

청색, 적색 및 원적색광 조사하에서 접목묘의 활착 특성[†]

Graft-taking Characteristics of Grafted Seedlings under Blue, Red and Far-red Lighting Illumination

김용현* 박현수

정회원 정회원

Y.H. Kim H.S. Park

1. 서론

수박, 토마토 등에 널리 적용되는 삽접, 활접, 편접 등의 접목 방법에서는 접수의 배축이 절단된 상태에서 접목이 이루어진다. 그러므로 상기의 접목 방법이 적용될 때 접수의 시듦을 방지하고 접목묘의 활착율을 증대시키려면 접목 초기에 접목묘로부터 증발산이 과도하게 이루어 지지 않도록 활착 환경을 적절하게 조절하여야 한다. 이를 위하여 인공광하에서 접목묘의 활착을 촉진할 수 있는 시작품(김, 2000)과 접목묘의 증발산 속도 측정 시스템(김과 박, 2000)이 개발되었다. 또한 수박 접목묘의 적정 활착조건 설정을 위한 이전 결과(김과 박, 2000; Kim, 2000)에서 활착을 증대를 위한 적정 기온, 상대습도 및 광합성유효광량자속(photosynthetic photon flux, PPF)이 각각 27~29℃, 90~95%, 50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 제시된 바 있다.

광질(light quality)은 식물의 성장과 형태형성 반응에 커다란 영향을 미친다(Hart, 1988; Fujiwara and Kozai, 1995). 식물의 생장은 광합성 작용에 의한 결과로서, 광합성에 미치는 광질의 영향에 관해서는 많은 연구가 시도되었으나, 접목묘의 증발산속도 또는 활착에 미치는 광질의 영향에 관한 연구는 전무한 실정이다. 자연광에는 다양한 광질이 포함되어 있으나, 식물의 성장 또는 형태형성 반응을 촉진할 수 있는 특정한 파장의 광을 선택하여 조사하기가 쉽지 않다. 그러므로 광질 조절에 의해서 식물의 광형태형성 반응을 촉진하려면 특정한 파장 영역의 선택적인 조사가 가능한 인공광을 사용하는 것이 효과적이다.

본 연구의 목적은 소형의 단색광원으로서 높은 신뢰성과 응답성을 지니고 있으며, 현열 발생량과 장파복사의 방출량이 작기 때문에 식물묘의 성장 및 형태형성 제어용 광원으로서 주목을 받고 있는 발광다이오우드(light-emitting diode, LED)를 인공광원으로 사용하여 청색, 적색 및 원적색의 단색광이 조사된 광환경하에서 접목묘의 증발산속도와 활착 특성에 미치는 광질의 효과를 구명하는 데 있다.

[†] 본 연구는 2000년도 농림부 농림기술관리센터의 첨단기술개발과제로 수행되었음.

* 전북대학교 생물자원시스템공학부(농업과학기술연구소)

2. 재료 및 방법

가. 광원부

접목묘의 증발산속도와 활착 특성에 미치는 청색, 적색 및 원적색광의 광질 처리 효과를 검토하고자 LED 모듈(module)을 광원으로 사용하였다. LED 모듈은 발광부, 전원 제어부, 지지용 프레임 등으로 구성되며, 서로 다른 광질의 LED 조합이 가능하도록 LED 모듈을 제작하였다(김, 1999). Fig. 1과 같이 본 실험에 사용된 청색광(NSPB633S, Nichia Chemical Co.), 적색광(LNJ295PCDA, Matsushita Co.) 및 원적색광(BCH-36, Showa Denko Co.) LED의 주파장은 각각 462nm, 654nm, 728nm이다.

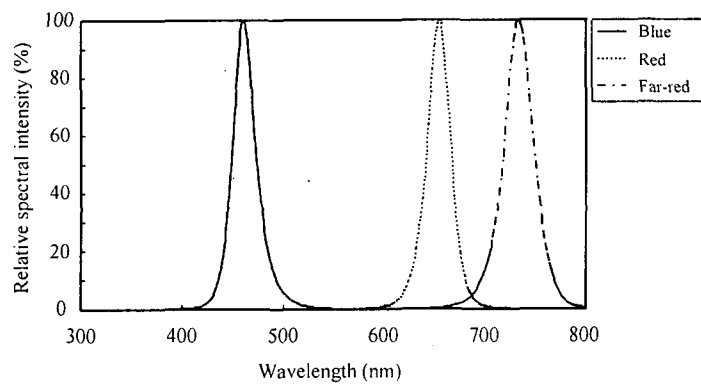


Fig. 1. Relative spectral intensity of blue, red and far-red LEDs.

발광부는 LED 스틱이 배열된 LED 어레이(array)로서, 1개의 스틱은 48개의 LED로 구성된다. LED 어레이의 발광유효면적은 315×290mm으로서, 최대 40개의 LED 스틱이 배열될 수 있다. Table 1은 LED 발광부에 사용된 LED 스틱의 전기 특성을 나타낸 것이다.

Table 1. Electric characteristics of LED stick.

LED	Forward current (mA)	Shape of LED	Stick Size (mm)
Blue	25	ellipse (4.4×5.5)	8×340
Red	20	ellipse (4.4×5.5)	8×340
Far-red	20	circle (Φ 5)	8×340

나. 공시묘의 접목, 활착 및 경화

본 실험에 사용된 접목 방법은 편엽삽접으로서, 접수와 대목으로 수박(감로, 홍농종묘)과 박(FR King, 홍농종묘)이 사용되었다. 접수와 대목은 발아 후 기온이 명기와 암기에 각각 28℃, 18℃, 상대습도 70%, PPF 300μmol·m⁻²·s⁻¹로 유지되는 growth chamber에서 육묘 과정을 거쳤다. 이 때 광주기는 24시간으로서, 명기와 암기는 각각 12시간이었다. 접목은 접수의 자엽이 완전히 전개된 시기에 실시하였다. 접목묘의 활착은 김(2000)이 개발한 인공광형 활착촉진실에서 이루어졌다. 접목 후 초기 24시간은 암조건을 유지하였으며, 24시간이 경과한

이후부터 명기와 암기를 각각 12시간씩으로 조절하였다. 청색, 적색 및 원적색광 LED하에서 5일간 활착된 접목묘는 온실 내로 옮겨져 10일간 경화되었다.

다. 증발산속도의 계측

광질에 따른 접목묘의 증발산 특성을 분석하고자 김과 박(2000)이 제시한 증발산속도 계측 시스템을 이용하였다. 즉 load cell(MLP-25, Transducer Techniques)이 부착된 알루미늄판 위에 접목묘가 담겨 있는 플러그트레이 1매를 위치시킨 후 5일의 활착 기간 동안 접목묘, 배지 및 플러그트레이를 포함한 접목묘 개체군의 무게 변화를 연속적으로 측정하여 증발산속도를 결정하였다. 증발산속도 계측은 활착촉진실에서 이루어졌으며, 실험 기간 동안 활착촉진실 내의 기온과 상대습도는 각각 27°C, 90%로 조절되었다. 한편 청색, 적색 및 원적색광 LED로부터 조사된 PPF는 플러그트레이의 배지 표면을 기준으로 모두 $50\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 설정되었다.

라. 활착 및 경화 특성 분석

실험 개시 후 5일째에 접목묘의 활착율과 접수의 성장 특성을 조사하였다. 또한 10일의 경화 기간에 5일 간격으로 접목묘의 경화 특성을 조사하였다. 조사 항목은 접묘의 생존율, 접수의 배축직경과 배축길이, 엽면적, 엽록소 함량 등이다. 엽록소 함량은 chlorophyll meter (SPAD-502, MINOLTA Co.)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 광질에 따른 접목묘의 증발산 특성

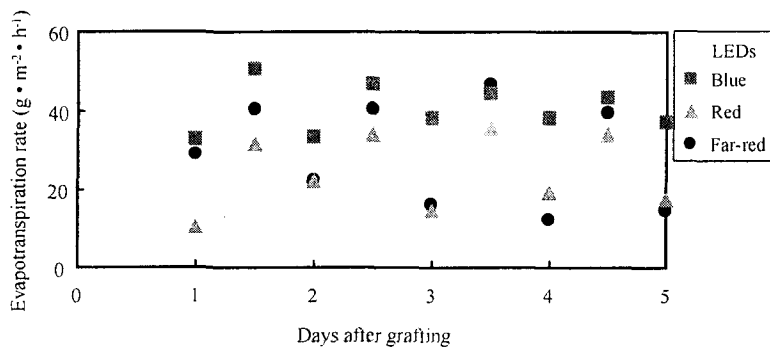


Fig. 2. Evapotranspiration rate of grafted seedlings affected by red, blue and far-red LEDs at the air temperature of 27°C, relative humidity of 90%, and photosynthetic photon flux of $50\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

청색, 적색 및 원적색광 LED하에서 활착된 접목묘의 증발산속도가 Fig. 2에 실려 있다. 활착 기간동안 명기에서의 증발산속도는 청색광과 원적색광에서 비슷한 수준이었으나, 적색광에서는 낮게 나타났다. 접목 후 1일째의 명기에서 광질에 따른 증발산속도는 청색, 원적색 및 적색광 LED에서 각각 $50.5\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, $40.7\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, $32.15\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 로서 차이가 크게 나타났으나, 시간이 경과할수록 증발산속도에 미치는 광질 처리의 효과가 감소하였다.

활착 기간의 기온, 상대습도 및 PPF가 동일하나 형광등을 인공광원으로 사용한 Kim(2000)의 이전 결과에서 접목묘의 증발산속도는 $40\sim 60\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 로서 시간이 경과할수록 조금씩 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 수준의 증발산속도는 청색, 적색 및 원적색광 LED에서의 증발산 특성과 큰 차이가 없는 것이다.

나. 접목묘의 활착 특성

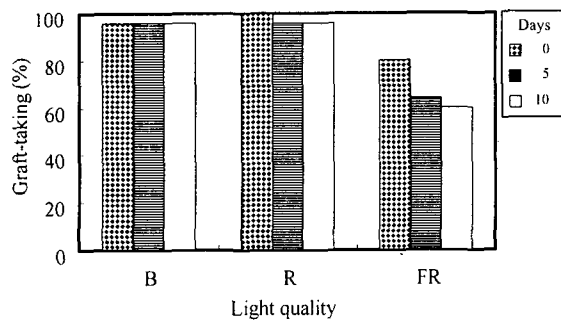


Fig. 3. Graft-taking of watermelon grafted seedlings affected by the blue(B), red(R), far-red(FR) light and days after acclimation.

청색, 적색 및 원적색광에서 활착된 접목묘의 활착율 및 경화 단계에서의 생존율 변화가 Fig. 3에 실려 있다. 적색광에서 활착된 접목묘의 활착율은 100%이었고, 온실내의 경화 단계에서 생존율은 96%로서 매우 높게 나타났다. 청색광에서 활착된 접목묘의 활착율과 경화 과정에서의 생존율을 각각 96%, 96%로서 적색광의 경우와 거의 유사하게 나타났다. 형광등을 이용한 Kim(2000)의 결과에서 활착율이 90~

92%임을 고려할 때 청색과 적색광에서의 활착율은 형광등에 비해서 다소 높게 나타났음을 알 수 있다. 한편 원적색광에서 활착된 경우 접수의 시늬 현상이 두드러지게 나타나며 외관상 묘소질이 저하되는 가운데 활착율은 80%로서 낮게 나타났다. 더구나 원적색광에서 활착된 접목묘는 경화 과정에서 상당수가 고사하여 생존율은 60%로 저하되었다. 원적색광에서 활착된 접목묘의 활착율과 생존율이 청색 또는 적색광의 경우에 비해서 매우 낮게 나타난 바, 이러한 결과가 광질에 기인한 것으로 판단된다. 향후 광질 차이가 접목묘의 활착과 경화에 미치는 효과와 더불어 접목묘 묘소질의 지속성 여부에 대한 상세한 검토가 요청된다.

다. 광질에 따른 접목묘의 성장과 광형태형성 효과

청색, 적색 및 원적색광에서 활착된 후 경화 과정을 거친 접목묘의 성장과 형태형성 특성이 Fig. 4에 실려 있다. LED하에서 5일간 활착, 즉 경화 0일째에 해당하는 접목묘 접수의 배축직경은 원적색광>적색광>청색광의 순서로 나타났으나, 차이가 크지 않았다. 배축길이는 원적색광에서 가장 크게 나타났으며, 청색과 적색광에서는 비슷하게 나타났다. 접목묘가 경화되면서 적색광에서 활착된 접수의 배축 신장은 적색광에서 두드러지게 이루어졌고, 청색광에서는 배축의 신장 효과가 작게 나타났다.(Fig. 4a) 경화 과정에서 접수의 배축길이에 미치는 청색, 적색 및 원적색광의 영향은 그다지 높지 않게 나타났다.

경화가 이루어지면서 접수의 엽면적에 미치는 광질의 효과가 적색광에서 크게 나타난 가운데, 엽면적은 적색광>청색광>원적색광의 순서로서 경화 과정 동안 이러한 결과가 지속되

었다.(Fig. 4c) 접수의 엽록소함량은 청색광>적색광>원적색광의 순서로서 광질 처리에 따른 효과가 분명하게 나타났으며, 엽면적에서와 마찬가지로 경화 과정에서 상기 순서가 지속되었다.(Fig. 4d)

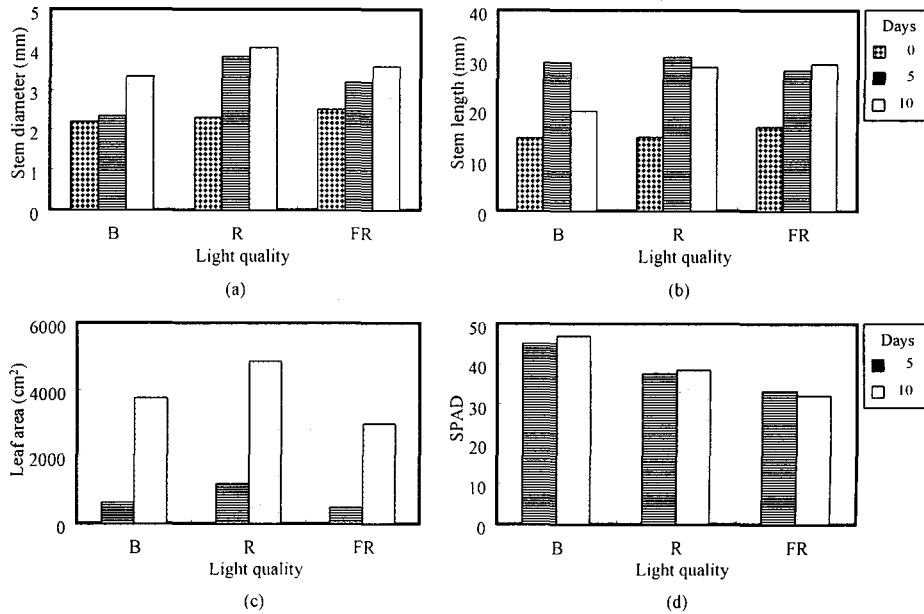


Fig. 4. Acclimation characteristics of watermelon grafted seedlings affected by the blue(B), red(R), far-red(FR) light and days after acclimation.

4. 요약 및 결론

청색, 적색 및 원적색의 단색광의 조사가 가능한 LED 모듈을 제작하여 수박 접목묘의 활착과 경화 특성에 미치는 광질의 효과를 정량적으로 구명하였다. 기온, 상대습도 및 PPF를 각각 27°C, 90%, 50µmol·m⁻²·s⁻¹로 조절한 가운데 청색, 적색 및 원적색광 LED에서 증발산 특성은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 접목묘의 활착과 경화 특성에 미치는 광질의 효과는 높게 나타났다. 즉, 적색과 청색광에서 활착된 접목묘의 활착율은 각각 100%, 96%로서 높게 나타났으며, 온실 내에서 고사없이 대부분 건전묘로 경화되었다. 한편 원적색광에서의 활착율은 80%로 낮게 나타났으며, 외관상 묘소질이 저하되었고 경화 중 생존율은 60%에 불과하였다. 활착 단계에서 접수의 배측 신장은 적색광에서 크게 나타났으나, 청색광에서는 신장 효과가 작게 나타났다. 경화 과정에서 접수의 엽면적과 엽록소 함량에 미치는 광질의 효과는 분명하게 나타났다. 엽면적은 적색광>청색광>원적색광의 순서로 나타났고, 엽록소함량은 청색광>적색광>원적색광의 순서로서 경화 과정에서 상기 특성이 지속되었다.

결론적으로 수박 접목묘의 활착과 경화 특성에 미치는 광질의 효과가 존재하였으며, 광질

처리에 LED의 활용 가능성을 확인하였다. 청색, 적색 및 원적색의 단색광 LED에서 활착된 접목묘의 묘소질이 경화 단계에서도 일부 지속되고 있는 바, 묘소질 지속의 검증을 위한 인공광 원으로서 LED가 유효하게 활용될 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 김용현. 2000. 인공광을 이용한 접목묘 활착촉진 시스템의 시작품 설계 -활착촉진 시스템 내의 기온과 상대습도 분포에 미치는 기류속도의 효과-. 한국농업기계학회지 25(3):213-220.
2. 김용현, 박현수. 2000. 인공광하에서 접목묘의 증발산속도 측정. 한국농업기계학회 학술대회 논문집 5(1):228-233.
3. Kim, Y.H. 2000. Effects of air temperature, relative humidity and photosynthetic photon flux on the graft-taking of grafted seedlings under artificial lighting. In: Kubota. C. and C. Chun (eds.) Transplant production in the 21st century. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp.91-97.
4. Fujiwara, K. and T. Kozai. 1995. Physical microenvironment and its effects. In:Aitken-Christie, J., T. Kozai and M.A.L. Smith (eds.) Automation and environmental control in plant tissue culture. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp.342-350.
5. Hart, J.W. 1988. Light and plant growth. Unwin Hyman Ltd., London, pp.5-9.