

# 광질이 오이 플러그 묘의 생육에 미치는 영향

## Effect of Light Quality on Growth of Cucumber Plug Seedlings

용영록<sup>1\*</sup> · 황세진<sup>1</sup> · 김일섭<sup>2</sup>

<sup>1</sup>강릉대학교 원예학과, <sup>2</sup>강원대학교 식물응용과학부

Yeoung, Y.R<sup>1</sup> · Hwang, S.J<sup>1</sup> · Kim, I.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticultural Sci., Kangnung National Univ.,

<sup>2</sup>Department of Applied Plant Sci., Kangwon National Univ.

### 서 론

일반적으로 광은 광합성의 에너지원으로 식물의 물질생산에 반드시 필요하며 식물체의 각 부위에 작용하여 생장과 발육을 제어하는 몇몇의 반응계에 관여하고 있다. 그러나 광은 온도나 물과 같이 단순한 양적요소가 아닌 분광조성(광질; light quality), 광도, 조사방향, 조사시간 및 명암주기 등이 상호작용을 갖는 환경요소로서, 광에 대해 식물은 종, 품종, 조직, 기관 그리고 생육단계 등에 따라 반응성이 다른 경우가 많다. 근년, 인공광 또는 자연광의 적색광/원적색광비(R/FR비)를 조절하여 식물의 생장을 조절하려는 시도가 다양하게 이루어지고 있다. 즉 자연광환경에서는 R/FR비=1.1~1.2이지만, 그 값이 크면 신장생장이 억제되고, 작으면 촉진된다는 것으로 알려졌다.

본 연구에서는 오이 플러그 육묘시 광파장 및 조사시기에 따른 묘의 생육반응을 검토하여 양질의 오이 묘 생산에 필요한 적정 광 조건을 구명하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 적정 광파장 및 조사시간 구명

본 실험은 1999년 1월부터 1999년 10월까지 강릉대학교 원예학과 채소실험실에서 수행되었다. 실험에 이용된 광원은 자외선(340-380nm), 청색(460nm), 녹색(520nm), 노란색(570nm) 그리고 적색(660nm) 형광등과 백색 형광등이며 각 광원의 파장은 Monolight optical spectrum analyser(model 6800 multi channel controller)와 PMT detector(model 6118, Lee Co., UK.)로 측정하였다. 성장상의 내부 크기는 0.8m(W) x 0.8m(H) x 3m(L)이며 알루미늄 강판을 사용하여 제작하였다. 성장상 내부는 세개의 chamber로 나누어 한 chamber에 0.26m x 0.53m의 플러그 트레이가 두개씩 놓이게 하였다. 광원은 성장상 내의 각 chamber에 4개의 형광등을 단독 또는 혼합 배치하였다. 광원과 식물과의 간격은 30-40cm 되도록 제어하였다. 성장상 내부의 환경조건은 상대습도 85-90%, 온도는 25℃로 조절하였다. 광처리에 사용된 공시재료는 백다다기 오이(홍농종묘) 종자이었다. 오이 하배축이 상토표면에서 보이기 시작하면 플러그 트레이를 성장상에 넣고 일정기간 광처리 하였다. 오이묘는 50구의 플러그 트레이를 사용하여 각 chamber에 100본 정도가 처리되어 room 단위로는 한번에 200본 정도 처리되었다. 광처리후 면도칼을 사용하여 오이묘를 자엽, 하배축 그리고 뿌리로 구분하여 생체중(g), 근중(g), 하배축무게(g), 하배축 길이(mm)를 조사하여 최적 광원을 선정하였다. 적정조사시간을 구명하기 위하여 선정된 광원인 자외

선, 청색, 적색과 야간온도를 10℃와 25℃로 하여 6시간과 12시간으로 분리하여 처리하였다. 처리방법은 주간에 자연광으로 야간에 광을 조사하였다. 처리후 각 처리별에 따라 생체중(g), 근중(g), 하배측무게(g), 하배측 길이(mm)를 측정하였다. 실험결과의 통계분석은 SAS를 이용하여 ANOVA LSD 다중검정을 하였다.

## 2. 광과장에 따른 엽록소 함량 및 해부형태학적 특성 변화 조사

광과장에 따른 오이묘 줄기의 해부형태학적 특성을 조사하기 위하여 해부현미경으로 구조를 관찰하였다. 표본의 제작과정은 냉동절단기(LEICA CM 1800)를 이용하여 줄기의 횡단 및 종단면의 절편을 만든 후 이를 25% karo syrup으로 봉입하여 영구 프레파라트를 제작하여 현미경하에서 촬영하였다. 하배측의 엽록소 함량측정은 처리별에 따라 하배측을 절단하여 0.1g 절편을 Dimethyl sulfoxide 7ml를 포함하는 튜브에 넣고 65℃에서 2시간 동안 엽록소를 추출하였다. 추출된 엽록소는 분광광도계(Shimazu UV-1201 UV/VIS spectrophotometer)로 645nm와 663nm에서 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 적정 광과장 및 조사시간 구명

광원별 묘생육에 미치는 영향은 표 1과 같다. 생체중은 청색광 처리구에서 0.38g으로 가장 높았고, 적색광, 遮光, 황색광, 백색광, 녹색광 순이었다. 하배측의 무게에서는 차광구가 높았고, 백색광 청색광과 적색광, 황색광과 백색광간에는 유의차가 없었다. 차광구에서 생체중이나 하배측의 무게가 높게 나타난 것은 도장으로 인하여 수분이 많기 때문으로 사료된다. 하배측의 길이는 UV광이 110mm로 가장 작고 청색광 430mm 그리고 적색광 516mm순으로 생육이 억제되었다. 15일간 처리시 생체중은 적색광, 청색광, 차광, 황색광, 녹색광, 백색광 및 UV광 순이었으며, 하배측 무게는 차광, 적색광, 황색광, 백색광, 녹색광, UV광 순으로 10일간 조사구에서와 약간 다른 경향을 보였다. 그러나 하배측의 길이 억제효과는 UV광 110mm, 청색광 455mm, 적색광 550mm 순으로 억제되어 10일간 조사구에서와 같은 경향이었다(Table 1). 청색광과 적색광이 오이묘 도장억제 효과가 있음이 확인되었다. 이는 Bula 등(1991)의 LED광을 이용한 우량묘 생산 기술에서 청색광과 적색광을 이용한 결과와 유사하다.

광질별 조사시간에 따른 생육조사 결과(Table 2), 청색광과 적색광 처리구에서는 하배측의 길이가 6시간 조사시 60.0mm였으며, 12시간 조사구가 44.9mm로 약 15.1mm가 더 억제되었고, 기타 조사구도 무처리구 보다 하배측의 신장이 억제되었다. 하배측의 무게도 12시간 조사구가 0.62g으로 6시간 조사구 0.59g 보다 약간 높아졌다. 야간 10℃ 처리구에서는 6시간 처리시 하배측 길이가 31.0mm로 12시간 처리시 26.9mm 보다 4.1mm 억제되었다. 한편 하배측의 무게는 거의 변화가 없었다. 생체중은 청색광과 적색광 혼합처리구에서는 12시간 조사구는 6시간 조사구보다 10℃ 처리구를 제외하고는 생체중이 높은 경향을 보였다. 특히 청색광과 적색광 혼합처리구에서 상당한 차이를 보였다. 10℃에서 12시간 처리구가 생체중이 낮은 것은 저온으로 인하여 묘가 저온 스트레스를 받은 것으로 사료된다.

Table 1. Effects of light wave length (nm) on growth of 10-day-old cucumber seedlings maintained for 24 hours under fluorescent lamps.

Treatment	Fresh weight (g/plant)		Hypocotyl weight (g/plant)		Hypocotyl length (mm)		Root weight (g/plant)	
	10D	15D	10D	15D	10D	15D	10D	15D
Blue	0.38	0.42	0.15	0.17	43.0	45.5	0.19	0.19
Dark	0.34	0.41	0.27	0.29	150.0	174.0	0.02	0.03
Green	0.27	0.34	0.09	0.10	92.8	113.0	0.13	0.18
Red	0.35	0.43	0.14	0.21	51.6	55.0	0.15	0.16
UV	0.16	0.19	0.05	0.05	11.0	11.0	0.01	0.13
White	0.30	0.32	0.12	0.10	74.4	81.0	0.13	0.13
Yellow	0.31	0.37	0.13	0.17	91.8	105.0	0.09	0.10
Mean	0.30	0.35	0.13	0.15	73.4	83.5	0.10	0.13
LSD 0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	23.4	31.3	0.01	0.01

Table 2. Effects of light wave length (nm) on hypocotyl length (mm) and hypocotyl weight (g) of 30-day-old cucumber seedlings maintained for 6 hours under different fluorescent lamps during the night. BR:blue and red fluorescent lamp, BRUV: blue, red, uv fluorescent lamp, HY10: grown at 10°C at night, HY25: grown at 25°C at night.

Treatment	6 hour treatments		12 hour treatments	
	Hypocotyl length (mm)	Hypocotyl weight (g/plant)	Hypocotyl length (mm)	Hypocotyl weight (g/plant)
BR	60.0	0.59	44.9	0.62
BRUV	18.5	0.07	18.5	0.08
HY10	31.0	0.14	26.9	0.14
HY25	39.4	0.54	39.3	0.54
Control	80.7	0.85	80.7	0.85
Mean	45.9	0.44	42.0	0.45
LSD 0.05	18.3	0.23	23.4	0.19

## 2. 광과장에 따른 엽록소 함량 및 해부형태학적 특성 변화 조사

발아 즉시 30일간 야간에 6시간과 12시간씩 청색광과 적색광 혼합조사, 청색광과 적색광

및 UV광 혼합조사, 야간 10℃ 및 25℃처리한 오이묘 하배측의 엽록소를 추출하여 측정된 결과(Fig. 1), 청색광과 적색광을 혼합하여 12시간 조사는 다른 처리에 비해 엽록소 함량이 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였으며 식물체도 진한 녹색을 나타냈다. 야간 10℃ 12시간 처리구는 시간에 관계없이 엽록소 함량이 높게 나타났다. 청색광과 적색광 및 UV 혼합조사구와 야간 25℃ 처리구는 야간 6시간 처리했을 때가 12시간 처리구보다 엽록소 함량이 높은 경향을 보였다. 자외선을 장시간 처리하면 엽록소의 생합성을 억제하거나 색소를 분해시켜 정상적인 식물체로 성장하지 못하게 하는 것으로 보인다. 청색과 적색 혼합처리구의 결과는 636nm와 660nm에서 엽록소의 생합성을 촉진한다고 보고한 Akira와 Naoko(1993)의 결과와 매우 유사한 경향을 보였다. 또한 생합성된 엽록소는 줄기 및 잎의 녹화를 촉진시키는 것으로 사료된다. 전반적으로 청색과 적색의 혼합광처리는 식물체의 엽록소 함량을 증가시키는 것으로 알려져 있다. 이러한 엽록소 함량의 증가는 광합성작용을 촉진하여 결국 많은 탄수화물이 축적되어 식물체의 성장을 촉진하는 것으로 추측되었다.

또한 광처리에 따른 줄기의 해부형태학적 변화를 조사하기 위해 광처리구와 무처리구의 오이묘 하배측의 횡단면과 종단면을 검경하였다(Fig. 2). 광처리구의 줄기표피는 단층의 밀착된 세포로 되어 있으며 표피의 바깥쪽 세포는 현저하게 두껍고 엽록체가 관찰되었다. 또한 표피의 군데군데에 기공이 있어 내부조직의 세포간극과 외부와의 가스 및 수분출입의 통로로 이용되고 있는 것으로 사료된다. 후각조직의 세포는 타원형이며 세포의 모서리가 비후해 있었다. 후각조직 아래에 위치한 수는 커다란 세포로 되어 있으며 커다란 세포간극을 가진 유조직인 것으로 관찰되었다. 청색과 적색 혼합광에 처리된 조직들은 세포가 작고, 부정형이고, 세포간극도 조밀하였으며, 세포구조도 치밀하였다. 이와 같이 광처리에서 세포의 형태가 약간씩 다른 것은 광처리하에서는 줄기의 신장이 억제되고 세포의 크기가 작고 두꺼운 세포벽으로 구성되어 있기 때문인 것으로 보여진다. 무처리구는 표피조직의 세포는 세포간의 윤곽이 뚜렷하였고, 세포가 크며, 정형화 된 것으로 내부구조에 있어서 광처리와 상당한 차이를 보이고 있다. 후각조직은 광처리구에 비해서 세포간극도 성글어 보이고 세포와 세포사이에 커다란 간극이 있는 것을 관찰할 수 있었다. 광처리구와 무처리의 줄기의 종단면을 보면, 광처리구의 줄기세포는 무처리구에 비해 세포가 짧고 세포간에 간극이 없었다. 반면에 무처리구의 세포는 길고 세포가 뚜렷하게 구분되지 않는 것으로 관찰되었다. 따라서 광처리구는 무처리구에 비해 세포신장을 억제하는 대신 세포구조가 치밀하여 도장을 억제한 것으로 볼 수 있다.

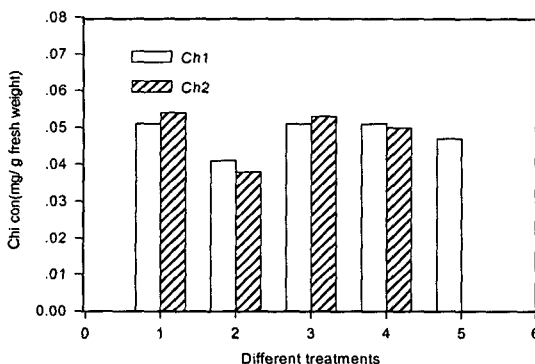


Fig.1. Effects of light wavelength on total chlorophyll content of 30day-old cucumber seedling hypocotyl maintained for 6 and 12hours under different fluorescent lamps during the night. Ch1: 6 hours, Ch2: 12 hours, 1:blue and red fluorescent lamp, 2: blue, red and UV fluorescent lamp, 3: grown at 10℃ at night, 4: grown at 25℃ at night,5: control, respectively.

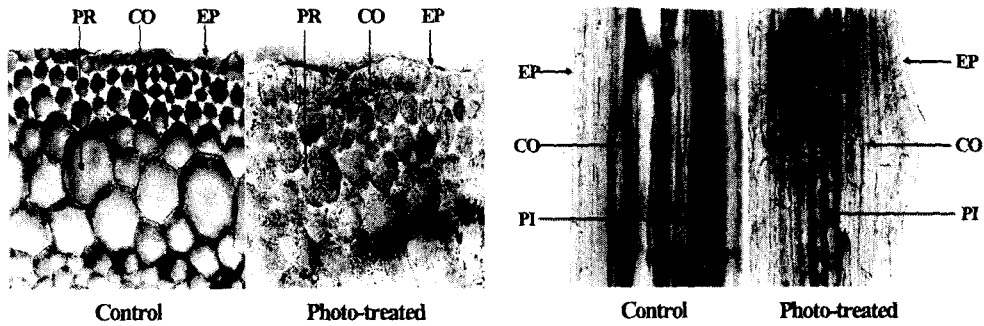


Fig. 2. Cross & longitudinal section of 30-day-old cucumber seedling stem maintained in untreated (control) and photo-treated for 12 hours under red and blue fluorescent lamps during the night. PR: pith ray, CO: cortex, EP: epidermis, respectively.

### 적 요

광과장 및 조사시기에 따른 오이묘의 생육 반응을 검토하였다. 광원에 따른 오이 묘의 생육상태를 조사해본 결과 청색광, 적색광을 처리한 것이 생체중, 하배축 무게, 근중이 증가하면서 하배축의 신장이 억제되었고, 청색광과 적색광을 혼합하여 야간 12시간씩 조사하여 30일간 육묘해 본 결과 뿌리의 발육도 우수하고, 줄기와 잎의 생육 정도에서도 우량묘의 소질을 보였다. 청색광과 적색광을 혼합하여 야간 6시간과 12시간씩을 조사하여 30일간 육묘한 결과 하배축의 길이는 각각 60.0mm와 44.9mm였고, 하배축의 무게는 0.59g, 0.62g으로 나타나 12시간 조사가 하배축의 신장억제효과가 큰 것으로 나타났다. 하배축의 엽록소 함량은 청색광과 적색광의 조사시간이 길어질수록 뚜렷이 증가하였고, 식물체도 진한 녹색을 나타냈다. 광처리구와 무처리구의 오이묘 하배축의 횡단면과 종단면을 검경하여 세포구조를 비교해 본 결과 광처리구의 횡단면 표피조직은 단층의 밀착된 세포로 되어 있으며, 바깥쪽 세포는 현저하게 두꺼웠다. 후각조직의 세포는 작고 부정형이며, 세포간극이 조밀하였으며, 세포구조도 치밀한 특성을 보였다. 종단면은 광처리구에서 세포가 짧고 세포간에 간극이 없는 반면 무처리구는 세포가 길고 뚜렷이 구분되지 않은 것이 관찰되어 대체로 광처리구는 무처리구에 비해 세포신장이 억제되는 대신 세포구조가 치밀하여 식물체의 도장이 억제된다는 것을 알 수 있었다.

### 참 고 문 헌

1. Akira, N. and K. Naoko. 1993. Light regulation of hypocotyl elongation and Greening in transgenic tobacco seedling that over-express rice phytochrome. *Plant cell physiol.* 34:825-833.
2. Bula, R.J., R.C. Morrow, T.W. Tibbitts, and D.J. Barta. 1991. Light-emitting diodes as a radiation source for plants. *HortScience* 26:203-205.
3. 古在豊樹, 北宅善昭. 1993. 마이크로파ランプとその植物育成用人工光源への利用. *農業および園藝* 68:988-995.