

인삼재배용 해가림 자재의 광투과 특성

이변우^{1*}, 이규중¹, 이동윤², 박철수²

¹서울대학교 식물생산과학부, ²KT&G 중앙연구원

Light transmission of shading nets for ginseng cultivation

B. W. Lee^{1*}, K. J. Lee¹, D. Y. Lee², C. H. Park²

¹Department of Plant Science, Seoul National University, ²KT&G Central Research Institute

(Correspondence: leebw@snu.ac.kr)

1. 서 언

인삼은 반음지성 및 저온성의 생리·생태적 특성 때문에 기상이 인위적으로 조절된 해가림 구조물 아래에서 재배된다. 따라서 인삼의 생육은 해가림 환경 하부의 환경에 큰 영향을 받는다. 해가림 구조물은 내부의 공기교환을 감소시켜 외부와 반격리 환경을 조성하며, 내부기후는 외부기후와 다른 특성을 나타낸다. 공기교환의 감소는 해가림 피복재에 의해 공기가 갇힘으로써 발생하며 구조물 내부에서 직접적으로 에너지 및 물질 수지에 영향을 미친다. 또한 해가림 피복재에 따른 광학적 특성은 광량 및 광질에 영향하여 인삼의 생육에 영향을 미치게 된다. 따라서 본 연구에서는 인삼의 최적 생육 환경 조성을 위한 해가림 구조 내부의 미기상 예측 모델 개발을 위하여 해가림 구조물의 핵심 구성요소인 해가림 피복재의 종류별 광학적 특성을 규명하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 해가림 피복재 광투과 측정

본 연구는 2011년 7월 서울대학교 농업생명과학대학 부속농장((N37° 16', E126° 59', H=31m))에서 실시되었다. 해가림망의 광투과 측정을 위하여 1m x 1m x 1m의 육면체 틀을 제작하여 하늘을 향한 면을 제외한 5면은 빛이 투과되지 않고 상면에는 수집한 해가림망을 설치하였다. 해가림망 하부 20cm와 외부에 수평면일사계를 설치하여 맑은 날을 택하여 30초 간격으로 관측하여 30분간의 평균치를 이용하여 광 투과율을 계산하였다. 이 자료를 이용하여 해가림망의 태양 고도에 따른 광투과율 추정 모델을 작성하였다.

2.2 해가림 피복재의 종류

인삼밭에서 해가림망 및 추가 해가림망으로 사용되고 있는 7종의 해가림 피복자재를 수집하여 광투과 특성을 조사하였다. 폴리에틸렌 재질의 4중직(흑2청2), 4중직(흑1청3), 3중직(흑1청2), 3중직(흑3), 2중직(흑2) 5종이 사용되었고, 그 외 백청색과 은색 2종의 피복재를 조사하였다.

2.3 해가림 피복재의 투광율 계산

태양광 중 직사광은 해가림망에 대한 입사각이 커짐에 따라서 투광율이 낮아지지 만 산란광의 경우는 해가림망을 둘러싸고 있는 반구의 모든 방위로부터 입사되기 때문에 투광율의 일변화 의존성이 매우 낮고, 산란광이 반구의 모든 방위로부터 균등하게 입사되는 등방성(isotropic)을 가정하면 일정 입사각(θ_{dif})로 입사하는 것으로 가정하여 투광율을 계산할 수 있을 것이다. 따라서 다음과 같은 일사 투광율(Tr) 추정 모델을 작성하여 측정 자료를 이용하여 계수를 추정하였다. 태양복사(RT)의 산란성분(RD)과 직달성분(RB)는 Erbs *et al* (1982)에 따라 재료 및 방법에 기술한 바와 같이 계산하였고, 해가림망에 대한 직사광선의 입사각은 측정 장소의 위경도, 측정일 및 시각으로부터 계산하였다.

$$Tr = Tr_{dir,max} (\cos a \theta \times RB + \cos a \theta_{dif} \times RD) / RT$$

여기서 $Tr_{dir,max}$ 는 해가림망의 최대 투광율이며, θ 는 해가림망에 대한 직사광 입사각이다. a 는 상수이며, RT 는 태양복사이다. RD 는 산란복사로 아래와 같이 계산된다.

$$RD = RT * mt$$

$$mt = 1 - 0.09A_{tr}, \quad 0 \leq A_{tr} \leq 0.22$$

$$mt = 0.9511 - 0.1604A_{tr} + 4.3888(A_{tr})^2 - 16.638(A_{tr})^3 + 12.336(A_{tr})^4, \\ 0.22 \leq A_{tr} \leq 0.80$$

$$mt = 0.165, \quad A_{tr} \geq 0.80$$

RB 는 직달복사로 태양복사에서 산란복사를 뺀 값이다 ($RB = RT - RD$).

3. 결 과

3.1 해가림 피복재의 광투과 특성

광 투과율이 가장 높은 자재는 백청색 해가림망으로 일 남중시각 경에 약48%의 투광율을 보였고, 은색 해가림막은 투광이 전혀 되지 않았다. 해가림망 자재의 투광율은 태양고도가 가장 높은 정오경에 가장 높고 오전과 오후로 가면서 태양고도가 낮아짐에 따라서 투광율이 낮아지는 특성을 보였다. 광 투과율이 일남중시각을 경계로 오전과 오후에 대칭성을 보이지 않고 오전 특히 이른 오전 시각에 상대적으로 높은 투광율을 나타내었는데 이는 주변 지형지물에 의한 반사광이 영향한 것으로 판단되어 해가림망의 투광 모델 작성에는 12시30분 이후의 자료만을 이용하였다.

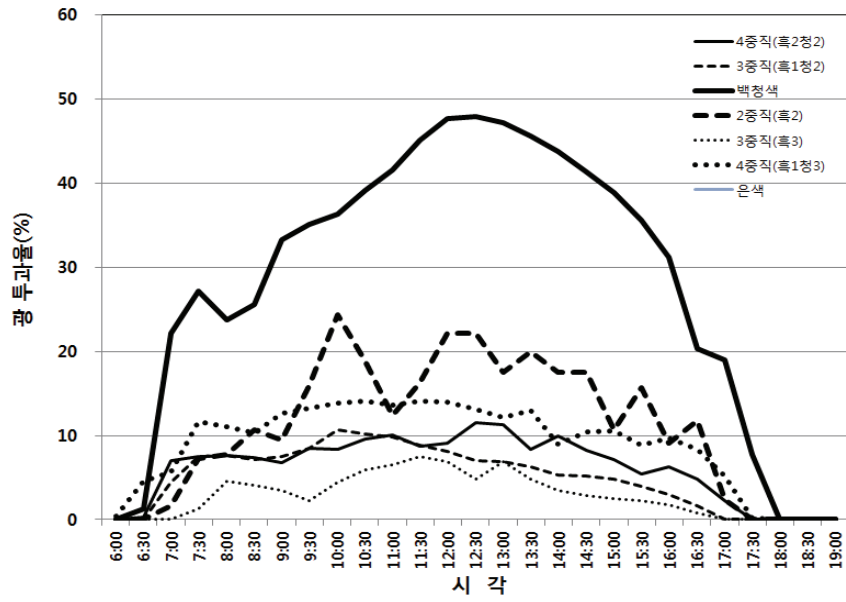


Fig. 1. 인삼밭 해가림 피복재 종류별 광 투과율의 일변화

투광이 되지 않는 은색망을 제외한 6종의 해가림망 모두 투광 예측 모델의 적합도가 높게 나타났다. 최대투과율($Tr_{dir,max}$)은 백청 해가림막이 0.74로 가장 높고 흑1청2의 3중직이 가장 낮은 0.11이었다.

Table 1. 해가림 망 종류별 단파 직사광선과 산란 광 투과율

해가림 망	$Tr_{dir,max}$	a	$\Theta_{dir}(degree)$	R^2
2중(흑2)	0.34	0.85	62.5	0.85
3중(흑3)	0.16	2.15	81	0.88
3중(흑1청2)	0.11	0.87	88	0.97
4중(흑1청3)	0.21	0.57	83	0.69
4중(흑2청2)	0.17	0.83	62.5	0.91
백청	0.75	0.74	82	0.99
은백	0.00	-	-	-

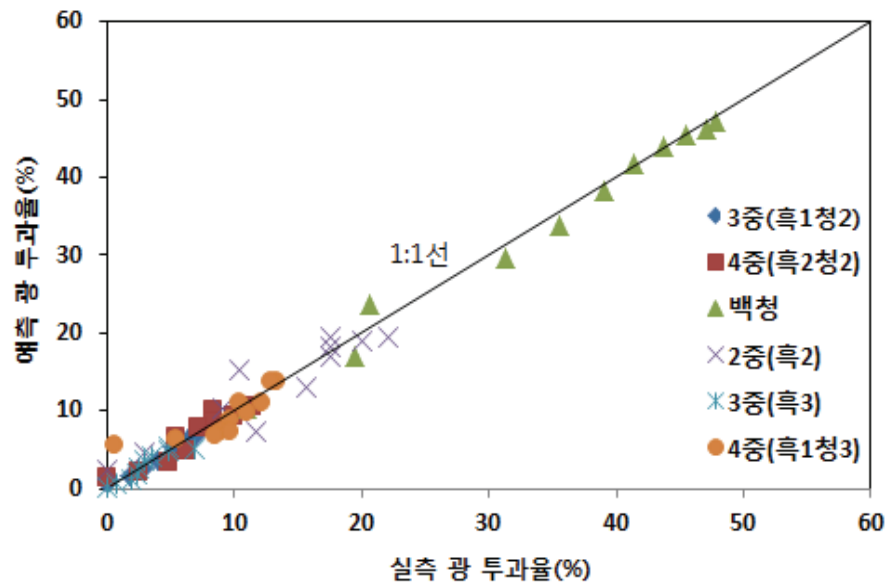


Fig. 2. 해가림망 자재의 투광율 실측치와 예측치 비교

인용문헌

Abdel-Ghany, A. M., and I. M. Alhelal, 2010: Characterization of solar radiation transmission through plastic shading nets. *Solar Energy Materials and solar Cells* **94**, 1371-1378.

Abdel-Ghany, A. M., and I. M. Alhelal, 2010: Responses of plastic shading nets to global and diffuse PAR transfer: optical properties and evaluation. *Journal of Life Sciences* **57**, 125-132.

Kothari, S., S. C. Kaushik, and K. L. Panwar, 2009: Approach to calculate solar radiation inside a semicylindrical greenhouse. *Journal of Engineering and technology Research* **1(2)**, 014-018.