

인공광원의 광강도 및 분광특성과 일몰 후 적외선램프의
조사에 따른 엽채류의 성장반응

Light Intensity and Spectral Characteristics of Artificial Lights
and Growth Response of Chinese Cabbage Seedlings as Affected
by Irradiating Infra-red Lamp After Sunset.

조경철* · 황인택 · 김병삼 · 기광연 · 조명수 · 김정근

전라남도농업기술원 원예연구과

Kyung Chul Cho* · In Taek Hwang · Byeong Sam Kim · Gwang Yoen Gi,

Myoung Soo Cho · Joung Guen Kim

Jeonnam Agricultural Research & Extention Services, Sanpo, Naju 520-715, Korea

서 언

광은 식물의 광합성 작용뿐만 아니라 조직이나 기관의 분화, 종자의 발달 등 식물의 형태 형성에도 관여하는 중요한 요인 중 하나이다. 불량한 광환경조건 하에서는 작물의 생육부진 뿐만 아니라 다양한 생리장해 및 병발생 등을 유발하기 때문에 경제적으로 광효율을 증가시키기 위하여 적절한 시설구조를 채택해야 한다. 또한 작물의 생육과 품질을 향상시키기 위하여 보광 및 차광 등 광환경 관리기술 개발이 요구된다. 한편, 우리나라 겨울철 월평균기온은 -3~4℃ 정도로 유리온실이나 플라스틱하우스내에서 작물을 재배하더라도 난방을 하지 않고 작물을 재배하기는 어렵다. 본 연구에서 도입한 적외선램프는 새로운 인공광원으로서 태양광과 80% 정도 유사하고 용도에 따라 근적외선, 중적외선 및 원적외선이 방사되도록 할 수 있으며, 적은 전력소모량과 발생하는 열원은 겨울철 온풍난방기를 보조하거나 대체할 수 있어 에너지 절감효과를 동시에 기대할 수 있다. 따라서 본 연구는 인공광원에 대한 기초연구로서 인공광원의 종류별 분광특성을 비교 분석하고, 일몰 후 적외선램프의 조사시간이 배추와 상추 유묘의 성장에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 실험은 2005년 3월부터 11월까지 전남농업기술원 원예연구과 실험실과 무가온 온실

내에서 실시하였다. 인공광원의 종류에 따른 분광특성을 알아보기고자 적외선램프(1KW, 근적외선방출), 형광등(20W) 및 백열등(60W)을 암실내 설치하여 10cm부터 200cm까지 10cm 간격으로 조도(Lux meter), 적색/근적색광 비율(Spectrosense®, Skye Instruments Ltd.) 및 광파장(Spectroradiometer, Fieldspec®, Pro Jr, ASDI)을 측정하였다.

일몰 후 적외선램프 조사가 엽채류의 육묘시 묘소질에 미치는 영향을 구명하고자 배추(불암 3호, 흥농종묘)와 상추(뚝섬적측면, 농우바이오)를 공시하였으며, 펠라이트에 종자를 산파하여 일주일 후 발아된 묘를 2.5인치 플라스틱 포트에 이식하였다. 이식 후 일주일 뒤 인공광원을 처리하였으며 적외선램프의 높이는 150cm로 조정하여 일몰 후 30분, 60분, 90분 및 10시간을 조사하였다. 관수는 두상살수로 매일 오전, 오후 2회 실시하였다. 주요 조사항목으로 엽수, 엽장, 엽폭, 지상부 및 지하부 생체중 등은 농촌진흥청 표준조사법에 의해 조사하였으며, 엽색도(SPAD 502, Minolta, Japan), 대기 및 식물 주위 온도 변화(Thermometer, TR-71S)를 측정하였다.

결과 및 고찰

인공광원으로서 적외선램프, 형광등 및 백열등의 광강도와 분광특성을 10-200cm 범위에서 높이별로 조사하였다. 광강도로서 조도계를 이용하여 조사한 결과 형광등과 백열등 간에는 높이별로 거의 비슷한 수준이었으며 최대 근접한 10cm 거리에서 약 3,000Lux로 이는 적외선램프의 50cm 거리와 거의 같은 수준이었다. 그러나 거리가 멀어질수록 세 가지 광원의 조도차이는 점점 비슷해졌다(그림 1).

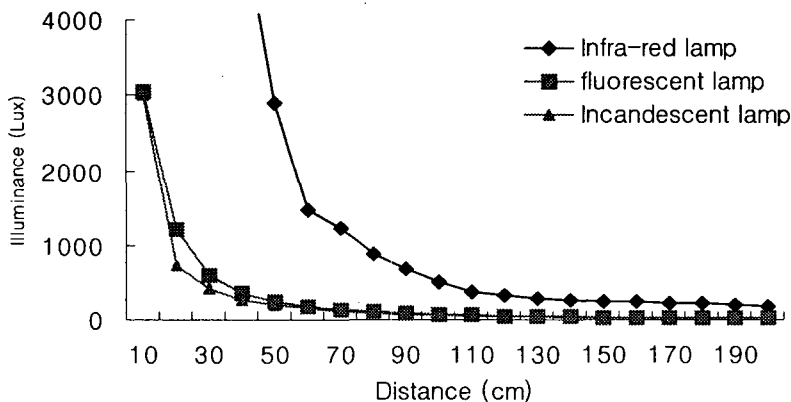


Fig. 1. Variation of illuminance as affected by the vertical distance under the different light sources.

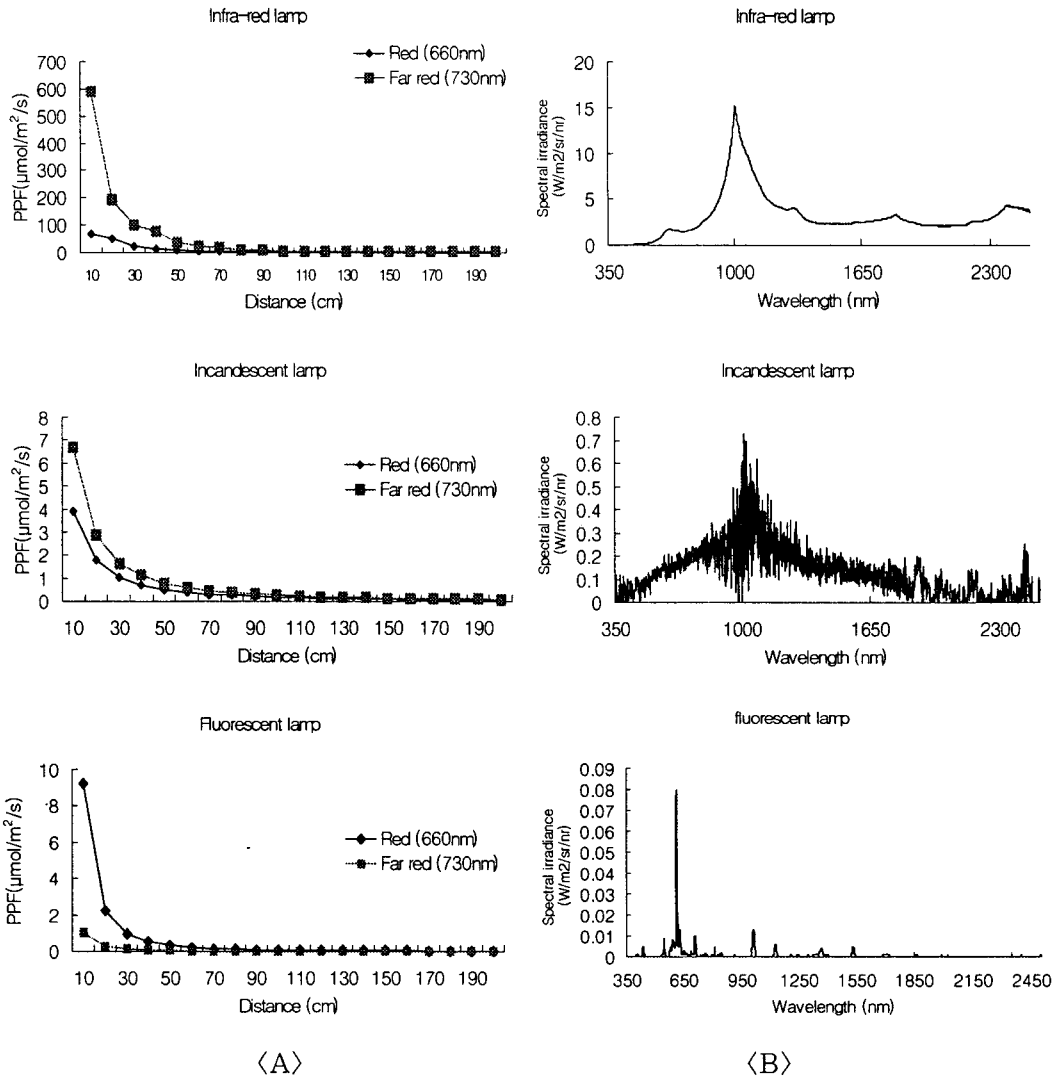


Fig. 2. Variation of photosynthetic photon flux density (PPF) as affected by the vertical distance under the different light sources (A) and comparison of spectral characteristics among three different light sources (B).

분광특성으로서 Spectrosense2에 2채널 센서를 연결하여 적색광(660nm)과 근적색광(730nm)의 비율을 비교한 결과는 그림 2A에서 보는 바와 같다. 적외선램프와 형광등, 백열등 간에 광량의 차이가 약 50-100배 정도로 나타났지만, 적외선램프의 경우는 백열등과 같은 경향으로서 적색광보다 근적색광을 더 많이 방사하는 것으로 나타났으며, 형광등은 이와 반대로 적색광의 방사출력이 더 높았다.

그림 2B는 Spectroradiometer를 이용하여 350-2500nm 범위의 광파장을 각 광원별로

측정한 결과이다. 그림 1-3에서의 결과와 거의 유사하게 나타나 적외선램프와 백열등은 1000nm 부근에서 최대 방사출력을 나타내어 비슷한 경향을 보였으며, 형광등은 630nm 부근에서 강한 출력을 보였다.

적외선램프의 조사가 대기와 식물체부근의 온도변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 2채널 센서 온도계를 이용하여 대조구와 비교한 결과는 그림 3에 나타난 바와 같다. 대조구의 경우 대기와 식물체 부근의 온도가 거의 비슷한 평균 26℃ 정도로 나타났으며, 적외선램프 조사의 경우는 대기가 39℃, 식물체 부근이 약 36℃ 정도로 대조구에 비해 약 10℃이상 높은 것으로 나타났다. 이러한 주야간의 온도차이는 식물의 물질대사와 생육에 영향을 미칠 것으로 생각되었다.

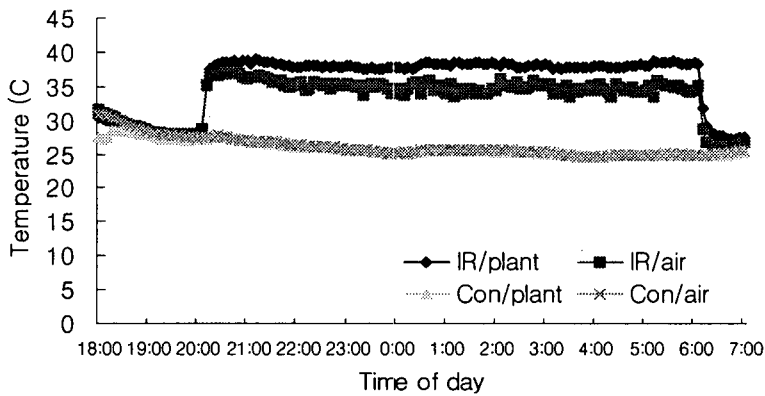


Fig. 3. Changes in temperature of air and plant irradiated by infra-red lamp.

그림 4는 적외선램프 조사 2일 후 배추의 형태적 변화를 관찰한 결과로서 0.5~1.5시간 범위의 적외선램프 조사는 대조구와 차이를 보이지 않았으나 10시간 처리구는 배추잎이 위로 향하는 형태를 보였다. 이는 적외선램프에서 방사되는 열선 때문으로 생각되었으며, 상승하는 식물체온을 조절하기 위한 수단으로 판단되었다.

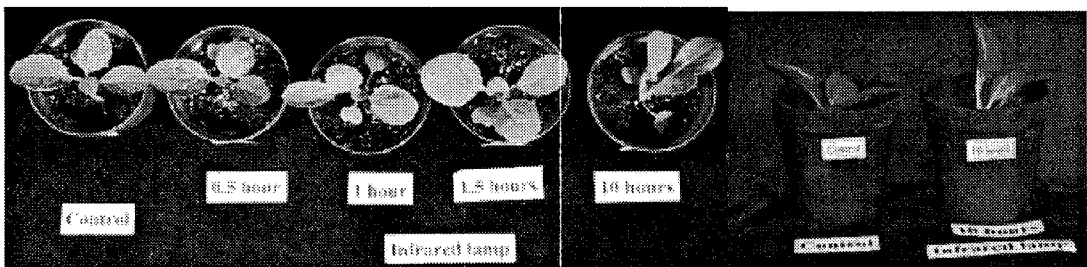


Fig. 4. Morphological changes of chinese cabbage leaf as affected by irradiation time under infra-red lamp.

표 1은 적외선램프의 조사시간이 배추유묘의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과이다. 그림 2-3에서 보는 바와 같이 초기 생육의 차이는 크게 나타나지 않았으나 배추와 상추 모두 적외선램프의 조사시간이 길어질수록 생육이 감소하였으며, 특히 적외선램프 10시간 조사의 경우 배추와 상추 모두 대조구에 비해 생육의 크게 저하되는 것으로 조사되었다. 이는 적외선램프에서 방출된 열 때문에 물질대사가 억제되어 생육이 저하된 것으로 판단되었으며, 6월에서 9월사이의 생육적온기에 일몰 후 적외선램프의 보광처리는 오히려 식물의 생육을 억제시킬 것으로 사료되었다. 따라서 적외선램프의 이용은 특정시기인 여름철 장마기나 겨울철 난방 및 보광시에 온실 상단부에 설치하여 보광하는 방법, 또는 연속적 조사보다는 간헐적 조사를 통하여 식물이 받는 열을 감소시키는 방안을 강구하는 등 더 구체적인 연구가 요구되었다.

Table 1. Effect of irradiation time under infra-red lamp on the growth of chinese cabbage seedlings.

Time	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight		Dry weight	
				Shoot	Root	Shoot	Root
Con.	9.0	16.6	7.4	11.5	1.66	0.69	0.15
0.5hr	8.0	15.9	7.0	9.7	1.05	0.44	0.08
1.0hr	8.5	16.2	6.6	9.8	0.47	0.50	0.04
1.5hrs	7.8	14.6	6.1	7.1	0.95	0.44	0.09
10hrs	8.2	11.4	4.6	4.9	0.35	0.26	0.03

요약 및 결론

광원별 광특성을 조사한 결과 적외선램프는 형광등과 백열등에 비해 광강도가 50~100배 더 강한 것으로 나타났다. 적외선램프의 분광특성은 Red/F-red 비율 및 광파장이 백열등과 유사하게 나타났으나, 형광등은 이들과 반대의 경향을 보였다. 적외선램프의 조사시간이 배추유묘의 생장에 미치는 영향을 시험한 결과 조사시간이 길어질수록 생육이 점점 감소하는 경향이었으며, 특히 10시간동안 장시간 조사시에는 배추의 생육이 크게 감소하였다. 이는 적외선램프에서 방출된 열 때문에 물질대사가 억제되어 생육이 저하된 것으로 판단되었으며, 6월에서 9월사이의 생육적온기에 일몰 후 적외선램프의 보광처리는 오히려 식물의 생육을 억제시킬 것으로 사료되었다. 따라서 적외선램프의 이용은 특정시기인 여름철 장마기나 겨울철 난방 및 보광시에 온실 상단부에 설치하여 보광하는 방법, 또는 연속적 조사보다는 간헐적 조사를 통하여 식물이 받는 열을 감소시키는 방안을 강구하는 등 더 구체적인 연구가 요구되었다.

인 용 문 헌

1. 장성호, 전익조, 박용철, 김일섭. 2003. 적색광 처리시기 및 광도가 오이 및 토마토 플러그묘의 생장에 미치는 영향. 생물환경조절학회지. 12(4):173-179.
2. 조영렬, 한동욱, 이용범. 1998. 식물공장에서 인공광원이 결구상추의 생육에 미치는 영향. 생물생산시설환경 7(1):35-42.
3. Heater, A., H. Graham and D.R. Decoteau. 1997. Sensitivity of shoots and roots of young watermelon plants to end-of-day red and far-red light. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(4):481-484.
4. 김용현, 이종호. 1998. 식물묘공장의 근접조명용 인공광원으로서 형광등의 광강도 및 분광특성. 한국농업기계학회 하계학술대회.