

# 차광스크린을 이용한 광합성유효광양자속의 조절 Control of Photosynthetic Photon Flux by the Shading Screen

이현우\* · 이석건 · 이종원 · 김란숙

경북대학교 농업생명과학대학 농업토목공학과

Lee, H.W.\* · Lee, S.G. · Lee, J.W. · Jin, L.S.

Department of Agricultural Eng., Kyungpook National Univ., Daegu, 702-701

## 서론

농산물은 기후와 시장동향에 따라 물량, 품질, 가격이 변동하고 산지에 따라 상품규격이나 품종이 다양하기 때문에 적기에 수출물량을 공급하고 지속적으로 확보하는 것이 어려운 문제로 대두되고 있다. 따라서 앞으로 농산물의 국제 경쟁력은 상품의 고품질화와 시장의 변화에 따른 상품의 안정적 공급에 달려 있다고 할 것이다. 연구결과에 의하면 작물이 안정적으로 성장하고 고품질의 수확물을 지속적으로 생산하기 위해서는 적정 일일적산광합성유효광양자속을 균일하게 공급할 수 있어야 한다. 일반적으로 겨울에 비해 여름에 광합성유효광양자속이 훨씬 많은 것으로 알려져 있지만 실제로 일일적산광합성유효광양자속은 여름철에도 많은 날이 겨울철과 비슷한 값을 나타내고 있기 때문에 년중 일일적산광합성유효광양자속의 변화는 상당히 크다고 하겠다. 따라서 온실에서 고품질의 농산물을 년중 안정적으로 공급하기 위해서는 일일적산광합성유효광양자속을 작물의 생육조건에 적합하게 유지시킬 수 있는 기술의 개발이 필요하다.(Albright, 1999)

특히, 작물이 지나치게 많은 광을 받게 되면 작물의 종류에 따라 여러 가지 장애가 발생하는 것으로 알려져 있다. 작물의 생육에 적절한 목표량을 초과하는 광량은 차광스크린을 이용하여 적절하게 차단할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 자연광의 변화에 따른 온실 내부의 광합성광양자속 년중 변화와 필요 보광량 및 차광량의 변화를 구명하고 기상조건과 차광시간에 따른 일일적산광합성광양자속의 변화를 분석하여 차광스크린을 이용하여 온실의 일일적산광합성광양자속의 조절하기 위한 차광방법을 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

실험온실은 7m(폭)×11m(길이)×2.2m(축고)이고 동고가 4m인 양지붕형 단동유리온실 2개 동으로 경북대학교 부속농장에 설치하였으며 식물사진은 Fig. 1과 같다. 온실의 건설방위는 동서동이다.

광합성광양자속(Photosynthetic Photon Flux, PPF)의 변화를 분석하기 위하여 온실 내부의 여러 점에 광합성광양자속센서(400nm~700nm)를 설치하여 측정하였다.

기상조건은 기상청에서 구분하는 방법을 이용하였으며, 운량(雲量)을 기준으로 강수 현상이 없는 날 하늘상대가 운량 0~2.4는 맑음, 2.5~5.4는 구름조금, 5.5~7.4는 구름 많음, 7.5~9.9는 흐림 그리고 10이면 비로 구분하였다.

1981년부터 2000년까지 20년간의 대구지역 전천일사량을 이용하여 기상조건 및 차광

시간에 따른 광합성유효광양자속을 계산하였다. 전천일사량에 2.0668의 계수를 곱하여 광합성유효광양자속을 계산한 후 온실의 피복재 및 55% 내부차광재의 투과율을 곱하여 온실내부의 광양자속을 계산하였다.(이, 2001) 계산된 광양자속을 월별로 5가지 기상 조건에 대하여 차광시간에 따른 광합성유효광양자속의 변화를 계산하였다.

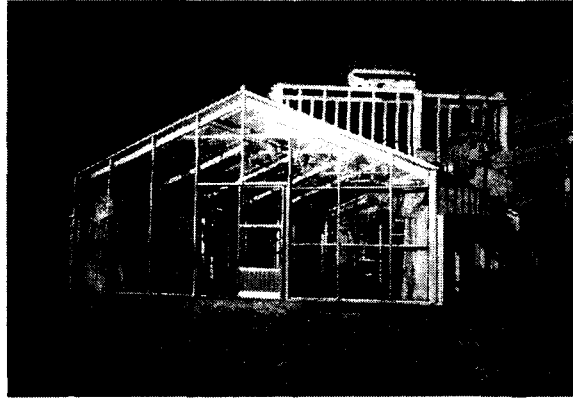


Fig. 1. Picture of experimental glasshouse.

## 결과 및 고찰

### 가. 일일적산 광합성유효광양자속의 년중 변화

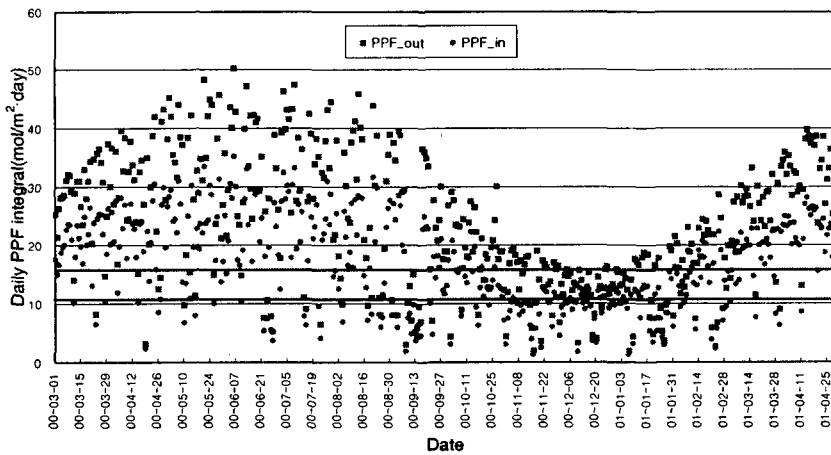


Fig. 2. Variation of daily integral PPF.

Fig. 2는 년중 실험온실 외부와 내부의 일일적산 광합성유효광양자속의 변화를 도시한 것이다. 우리가 잘 알고 있는 바와 같이 겨울철과 여름철의 일일적산광양자속은 대체로 큰 차이를 보여 주고 있다. 그러나 특이한 것은 여름철에도 많은 날이 겨울철과 비슷한 일일적산량을 나타내고 있다는 것이다. 이는 생육기간이 짧은 작물들의 경우 여름철에도 일사량이 적은 날이 계속되어 광합성광양자속의 부족으로 인한 생산량의 감

소나 수확시기에 좋지 않은 영향을 줄 가능성이 있다는 것을 의미한다. 또한 여름철에 일사량이 작물의 광합성에 필요한 적정일사량을 초과할 경우에는 온도조절 목적이 아닌 작물의 성장조절을 목적으로 차광을 실시해야 할 필요가 있다. 따라서 고품질의 농산물을 년중 안정적으로 공급하기 위해서는 인공광과 차광스크린을 이용하여 일일적산 일사량을 생육환경에 맞게 조절할 필요가 있다.

#### 나. 필요보광량 및 필요차광량의 변화

작물의 종류에 따라 생육에 필요한 적정 광량은 다른 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 잎상추(*Lactuca sativa* L., cv. Vivaldi)를 공시작물로 선정하여 필요보광량과 필요차광량을 산정하였다. Both(1997)등은 보광을 이용한 상추재배 연구에서 광합성광량속이  $17\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ 이하인 경우 잎끝마름이 발생하지 않고 빠른 성장을 하였다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는  $17\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ 과  $11\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ 의 두가지 적산량을 목표광량으로 가정하고 필요차광량 및 보광량을 산정하였다. Fig. 3은 상추재배를 위해 공급해야 할 일일적산 광합성광양자속량의 목표값을  $11\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ 로 하였을 경우의 필요보광량과 필요차광량을 계산한 결과이다. 년중 차광이 필요한 것으로 나타났고, 6월에 가장 높은  $24\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ 의 차광이 필요한 것으로 분석되었다. 또한, 보광도 년중 필요한 것으로 나타났으며 겨울철에도 최대 약  $10\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ 정도의 보광이 필요한 것으로 분석되었다.

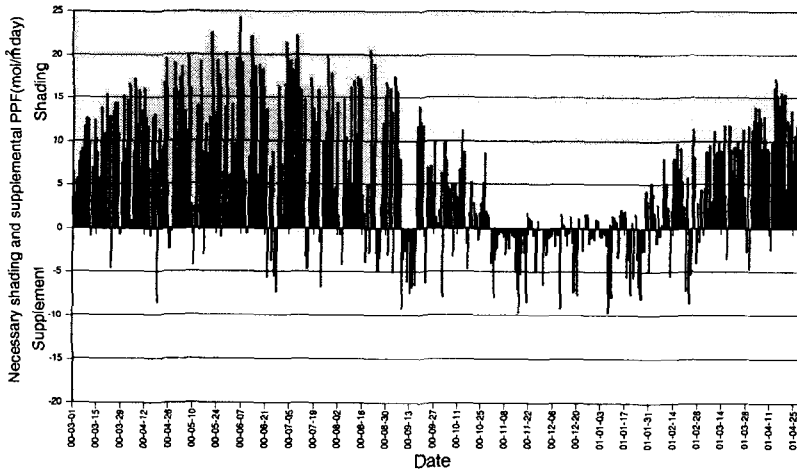


Fig. 3. Necessary shading and supplemental PPF(target value =  $11\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ ).

Fig. 4는 공급해야 할 일일적산 광합성광양자속의 목표값을  $17\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ 로 하여 필요보광량과 필요차광량을 계산한 결과이다. 차광량을 분석한 결과 11월부터 1월까지의 차광이 필요하지 않은 것으로 나타났고, 6월 경에 가장 높은  $17\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$  정도의 차광이 필요한 것으로 분석되었다. 보광량을 분석한 결과 년중 보광이 필요한 것으로 나타났고, 11월부터 1월까지의 모든 날에 보광이 필요한 것으로 분석되었으며, 이 기간 중 최대 필요보광량은  $15\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ 정도인 것으로 나타났다.

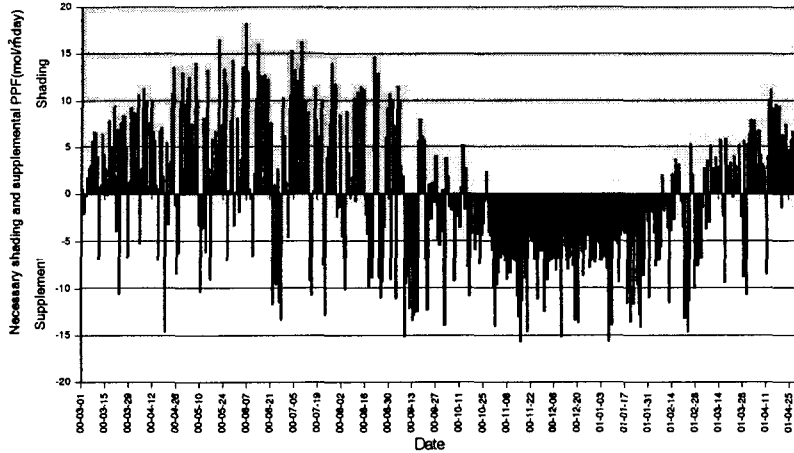


Fig. 4. Necessary shading and supplemental PPF(target value =  $17 \text{ mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ).

다. 차광에 의한 제어 방법

Fig. 5는 5가지의 기상조건별로 차광시간에 따른 광합성유효광양자속의 변화를 20년 간의 전천일사량을 이용하여 계산한 결과이다. 실제 차광실험에서 구한 값과 비교해 본 결과 일부 큰 차이가 발생한 날도 있었으나 이는 기상대에서 제시하는 기상조건이 3시간마다 관측되는 원인과 날짜에 따른 일사량의 차이 때문인 것으로 생각되나 대체로 만족할 만한 결과로 판단된다.

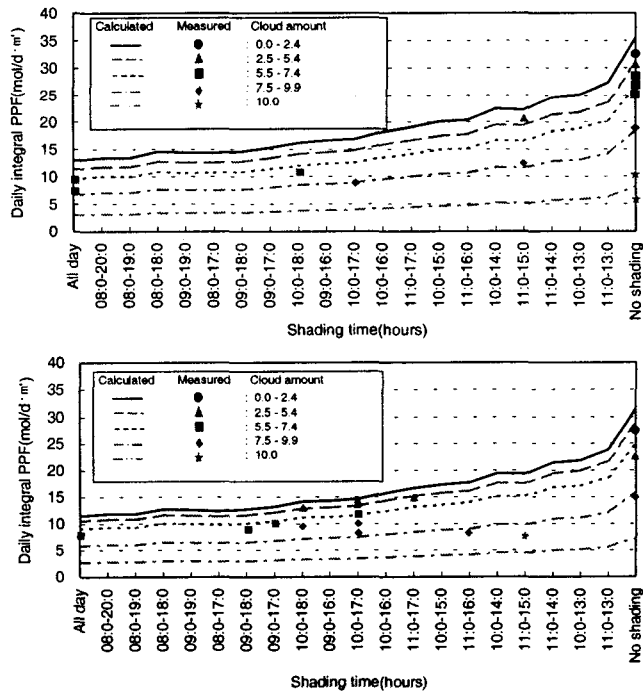


Fig. 5. Variation of daily integral PPF along the shading time at different cloud amount in July and August.

Fig. 5의 결과를 이용하여 7월과 8월에 목표광량을  $11 \text{ mol} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{m}^2$ 과  $17 \text{ mol} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{m}^2$ 로 하였을 경우에 광량조절에 필요한 시간대를 계산한 결과는 Table 1과 같다. 광량이 초과하여 광조절이 불가능한 경우에는 투과율이 더 낮은 차광재를 사용하여야 할 것이고, 무차광시에도 광량이 부족한 경우에는 보광을 실시하여야 할 것이다.

Table 1. Shading time zone needed for proper PPF control. (hour)

Target PPF ( $\text{mol} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) Cloud amount	July		August	
	11	17	11	17
0.0 ~ 2.4	-	10-17	All day	11-17
2.5 ~ 5.4	All day	11-17	All day	11-16
5.5 ~ 7.4	8-18	10-14	10-18	11-14
7.5 ~ 9.9	11-16	Without shading	11-14	Without shading
10.0	Supplemental light	Supplemental light	Supplemental light	Supplemental light

## 요약 및 결론

차광스크린을 이용하여 온실의 일일적산광합성광량자속을 조절하기 위한 차광방법을 결정하기 위하여 자연광의 변화에 따른 온실 내부의 광합성광량자속 년중 변화와 필요 보광량 및 차광량의 변화 그리고 기상조건과 차광시간에 따른 일일적산광합성광량자속의 변화를 분석하였다. 작물의 종류에 따라 정확한 목표 광합성유효광양자속량이 결정되면 본 연구결과를 이용하여 차광시간대를 결정하여 적용하므로써 광량을 적절하게 조절할 수 있을 것으로 기대된다.

## 인용문헌

1. 김문기 외, 1997. 원예시설의 환경 설계기준 작성연구 (II), 농어촌진흥공사.
2. 박미희, 이용범. 1999. 식물공장내 광도와 배양액농도가 상추의 생육과 품질에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회지 8(2):115-124.
3. 이현우 외, 1999, 싱글트리스 토마토 생산시스템의 국내 적용을 위한 생산성 분석, 생물환경조절학회지, 8(3), 164-171.
4. 이현우 외, 2001, 온실의 전천일사량 및 광합성광량자속의 상관관계 및 투과율, 한국농공학회 발표논문집, 261-266.
5. Albright, L.D., 1999. Environment control for plant production. ACESYS III Conference - From protected cultivation to phytomation -: 47-60.
6. 仁科弘重 外, 1994, 自然光利用型苗生産システムにおける環境制御, 日本生物環境調節學會第32回集會, 172-173.
7. 中屋耕 外, 1994, 自然光利用野菜工場の開發, 日本生物環境調節學會第32回集會, 168-169.
8. Both, A.J. and L.D. Albright, 1997. Hydroponic lettuce production influenced by integrated supplemental light levels in a controlled environment agriculture facility. Acta Horticulturae 418: 45-51.
9. Both, A.J. and L.D. Albright, 1998. Coordinated management of daily PAR integral and carbon dioxide for hydroponic lettuce production. Acta Horticulturae 456: 45-51.