

온실용 광 산란 피복자재 개발

Development of Light Diffusion Covering Material for Greenhouse

전 희* · 김학주 · 이시영
원예연구소 시설원예시험장

Hee Chun*, Hark-Joo Kim, Si-Young Lee

Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, RDA, Busan 618-800, Korea

서 론

식물의 생리생태를 조절하기 위한 다양한 이화학적인 처리로 생산성을 향상시킬 수가 있었다. 이 가운데 화학적인 처리는 화학물질이 식물과 이를 이용하는 사람에게 유해한 결과를 초래할 수가 있기 때문에 사용을 자제하고 있는 실정이다. 따라서 친환경적인 방법으로 식물의 생육을 조절할 수 있는 기술이 필요하다. 식물이 이용하는 자연에너지 가운데 태양광은 파장에 따라 식물에 여러 가지 반응을 일으킨다. 피복자재를 이용하여 특정한 파장을 집중적으로 투과 또는 산란시켜 식물의 마디를 조절하거나 개화를 촉진하거나 억제하는 기술은 자연에너지에 의한 친환경적으로 식물의 생장을 조절할 수가 있다. 특히 국내 기후 특성상 계절별 광 에너지 분포가 달라 적절한 이용대책 필요하다. 따라서 선택적인 분광에너지 유입으로 작물의 화성 조절 및 생산성 향상하고 광 파장을 선택적으로 투과시켜 작물의 생육이나 개화특성을 조절하는 생산기술이 필요하다. 이 시험은 적색광과 청색광의 효과적인 염색을 위한 플라스틱 필름의 가공조건을 구명하고, 이들 광 산란 피복자재의 분광투과 특성을 분석하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

기존의 광 산란 피복자재의 분광투과성을 조사하기 위하여 이스라엘 업체인 폴리색의 차광망 형태의 광 산란 피복자재 적색, 청색, 녹색, 황색의 샘플을 분광광도계(LI-1800, EKO)로 300nm부터 1100nm 사이의 분광에너지 투과특성을 측정하였다. 광 산란 피복자재를 만들기 위한 시험재료로 폴리프로필렌 소재로 한 부직포(15 g/m²)를 50×30cm 크기로 잘라 아닐린계통의 적색, 청황색, 황색, 청색, 연청색, 코발트색 등 6종류 염료로 염색하였다. 이때 처리농도는 각각 0.05, 0.1, 0.15% 수준으로 하였다. 염색이 완료된 다음 통풍이 되는 실내에서 72시간 건조를 시켰다. 이를 다시 냉암소에 48시간 보관하여 염색된 안료가 부직포에 착색되도록 하였다. 염색된 샘플은 폭 20cm, 높이 15cm, 길이 30cm 아치형 모형 시설에 석운 후 분광광도계(LI-1800, EKO)로 300nm부터 1100nm 사이의 분광에너지 투과특성

을 측정하여 청색광계(401~500nm), 황색광계(501~600nm) 및 적색광계(601~700nm)를 투과한 광량을 측정하였다. 색도에 대한 주변 색과의 안정성을 조사하기 위하여 청색광은 황색광을 적색광은 근적색광을 대비하여 비율을 조사하였다. 염색이 열에 견디는 안정성을 조사하기 위하여 각각의 비율별로 28℃부터 2℃ 씩 상승시켜 40℃까지 조건에서 24시간이 경과된 다음의 분광투과성을 조사하였다.

결과 및 고찰

<산광성 피복자재 염색방법 설정>

시설원예용 광 산란 피복자재의 착색을 위한 염색방법은 기존의 특허를 조사한 결과, 소재는 폴리에틸렌(PE)과 폴리프로필렌(PP)이 적합한 것으로 분석되었다. 그리고 국내 원예 시설의 피복에 적합한 광 산란 피복자재의 조건으로 플라스틱 필름의 두께는 0.01~0.05mm, 아닐린계통의 염색안료를 사용하여 접촉식(unwinding/winding) 염색방법을 도입하였으며, 이때의 bath speed는 200m/min 이고, carrier로는 트리아세틴(글리세롤 트리아세테이트)을 이용하고, 처리시간은 20~60초 정도, 가공온도는 110~120 (140~180)℃ 로 설정하는 것이 염색 속도를 단축하여 작업성을 향상시킬 수 있는 것으로 분석되었다. 이 방식은 가열온도 저하로 처리비용 절감하고, 기존 압출식 방식 대비 추가비용이 없어 용제 및 용제회수가 불필요하여 기존의 마스터 배치 사용방식에 비하여 85% 정도 비용을 낮출 수가 있어 경제적인 방법으로 분석되었다(반시랄카울 등. 1989; 힐테브란트라이너 등. 2003; 샤이블리페티 등. 1998; 스타비치 등. 2001; 송기상 등. 1997)

<광 산란 피복자재 분광투과성 및 안정성>

기존의 차광망 형태의 광 산란 피복자재의 분광투과성을 조사한 결과, 청색광 산란자재는 480nm, 황색광과 녹색광 산란자재는 550nm, 적색광 산란자재는 630nm에서 각각 최고의 투과율을 보여 녹색광을 제외하고는 대체로 분광피크가 적절하게 나타났다(Fig. 1).

부직포를 이용한 간이 염색방법 구명시험에서는 적색계의 광 산란 피복자재는 적색염료 0.1%, 0.15% 수준에서 광합성유효광과 적색광/근적색광 비율이 높았고, 황색염료와 적색+황색 염료에서는 적색광/근적색광 비율과 광합성유효광의 비율이 낮았다. 그러나 경제적인 처리농도를 고려하면 적색 염료 0.1% 수준이 적색광을 산란시켜 식물의 광합성과 개화를 촉진하기에 효과적일 것으로 분석되었다. 청색계의 광 산란 피복자재는 청색염료 0.05%와 0.1%를 제외하고는 모든 처리에서 고르게 적색광/황색광 비율이 높았으나 광합성유효광 영역에서 청색광의 비율이 상대적으로 높은 청색염료 0.15% 수준에서 식물의 마디생장을 억제할 수 있는 효과가 클 것으로 분석되었다.

그러나 부직포를 이용한 염색염료별 농도 수준을 달리한 적색과 청색의 광 산란효과 구명시험을 기초로 폴리에틸렌을 소재로 한 광 산란피복자재의 열 안정성을 구명하기 위한 시험에서는 시행착오(trial and err) 방식으로 농도를 10~20% 정도로 올리는 것이 청색과

적색을 산란시켜 식물군락에 영향을 미칠 정도의 광 산란 효과를 나타내기 위하여 필요하였다. 그 결과 근적색광에 대한 적색광의 광 산란 비율이 안정적으로 높은 수준을 보인 것은 적색염료 농도 10% 수준이었다(Fig. 4). 그리고 황색광에 대한 청색광의 광 산란 비율이 안정적으로 높은 수준을 보인 것은 청색염료 농도 15% 수준이었다(Fig. 5). 적색에 비하여 청색이 높은 농도를 요구하는 것은 아닐린계 염료의 특성인 것으로 판단되었다.

원예시설에서 차광률을 낮추는 것을 고려하기 위하여 광 산란 피복소재의 차광률을 측정 한 결과, 적색 광 산란 피복소재에서는 염색농도 10%에서 차광률 25%, 염색농도15%에서는 차광률 51% 그리고 20%에서는 차광률 68%를 나타내었다. 청색 광 산란 피복소재에서는 염색농도 10%에서 차광률 25%를 보였고, 15%에서는 차광률 31% 그리고 20%에서는 차광률 61%를 나타내었다.

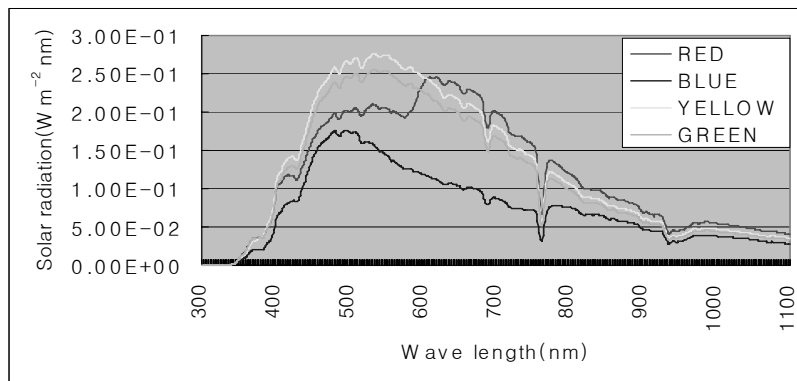


Fig. 1. Spectral solar radiation of red, blue, yellow and green light diffusion net measured by spectroradiometer(LI-1800, EKO)

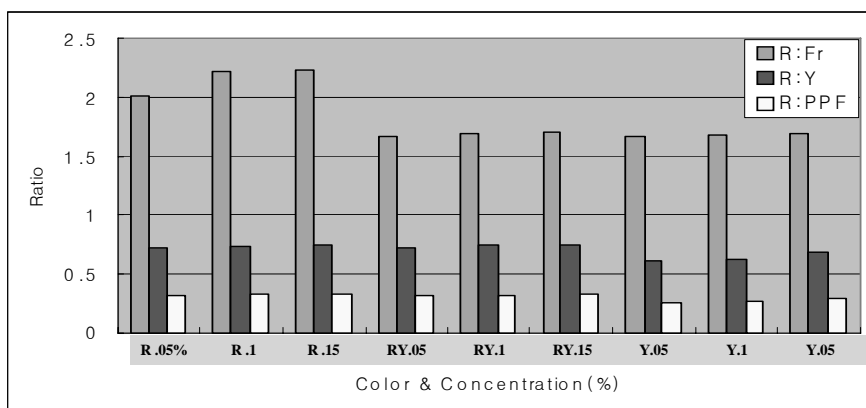


Fig. 2. Comparison of spectral solar radiation in light diffusion non-woven fiber dyeing red, red+yellow and yellow color at different concentrations.

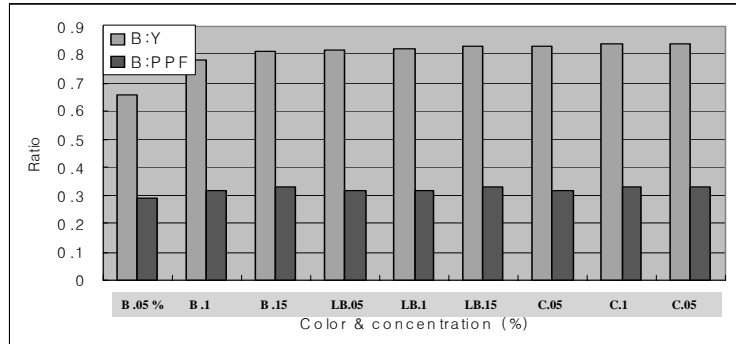


Fig. 3. Comparison of spectral solar radiation in light diffusion non-woven fiber dyeing blue, light blue and cobalt color at different concentrations.

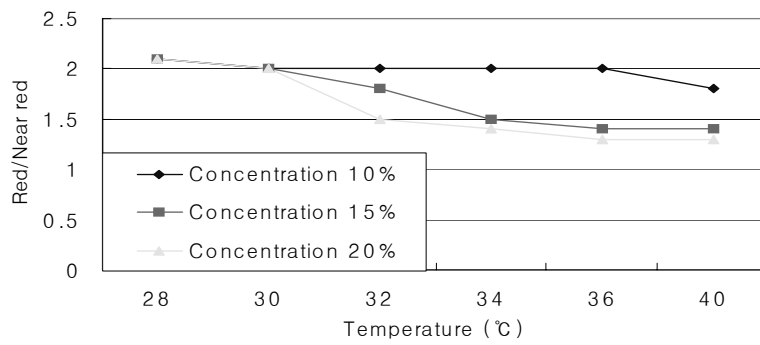


Fig. 4. Changes of red to near red ratio elapsed temperature 28°C to 40°C at different concentrations.

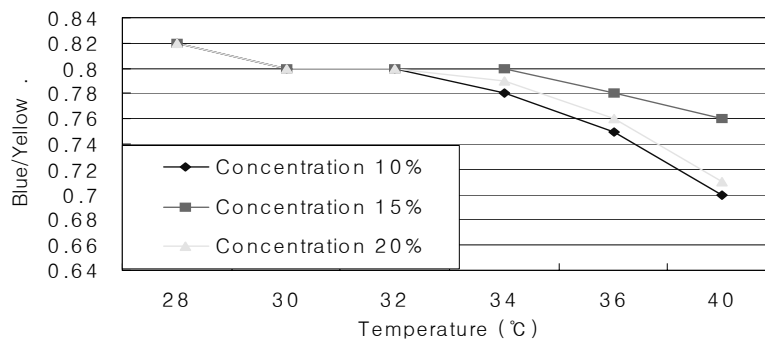


Fig. 5. Changes of blue to yellow ratio elapsed temperature 28°C to 40°C at different concentrations.

Table 1. Shading rate of light diffusion net colored by red and blue at different dye concentrations

Color	Dye concentrations (%)	Shading rates (%)
Red	10	25
	15	51
	20	68
Blue	10	25
	15	31
	20	61

요약 및 결론

시설원예용 광 산란 피복자재의 착색을 위한 염색방법은 기존의 특허를 조사한 결과, 소재는 폴리에틸렌(PE)과 폴리프로필렌(PP)이 적합한 것으로 분석되었다. 그리고 국내 원예 시설의 피복에 적합한 광 산란 피복자재의 조건으로 아닐린계통의 염색안료를 사용하여 접촉식 염색방법을 도입하는 것이 염색 속도를 단축하여 작업성을 향상시킬 수 있는 것으로 분석되었다. 적색계의 광 산란 피복자재는 적색염료 10% 수준에서 광합성유효광과 적색광/근적색광 비율이 높았고, 열 안정성도 높았다. 청색계의 광 산란 피복자재는 청색염료 15% 수준에서 각각 적색광/황색광 비율이 높았고, 열 안정성도 높았다.

인용문헌

1. 반시랄카울 등. 1989. 플라스틱 염색용 염료(특허출원 0009159).
2. 힐데브란트라이너 등. 2003. 제조된 천연중합체 및 합성 소수성 섬유제의 염색 또는 날염(특허출원 7008421).
3. 사이블리페티 등. 1998. 염색 또는 날염방법과 신규한 반응성 염료(특허출원 0054064)
4. 스타비치 등. 2001. 플라스틱 벌크염색방법(특허출원 0009925).
5. 송기상 등. 1997. 플라스틱 필름의 염색방법(특허출원 000196)