

적색과 청색광 수지를 첨가한 플라스틱온실 피복재의 광특성 및
토마토, 고추의 생육과 수량 반응

Optical Properties, Growth and Yield of Tomato and Pepper under
Greenhouse Covering Films with Different Red and Blue Resins

권준국* · 최영하 · 강남준 · 이재한 · 정호정 · 박진면

원예연구소 시설원예시험장

Kwon, J. K.*, Choi, Y. H., Kang, N. J., Lee, J. H., Jeong, H. J., and Park, J. M.
Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, Busan 618-800, Korea

서 론

국내 원예작물의 재배시설은 거의 대부분이 플라스틱필름 하우스이며 그 면적은 매년 증가되어 2004년 현재 51,583 ha에 이르고 있다(농림부, 2005). 현재 플라스틱필름 하우스의 피복재로는 PE(polyethylene)와 EVA(ethylene vinyl acetate)가 전체의 90% 이상을 차지하고 있다(Kwon, 1992).

일반적으로 태양광은 하우스의 피복재 표면을 투과하면서 반사되거나 흡수됨으로써 광량이 감소하게 된다. 피복재의 분광투과특성은 피복재의 성능을 결정하는 중요한 요인이며, 특히 광합성 유효광(PAR, 400-700nm)은 작물의 생육과 가장 관련이 깊으며 이 광의 투과율이 높은 것이 바람직하다(Baille, 1999; Botand and Braak, 1995; Waaijberg, 1984). 한편 자외선은 작물의 형태형성이나 색소발현에 영향을 미치며, 적외선은 열 차단, 장파방사 투과율 등 보온성과 관계가 있다(島地, 1998). 시설내로 투과되는 광선의 양과 질은 피복재의 종류나 특성에 의해 크게 달라지게 되며, 이것이 시설내의 기온이나 습도 등의 환경 요인은 물론 식물의 크기나 형태 등 생육과 수량에 중요한 영향을 미친다(Baille, 1999; Cockshull, 1992; Athanasios and Kiuming, 1997).

최근 국내 플라스틱하우스의 피복재에는 PE나 EVA의 등의 기본소재에 좋은 특성을 지닌 다른 수지를 혼합하여 필름의 기능을 향상시킨 필름들이 개발되어 시설재배농가에 보급되고 있는 실정이다. 이와 관련하여 본 연구는 일반적으로 이용되는 EVA필름에 대비하여 적색광과 청색광 수지의 첨가비율을 달리한 필름들의 광학적 특성을 조사하고 이들 필름을 피복한 소형 하우스에서 토마토와 고추를 재배하여 생육과 수량 반응을 검토하였다.

재료 및 방법

플라스틱필름내 적색과 청색 수지의 첨가비율은 제조공정에서 Table 1과 같이 6가지로 처리하였으며, 첨가 비율이 각각 다른 필름을 1.5×1.8×3.0m(W×H×L) 크기의 아치형 소형하우스 14동을 2반복으로 설치하여 피복하였다. 실험하우스는 온도센서와 개폐모터 및 제어기를 이용해 자동으로 측면환기가 되도록 하였으며, 환기설정온도는 생육단계에 따라 다르나 30~35℃로 관리하였다.

실험작물은 토마토(서광 품종)와 고추(녹광 품종)를 3월 10일에 32공과 50공 플러그 트레이에 파종하여 4월 18일에 직경 25cm, 높이 30cm의 화분에 정식하였으며 하우스당 토마토와 고추를 각각 7주씩 식재하였다. 상토는 피트모스, 산흙, 퇴비 등을 일정한 비율로 혼합하여 사용하였으며, 관수는 각각의 화분에 관수모터, 점적튜브 및 dripper를 설치하고 텐시오미터로 토양수분함량을 육안으로 관찰하여 실시하였다.

필름의 분광투과특성과 광투과율은 LI-1800 portable spectroradiometer(LI-COR Inc., 300-1,100nm)를 이용, 파장간격을 1nm별로 설정하여 피복 전에 측정하였는데, 측정은 사각 철재파이프를 이용, 가로 60cm, 세로 60cm 크기의 상자를 만든 다음 필름을 피복하여 수평상태에서 12:00~13:00에 필름별로 1회씩 측정한 후, 3회 반복 실시하여 평균하였다.

엽록소함량은 정식 후 30일에 생체시료 0.5g을 잘게 썰어 삼각플라스크에 넣은 다음, 100% methanol 20mL의 추출용매를 가하여 24시간 상온(암상태)에 두면서 2~3시간 마다 추출용매를 첨가해 주고 흔들어 준 후, UV-visible spectrophotometer(Cary-100, Varian, Australia)를 이용해 665.2, 652.4 및 470nm의 3 파장대에서 흡광도를 측정하고 정량하였다. 토마토는 6.18~7.18, 고추는 6.19~7.30에 각각 과실을 상품과 비상품과로 구분하여 수확하였으며 토마토는 3화방위에서 적십하였다.

Table 1. The ratio of red or blue resin added into greenhouse covering films in the experiment.

Covering film	Ratio of light source resin added into greenhouse covering film (%)		EVA film
	Red	Blue	
Control	Non-added	Non-added	
SD1	100	100	
SD2	0	100	
SD3	100	0	
SD4	50	50	
SD5	50	100	
SD6	100	50	

결과 및 고찰

300~400nm의 자외선 투과율(Fig. 1)은 무처리의 EVA(72%)에 비해 적색 및 청색 수지를 첨가한 필름들이 높았는데 특히 적색 수지를 100% 첨가한 SD1, SD3, SD6 필름이 80~82%로 높았다. 광합성 유효광(PAR, 400~700nm)의 투과율(Fig. 2)은 필름 간에 큰 차이가 없이 85~90%로 높았는데 SD1, SD4, SD5 및 SD6 필름이 다소 높았다. 그리고 근적외선(700~1,100nm)의 투과율(Fig. 3)도 필름 간에 큰 차이가 없이 86~93% 였으나 적색만 100% 첨가된 SD2 필름과 청색만 100% 첨가된 SD3 필름이 대체로 낮았다. 300~1,100nm의 전체 광투과율(Fig.4) 대체로 89~91%로 높은 수준이었으나 SD2와 SD3 필름이 85%와 87%로 낮은 수준이었다.

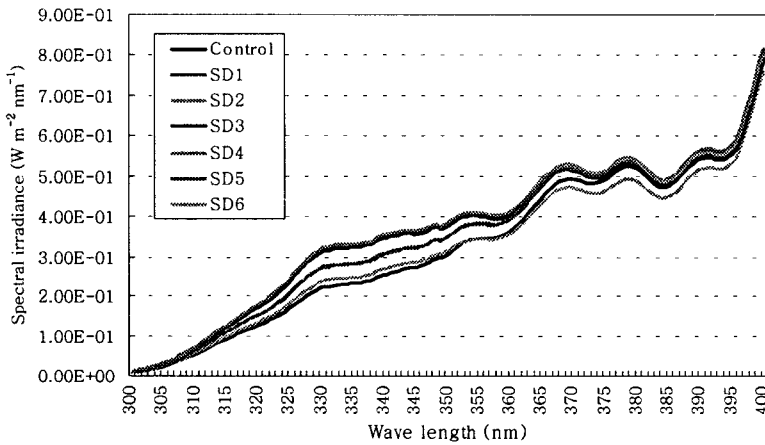


Fig. 1. Spectral irradiance in UV (300-400 nm) of the greenhouse covering films with different red or blue resin levels.

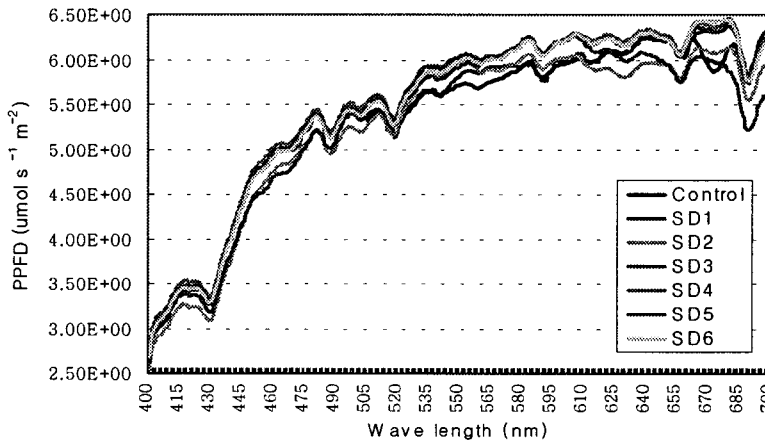


Fig. 2. Spectral irradiance in PAR (400-700 nm) of the greenhouse covering films with different red or blue resin levels.

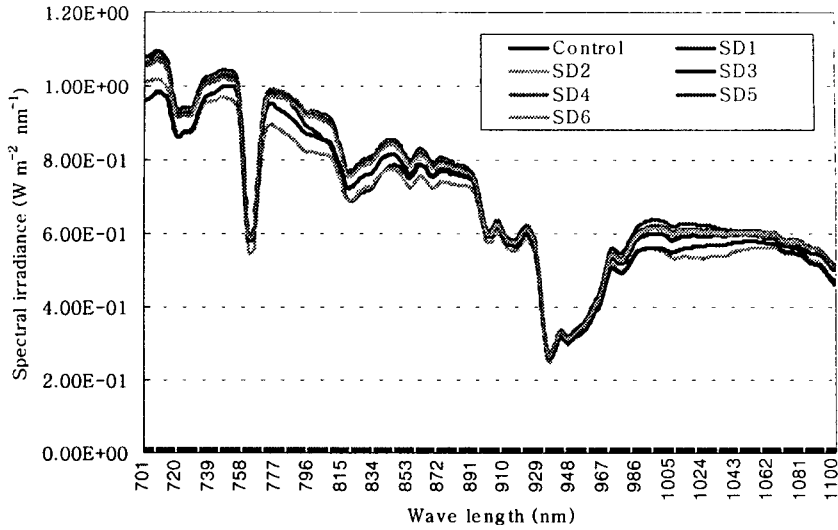


Fig. 3. Spectral irradiance in NIR (700-1100 nm) of the greenhouse covering films with different red or blue resin levels.

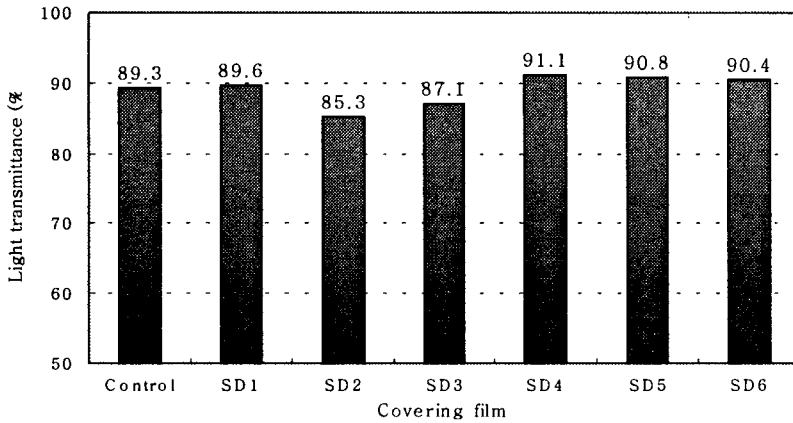


Fig. 4. Light (300-1100nm) transmittance of the greenhouse covering films with different red or blue resin levels.

토마토, 고추 잎의 엽록소 함량은 무처리 필름과 적색이나 청색 수지를 첨가한 필름간에 유의적 차이가 없었다. 고추 잎, 줄기 및 뿌리의 생체중과 건물중은 필름 간에 차이를 보였는데 무처리 필름에 비해 SD1, SD3, SD6 필름이 무거웠다. 이들 필름은 모두 적색 수지를 100% 첨가한 필름이다. 토마토의 과실 수량은 무처리에 비해 SD1이 22% 많았고, SD2, SD3 및 SD6도 약간 많았으며, SD4와 SD5 필름은 오히려 수량이 감소되었다. 고추 수량은 SD1과 SD3 필름이 무처리 필름보다 각각 18%와 14% 많은 반면 토마토와 마찬가지로 SD4와 SD5 필름은 수량이 감소되었다.

Table 2. Chlorophyll content in leaves of tomato and pepper under grown the greenhouse covering films with different red or blue resin levels.

Covering film	Total chlorophyll content (mg · g FW)	
	Tomato leaves	Pepper leaves
Control	1.97 ^{NS}	1.78 ^{NS}
SD1	1.89	1.81
SD2	1.91	1.68
SD3	1.99	1.70
SD4	1.88	1.66
SD5	1.73	1.61
SD6	1.86	1.85

Table 3. Fresh and dry weight of pepper plant under grown the greenhouse covering films with different red or blue resin levels.

Covering film	Fresh weight (g/plant)				Dry weight (g/plant)			
	Leaves	Stem	Root	Total	Leaves	Stem	Root	Total
Control	233	295	184	712	52.2	73.9	37.1	163.2
SD1	300	351	175	827	54.1	95.7	33.5	183.3
SD2	220	275	212	707	43.1	67.8	41.0	151.9
SD3	298	355	179	832	53.5	83.3	28.1	164.9
SD4	207	241	195	643	38.7	63.4	33.4	135.5
SD5	150	198	173	522	27.1	50.2	33.8	111.1
SD6	268	342	205	815	58.8	80.6	38.3	177.6

Table 3. Fruit yield of tomato and pepper under grown the greenhouse covering films with different red or blue resin levels.

Covering film	Tomato		Pepper	
	No. of fruits (ea/plant)	Fruit weight (g/plant)	No. of fruits (ea/plant)	Fruit weight (g/plant)
EVA	9.0	1,810 (100)	100.4	1,299 (100)
SD1	11.3	2,212 (122)	127.0	1,528 (118)
SD2	9.0	1,893 (105)	109.0	1,275 (98)
SD3	9.4	1,962 (108)	115.0	1,485 (114)
SD4	9.2	1,506 (83)	95.8	1,082 (83)
SD5	9.2	1,383 (76)	90.0	1,009 (78)
SD6	9.8	1,888 (104)	109.0	1,315 (101)

요약 및 결론

플라스틱온실 피복재의 광 이용효율을 높이기 위해 일반 필름에 적색이나 청색 수지를 일정한 비율로 첨가함으로써 시설내의 분광투과특성이 다소 변하였고 이에 따른 토마토와 오이의 생육과 수량성도 다소 차이를 보였다. 전반적으로 청색 보다는 적색 수지를 보다 많이 첨가한 필름에서 생육이 촉진되어 과실수량이 많았다.

인 용 문 헌

1. Athanasios, P. and H. Xiuming. 1997. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity and energy use. *Scientia Horticulturae* 70 : 165-178.
2. Baille, A. 1999. Greenhouse structure and equipment for improving crop production in mild winter climates. *Acta horticulturae* No. 491 : 37-48.
3. Botand, G.P.A. and N.J. van de Braak. 1995. Physics of greenhouse climate, p. 135-137. In : J.C. Bakker, G.P.A. Bot, H. Challa, N.J. van de Braak (eds.). *Greenhouse climate control*. Wageningen Pers, Wageningen.
4. Cockshull, K.E. 1992. Crop environments. *Acta Horticulturae* 312 : 77-85.
5. Kwon, Y.S. 1992. Vegetable production in plastic film house in Korea. *FFTC bulletin* No. 347, p. 1-12.
6. Waaijenberg, D. 1984. Research on plastic greenhouse cladding materials. *Acta Horticulturae* 154 : 57-64.
7. 島地英夫. 1998. 施設園藝ハンドブック-プラスチックフィルム, 園藝情報センター, 東京, p. 64-73.
8. 농림부. 온실설치현황. 2005. internet (http://www.maf.go.kr/agriinfo_2005).