인 11월 중순부터 오전 4시간(07:00~11:00), 오후 7시간(16:00~23:00) 총 11시간 보광처리 하였다. A, B, C, D 조명의 광 강도는 각각 $56.9\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $71.9\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $82.8\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $176.5\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이고, 11시간 보광에 따른 DLI는 각각 $2.25\ \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$, $2.85\ \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$, $3.28\ \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$, $6.99\ \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ 이었다(그림 7, 그림 8, 표 6).

표 6. 처리별 광 강도와 누적광량

Treatment	Intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Duration* (hour)	DLI ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$)
A	56.9±5.2	11	2.25
B	71.9±5.2	11	2.85
C	82.8±3.6	11 <td 3.28	
D	176.5±50.1	11	6.99

*07:00~11:00, 16:00~23:00

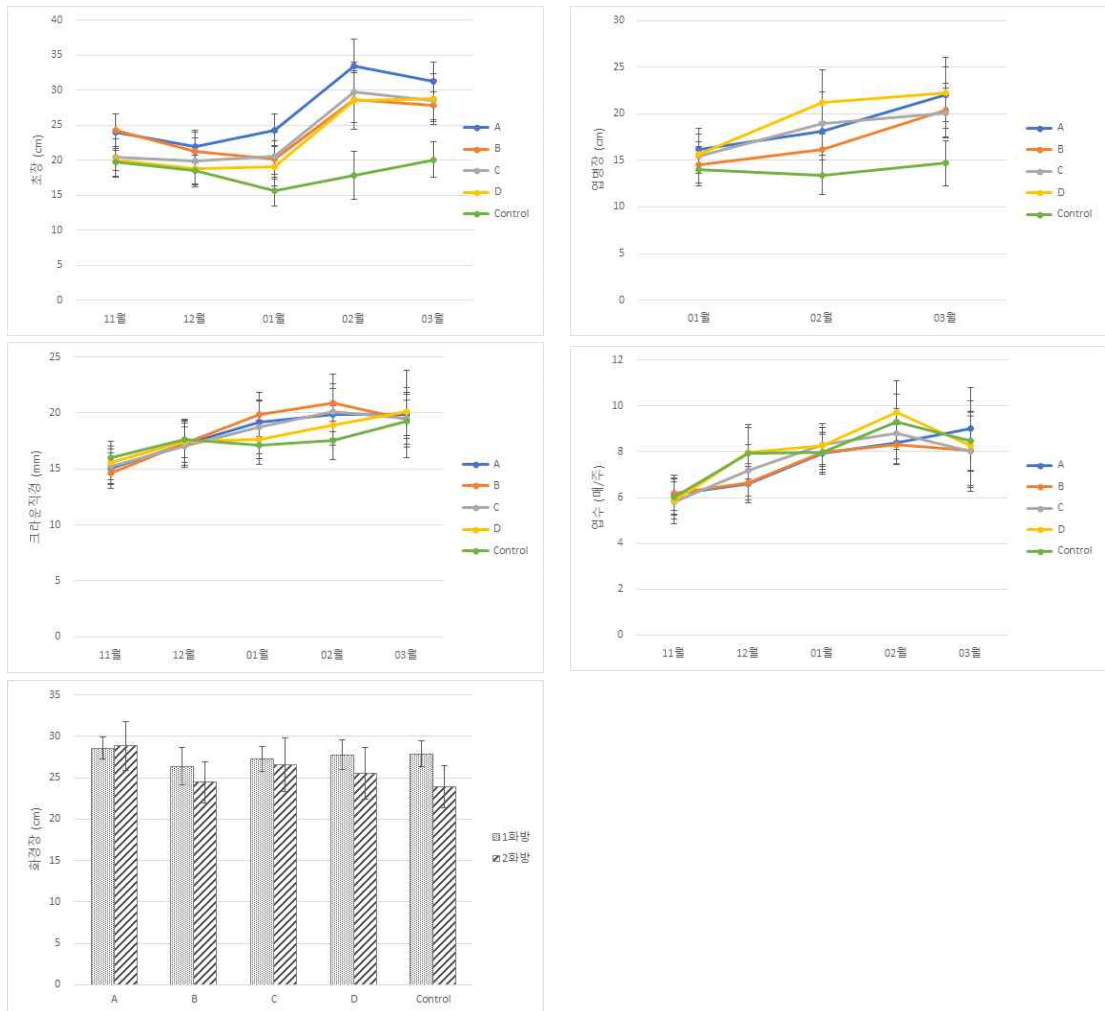


그림 9. 보광처리에 따른 시기별 생육특성 변화 (n=30)

초장과 엽장은 보광처리구가 무처리구에 비해 월등하게 크게 자랐으며, 특히 적외선의 비율이 높은 A조명에서 초장이 가장 컸다. 크라운 직경, 엽수, 화경장은 보광처리구에서 평균적으로 높았지만, 통계적으로 유의한 정도의 차이를 나타내지 않았다(그림 9).

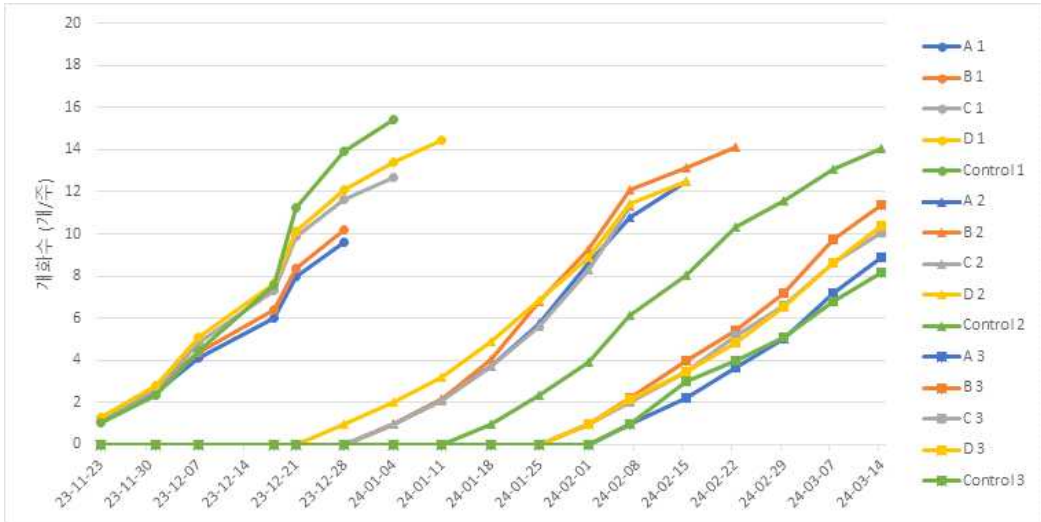


그림 10. 보광처리에 따른 화방별 개화수 변화

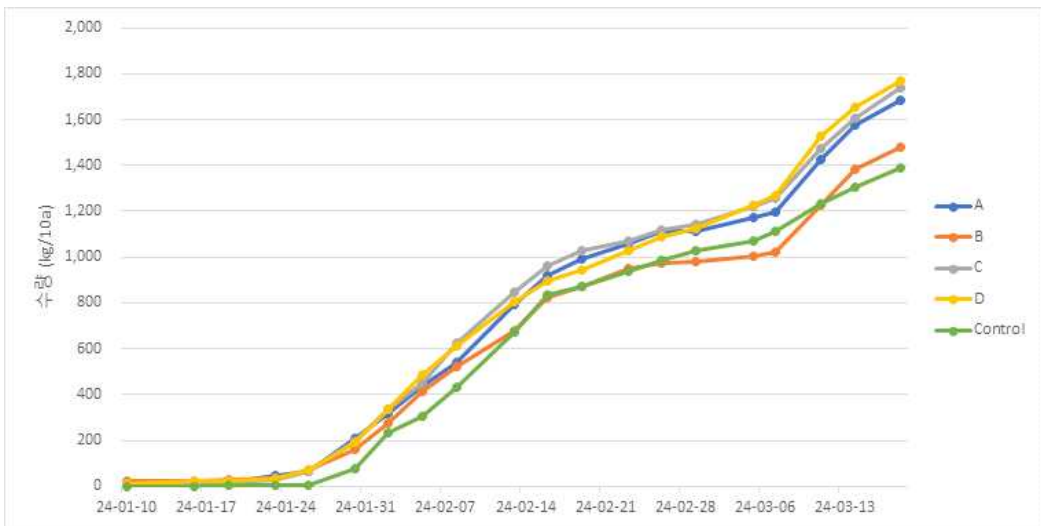


그림 11. 보광처리에 따른 누적 수량 변화

보광처리 전부터 개화하기 시작한 1화방의 개화속도는 처리간 차이가 없었으나, 2화방은 D 처리구가 대조구보다 개화가 3주 빨랐고, A, B, C 처리구는 대조구보다 2주 빨리 개화하였다. 3화방은 B, C, D 처리구가 A 처리구와 대조구보다 1주 빨리 개화하였다(그림 10). 수량은 모든 처리에서 대조구보다 높아 보광처리의 효과가 있었으며, 적외선을 포함하는 A, C, D 처리구가 적외선이 없는 B 처리구보다 수량이 많았으며, 보광강도가 높은 D>C>A 순으로 수량이 많았다. 보광재배 시 적외선 파장을 포함하는 조명을 선정하는 것이 수량 개선에 유리할 것으로 판단된다(표 6, 그림 11).

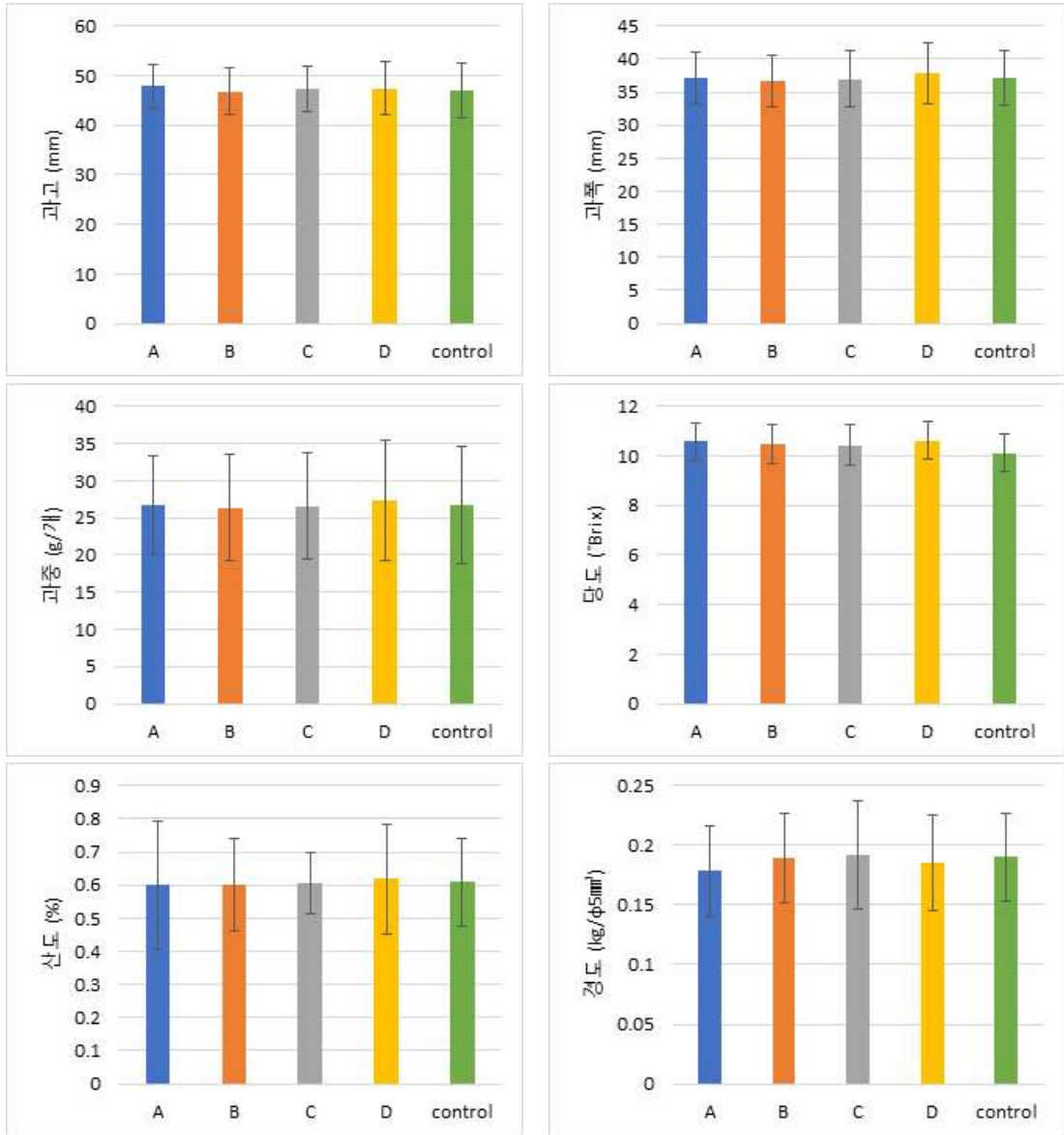


그림 12. 처리별 과실 품질특성 (n=120)

보광처리에 따른 상품과실의 특성을 비교하기 위해 과고, 과폭, 과중, 당도, 산도, 경도를 조사하였다. 전체 생육기간에 걸쳐 과실의 품질특성은 처리구와 대조구를 포함하여 모든 항목에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다(그림 12). 과실 크기, 과중, 당도, 경도는 수확 초기인 1월에 가장 높았고, 재배기간이 경과함에 따라 차츰 낮아지는 경향을 나타냈다(자료 미제시).

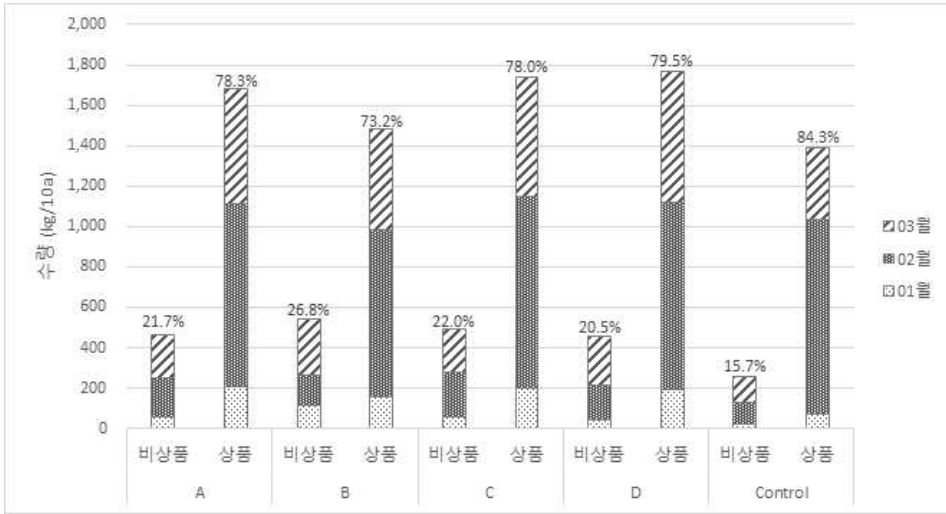


그림 13. 보광처리에 따른 상품과율



그림 14. 보광처리구 생리장해 발생

보광처리에 따른 상품과율은 대조구에서 84.3%로 가장 높고, 이어서 D>C>A>B 순으로 높았으며, 수량과 같은 경향을 나타냈다(그림 13). 비상품과는 대부분 기형과로 분류되었고, 기형과의 형태로 보아 수정불량이 그 원인으로 추측된다. 보광처리구에서 화방 출현 직후부터 개화시기까지 화탁에 틱번이 발생하였고, 완전히 전개되지 않은 작은 잎에서도 틱번이 발생하였다. 틱번 발생을 줄이고 상품과율을 높이기 위해 보광수준에 맞는 적정 급액관리 기준설정이 필요하다(그림 14).

<제4세부과제 : 딸기 식물조명 활용기술 개발>

(시험 1) 시설 내 위치별 광환경 변화 조사

- 가. 농업기술원내 딸기 시험연구용 단동형 온실 내 12지점과 외부에 광합성유효복사(PPFD) 센서를 설치하여 누적일사량을 조사하였다.
- 나. 측면과 천정 보온커튼 사용으로 베드 위 그림자가 발생하고 일조시간이 6시간 내외로 짧아 DLI 10 미만의 광환경이 조성되었음.

(시험 2) 일계성 딸기 주요 품종 시기별 광합성량 조사

- 가. 광보상점은 설향>금실>비타베리>알타킹 순으로 높았고 최대광합성속도는 설향>금실>알타킹>비타베리 순으로 높았다.

(시험 3) 딸기 식물조명 배치에 따른 광환경 조사

- 가. A 조명은 청색+적색+근적외선, B 조명은 청색+적색 파장을 갖는 확산형 조명이고, C와 D 조명은 가시광선 전반+근적외선 파장이며, 각각 확산형, 집중형 특징이 있다.
- 나. 광원과 0.5m 거리에서 측정된 세기는 D>C>B>A 순으로 높았으며, 전체 파장 중에서 PAR 구간의 세기도 D>C>B>A 순으로 높았다.
- 다. D 조명은 빛을 모으는 렌즈가 적용되어 A, B, C 조명보다 광선의 집중도가 높았으나, 광원으로부터 수평적인 거리가 증가할수록 도달하는 빛의 세기가 극단적으로 줄어들었다.

(시험 4) 딸기 식물조명 적용에 따른 생육 및 품질 조사

- 가. 11월 중순부터 오전 4시간(07:00~11:00), 오후 7시간(16:00~23:00) 총 11시간 보광처리 함
- 나. A, B, C, D 조명의 광 강도는 각각 $56.9 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $71.9 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $82.8 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, $176.5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 임
- 다. 11시간 보광에 따른 DLI는 각각 $2.25 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$, $2.85 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$, $3.28 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$, $6.99 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ 임
- 라. 초장과 엽장은 보광처리구가 무처리구에 비해 월등하게 크게 자랐으며, 특히 적외선의 비율이 높은 A조명에서 초장이 가장 컸다.
- 마. 보광처리 후 2화방 D 처리구가 대조구보다 개화가 3주 빨랐고, A, B, C 처리구는 대조구보다 2주 빨리 개화하였다.
- 바. 수량은 모든 처리에서 대조구보다 높아 보광처리의 효과가 있었으며, 적외선을 포함하는 A, C, D 처리구가 적외선이 없는 B 처리구보다 수량이 많았으며, 보광강도가 높은

D>C>A 순으로 수량이 많았다.

- 사. 보광재배 시 적외선 파장을 포함하는 조명을 선정하는 것이 수량 개선에 유리할 것으로 판단된다
- 아. 보광처리에 따른 상품과실의 특성을 비교하기 위해 과고, 과폭, 과중, 당도, 산도, 경도를 조사하였다. 전체 생육기간에 걸쳐 과실의 품질특성은 처리구와 대조구를 포함하여 모든 항목에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다
- 자. 보광처리구에서 화방 출현 직후부터 개화시기까지 화탁에 틱번이 발생하였고, 완전히 전 개되지 않은 작은 잎에서도 틱번이 발생하였다. 틱번 발생을 줄이고 상품과율을 높이기 위해 보광수준에 맞는 적정 급액관리 기준설정이 필요하다.

5

인용문헌

- 김판기, 이은주. 2001. 광합성의 생리생태(1): 광도와 엽육 내 CO₂ 분압 변화에 대한 광합성 반응. 한국농림기상학회지, 3(2), 126-133.
- 나옥호, 이종원, and 이현우. "시설딸기 재배온실의 일사량 및 PPF의 광투과율 분석." 한국농공학회 학술대회초록집 2015 (2015): 171-171.
- 이경철, 김선희, 박완근, 김영설. 2014. 수분스트레스가 딸나무의 광합성 능력 및 광계 II의 활성에 미치는 영향. 한국약용작물학회지, 22(1), 38-45.
- 이지은, et al. "LED 광원 및 설치조건에 따른 딸기의 생육 변화." 시설원예·식물공장 24.2 (2015): 106-112.
- 최효길, et al. "2 단 베드 시스템의 하단부에서 자란 딸기의 생산성 및 과일 품질에 미치는 보광 LED의 효과." 시설원예·식물공장 27.3 (2018): 199-205.
- Chong, Leonard, et al. "Developing an LED preservation technology to minimize strawberry quality deterioration during distribution." Food Chemistry 366 (2022): 130566.
- Hidaka, Kota, et al. "Effect of supplemental lighting from different light sources on growth and yield of strawberry." Environmental Control in Biology 51.1 (2013): 41-47.
- Li, Yuanping, et al. "Effect of led supplemental illumination on the growth of strawberry plants." 2012 Symposium on Photonics and Optoelectronics. IEEE, 2012.
- Nadalini, S., P. Zucchi, and Carlo Andreotti. "Effects of blue and red LED lights on soilless cultivated strawberry growth performances and fruit quality." Eur. J. Hortic. Sci 82.1 (2017): 12-20.
- Taiz L and Zeiger E. (2016). Plant physiology and Development(6th ed.). Sinauer Associates. Sunderland. MA, USA. p.245-268.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2023(1년)	기본자료	일계성 딸기 동절기 보광재배시 조명 종류에 따른 생육 특성

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
					'23
과제책임자	강원도농업기술원	농업연구사	김경원	과제 총괄	○
세부책임자	강원도농업기술원	농업연구사	이원경	세부주관 수행	○
공동연구자	강원도농업기술원	농업연구사	서현택	시험수행 및 평가	○
	강원도농업기술원	"	김경원	품질조사 지원	○
	강원도농업기술원	"	한규석	품질조사 지원	○
	강원도농업기술원	공업주사보	유정영	평가분석 지원	○
	강원도농업기술원	농업연구관	박영식	현장조사 지원	○
	강원도농업기술원	농업연구관	원재희	평가분석 지원	○