

## 폐쇄형 육묘시설 내에서 몇 가지 광원이 토마토와 오이의 묘소질에 미치는 영향

엄영철<sup>1\*</sup> · 장윤아<sup>1</sup> · 이준구<sup>1</sup> · 김승유<sup>1</sup> · 정승룡<sup>1</sup> · 오상석<sup>1</sup> · 차선화<sup>1</sup> · 홍성창<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과, <sup>2</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화생태과

## Effects of Selective Light Sources on Seedling Quality of Tomato and Cucumber in Closed Nursery System

Yeong Cheol Um<sup>1\*</sup>, Yoon Ah Jang<sup>1</sup>, Jun Gu Lee<sup>1</sup>, Seung Yu Kim<sup>1</sup>, Seung Ryong Cheong<sup>1</sup>, Sang Seok Oh<sup>1</sup>, Seon Hwa Cha<sup>1</sup>, and Seong Chang Hong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vegetable Research Division, NIHHS, RDA, Suwon 440-706, Korea

<sup>2</sup>Climate Change & Agro-ecology Division, NAAS, RDA, Suwon 441-707, Korea

**Abstract.** To produce uniform seedlings of tomato and cucumber with inexpensive way, their seedling quality by different light sources was investigated. The raising of seedling was performed by red LED (light emitting diodes), blue LED, red-blue mixed LED or fluorescent light with a fixed PPF(photosynthetic photon flux) level, about 40~60 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$ . In the both tomato and cucumber, the rapid extension of hypocotyledonary axis was observed in Blue LED than fluorescent light, but opposite result was found in Red and mixed LED. During the nursery period of tomato and cucumber, the fresh weight was the highest in Red LED as 74% increasement in tomato and 74% in cucumber. In the case of seedling quality after the tomato nursery, there was no difference in the positions of 1st flower cluster and the number of bearing-flower per flower cluster by each light source. In case of cucumber, until 20th node, the setting ratio of female flower was higher in LED than fluorescent treatment, and also more healthy fruit setting was found in LED. Therefore, we assume that the Red or mixed (Red 2 + Blue 1) LED is more favorable to produce high quality tomato and cucumber seedlings in closed nursery facility.

**Key words :** closed plant factory, cucumber, LED, light quality, seedlings, tomato

### 서 론

우리나라의 육묘산업은 90년대 초부터 유리온실의 보급에 힘입어 시작되었고, 현재 약 200여개소에서 토마토, 고추 등의 채소묘를 위주로 약 5억주 이상이 공급되고 있는 것으로 추정하고 있다. 짧은 기간동안 공정육묘산업이 발전하게 된 것은, 고가의 시설을 도입하여 원예작물을 재배하는 농가에서는 육묘의 분업을 통하여 시설의 이용효율을 높일 수 있었고, 전문육묘장에서는 저렴한 묘를 공급할 수 있다는 양쪽의 이해가 맞았기 때문으로 생각된다. 한편, 공정육묘는 시설 내

환경을 적절히 조절하여 연중 동일한 방법으로 규격묘를 공급할 수 있는 공장형식의 설비와 기술이 요구되고 있으나, 자연환경을 이용하기 때문에 균일한 규격묘를 연중 생산하는데 어려움이 많은 실정이다. 자연광을 이용할 경우 온도의 조절 뿐 아니라 일사, 습도, 탄산가스 등 정밀한 환경관리가 어렵거나 비용이 많이 드는 문제점이 상존하고 있어, 결과적으로 고품질 규격묘를 생산하기 곤란하다.

공정육묘장에서 생산하는 플러그묘는 기존의 포트묘에 비해 공간이용효율 및 작업성이 높은 등 여러 가지 장점을 갖고 있으나, 고도로 밀식된 조건에서 생산되기 때문에 고온과 약광 또는 다습 조건하에서 도장하기 쉬워, 묘 품질이 저하되는 경우가 빈번히 발생한다. 공정육묘장의 시설 형태는 대부분 유리온실과 비닐

\*Corresponding author: ycum0403@korea.kr  
Received October 20, 2009; Revised November 10, 2009;  
Accepted November 30, 2009

하우스로, 이러한 시설에서의 육묘는 외부 환경요인의 영향을 크게 받기 때문에 계절, 날씨 및 기술에 따라 생산 묘의 품질이 달라진다. 특히 묘의 수요가 많은 가을재배의 경우 고온기인 여름에 육묘를 하기 때문에 냉방설비가 추가적으로 필요하거나, 고랭지 육묘장을 이용할 수 있지만 규격묘를 생산하는 것은 한계가 있고, 전반적으로 묘 품질 저하요인이 되고 있다(Kozai 등, 2005). 따라서 최근 인공광원을 이용하여 연중 동일한 실내 환경조건에서 규격묘를 생산하여 생산효율을 높이려는 연구가 일부 이루어지고 있다(Kim 등, 2001; Kim과 Park, 2001).

식물공장을 이용한 공장육묘는 빛이나 열이 통과하지 못하게 불투명한 절연체로 피복하고, 내부의 환기는 최소화하며, 식물 생육에 필요한 광원램프를 이용하는 창고형 구조물에서 이루어진다고 할 수 있다. 이러한 개념의 폐쇄형 식물생산시스템(Closed plant production system, closed system)은 2002년도부터 일본에서 이미 상업화되기 시작하였다. 폐쇄형 시스템은 생육 최적 조건에서 광 이용효율을 향상(2~3배)시켜 식물생육을 촉진할 수 있으며, 병해충 및 외기의 영향을 받지 않기 때문에 균일한 생육조건하에서 고품질 묘를 생산할 수 있다는 장점이 있다(Kozai, 2007).

육묘공장에서 인공광원을 이용하기 위한 연구는 오래전부터 실시되었는데 보광을 통한 생육 증진 또는 UV-B를 이용한 성장조절 연구가 주류를 이루고 있다(Kwon 등, 2003a, 2003b; Kim 등, 2008). 일반적으로 식물공장에서는 발광에 따른 열의 발생과 에너지 손실이 많아 고압나트륨등에 비해 형광등이나 메탈할라이드램프를 주로 이용하고 있는 실정이다(Kozai, 2007; Tadahisa 등, 2004). 국내에서 LED(발광다이오드)를 이용한 폐쇄형 육묘공장시설에 관한 연구는 극히 드물다. Kim 등(2008)에 따르면 육묘장에서 저광도 청색 LED는 어린묘의 성장을 억제한다고 보고하였고, Fujiwara 등(2003)은 토마토 접목 후에  $2\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 저광도로 적색 LED에 청색을 10% 혼합하여 비추면 저장기간 동안 묘소질을 유지하는데 도움이 된다고 보고하였다. LED는 특정의 파장대에서 발광이 가능하여 식물재배에 매우 효율적으로 이용이 가능하다는 견해도 불구하고, 실제 농업현장에서 이용이 저조한 것은 식물 광합성에 유효한 고광도 LED광원의 생산이 어려운 기술적 측면이 있을 뿐 아니라 아직까지

는 높은 생산단가에 의한 경제적인 부담도 큰 요인이라고 볼 수 있다. 최근 국내에서도 전조가 필요한 일부 식물에서 실용화 단계에 근접했다고 볼 수 있는데 앞들개(Choi, 2003)에 대해 대표적으로 연구결과가 보고되고 있다. 앞으로 LED 광원은 미래 식물공장에서의 유효한 광원으로 이용될 것으로 전망되나 아직까지는 광원의 적절한 배합, 적절한 광도(PPF), 식물공장 내에서의 다른 환경요인과의 관계 등 밝혀야 할 부분이 많을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 폐쇄형 육묘시설 내에서 몇 가지 LED 광원에 따른 토마토와 오이 묘의 생육반응을 조사하고, 정식 후 화방의 착생이나 절성성 등 묘소질에 미치는 영향을 조사하여 앞으로 폐쇄형 육묘공장에서의 LED 이용 가능성을 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

폐쇄형 육묘시스템은 유리온실 내에 설치된 growth chamber((주)한백과학)를 이용하였고 growth chamber 내에서 흑색 필름으로 광의 간섭을 차단하여 각각의 광원을 달리 배치하였다. 상내의 환경관리는 주간 25°C, 야간 15°C로 각각 유지하고, 습도는 약 50%가 유지되도록 하였다. 실험에 이용된 광원은 형광등(오스람, 30W)을 대조구로 하여, 적색(40W), 청색(40W), 그리고 적색+청색 혼합(40W)의 각 3가지였으며, LED 광원장치((주)다인바이오)의 광과장영역은 적색 640nm, 청색 460nm, 적색 + 청색 640nm와 460nm에서 최고의 peak를 나타냈다. 각각의 LED 광원장치는 480(W) × 80(D) × 20(H)mm 규격의 패널에 LED 소자(3W)를 18개씩 배치하였다. 모든 광원의 광강도는 작물의 생육 상태에 따라서 약간 상이하였으나 약  $40\sim 60\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 광량자속(PPF)을 유지하였다. 실험에 이용한 광원의 따른 파장 특성과 광량은 Fig. 1과 같다.

상내에서의 육묘를 위하여 토마토는 “슈퍼도태랑”(코레콘 종묘) 품종을 5월 25일 50구의 플러그 트레이에 원예용 상토 “홍농 바이오 1호”를 충전하여 파종하였고, 발아가 완료된 7월 후 상내로 이동하여 육묘를 시작하였다. 육묘기간 동안에는 저면관수 설비를 이용하여 파종 20일까지는 7일에 1회, 그 이후는 5일에 1회 관수하였다. 전 육묘기간 동안 광은 08:00부터 18:00까지 조사하고 그 이후는 암흑상태를 유지하였다.

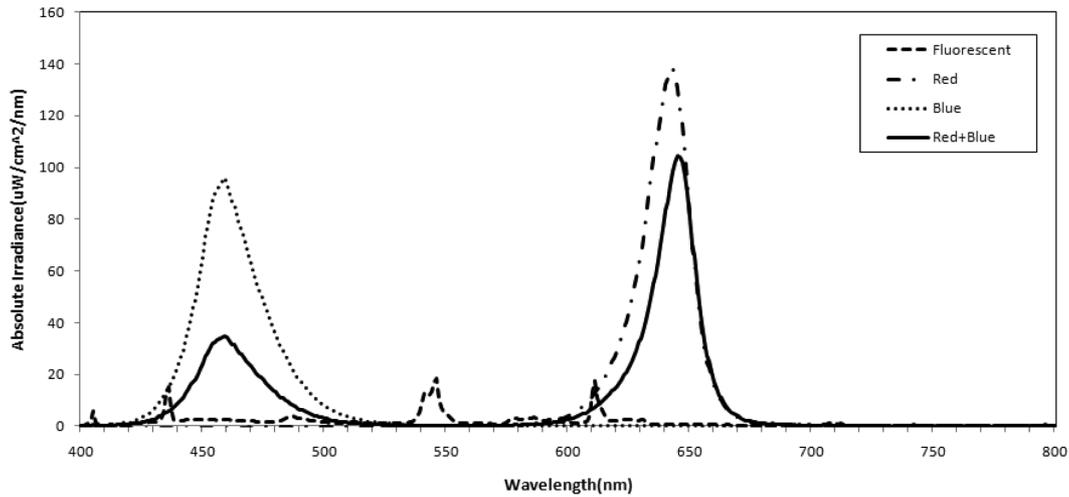


Fig. 1. Spectral irradiance of each light source in the closed nursery facility.

육묘가 완료된 6월 25일에 직경 22cm, 깊이 19cm의 플라스틱 포트에 육묘시와 동일한 상토를 채워서 유리 온실 내에서 재배하였다. 정식 이후에는 일반적인 관리를 하였고 2화방 위의 2엽을 남기고 적심하였다. 재배 기간 동안 ‘토마토 한방’ 양액((주)코셀: N 10, P 2.5, K 13, Ca 11, Mg 2)을 관수시에 희석하여 매일 사용하였다.

오이는 “조은 백다다기”(홍농씨앗) 품종을 토마토와 같은 방법으로 육묘하였다. 6월 25일 파종하여 30일간 육묘하였으며 육묘가 완료된 후에는 직경 22cm, 깊이 19cm의 플라스틱 포트에 정식하여 재배하였다. 오이는 20절 이상의 마디가 자랄 때까지 유인하였고 그 이후에는 적심하여 9월 10일까지 수확을 하였다. 토마토의 비료 시비방법과 동일하게 양액비료를 이용하여 매일 일정 간격으로 사용하였다.

토마토와 오이의 생육반응을 조사하기 위하여 육묘가 종료된 파종 후 30일에 초장, 엽수, 엽면적, 생체중 등을 측정하였다. 정식 후 일정기간이 경과된 토마토는 정식 후 53일 에 과실 수량과 식물체의 생육을 조사하였다. 토마토의 화방생성과 화방발육을 측정하기 위하여 제1화방과 제2화방의 착생절위를 조사하였으며 그 이후 착과정도를 보기 위하여 화방별로 2개 또는 3개의 꽃이 피었을 때 토마토톤 100배액을 살포하였으며 과방별로 지나치게 꽃이 많이 달린 경우에는 5개 이하로 적과하였다. 한편 오이는 육묘 후에 엽면적, 마

다수, 생체중 등을 조사하였고 정식 후 30일에 일반적인 생육조사를 실시하였다. 그 이후에는 주지 20절까지의 암꽃 착생수를 조사하여 절성성을 나타내었고 20절까지 착과한 과실은 수확하여 무게를 측정하였다. 시험결과의 통계분석은 SAS 통계 패키지(SAS Institute, ver. 9, USA)를 이용하여 ANOVA 분석을 하였다.

## 결과 및 고찰

폐쇄형 육묘시설 내에서 30일간 육묘한 토마토묘의 초장은 형광등에 비해 청색 LED와 혼합 LED에서 길었고 엽수와 엽면적은 적색 LED에서 증가하는 경향이 있었다(Table 1). 토마토 묘의 생체중은 적색 LED에서 가장 많아 형광등에 비하여 74% 증가하였고 혼합 LED 처리는 12% 증가하였으나 Blue LED는 13% 감소하였다. 육묘기간 동안 광원의 차이에 따라 생육량이 차이를 보이는 것은 PPF 값이 유사하다 하여도 식물의 광합성에 유효한 파장의 차이에 기인한 것으로 생각되었다. 본 실험에서는 적색 LED가 가장 성장량이 많은 것으로 보아 토마토 육묘의 생장에 유리한 것으로 판단되었다. Hogewoning 등(2007)은 LED 광원의 파장에 따라서 광합성률이 달라지며 670nm 파장대에서 가장 유효하였다고 하였고, Choi 등(2003)은 청색광보다 적색광에서 광합성률이 높다고 하였는데, 본 실험에서 생육량의 차이를 나타낸 것을 뒷받침하였

폐쇄형 육묘시설 내에서 몇 가지 광원이 토마토와 오이의 묘소질에 미치는 영향

**Table 1.** Growth response of tomato seedlings 30 days after sowing under different light sources in closed nursery system.

Light source	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (mg/plant)
Fl-Lamp	21.18	4.4	30.98	2.18	111.2
Red-LED	21.62	5.0	47.71	3.79	209.0
Blue-LED	22.90	4.0	27.22	1.90	77.2
R+B-LED	23.66	4.6	36.09	2.44	102.8
LSD <sub>0.05</sub>	ns	ns	8.71***	0.61***	27.5***

**Table 2.** Effect of light sources during the nursery on the growth 53 days after planting, the position of flower cluster and yield in tomato.

Light source	Plant height (cm)	Fresh weight (g/plant)	1st cluster node order	2nd cluster node order	No. of fruits		Yield (g/plant)	
					1st	2nd	1st	2nd
Fl-Lamp	119.3	490.3	11.2	15.2	5.6	3.6	380.4	131.0
Red-LED	93.6	404.8	9.8	14.4	4.4	4.8	565.8	301.4
Blue-LED	115.3	505.3	10.0	14.6	4.7	4.0	288.2	73.0
R+B-LED	108.0	432.8	9.8	13.8	4.6	4.6	515.8	266.0
LSD <sub>0.05</sub>	ns	ns	ns	0.8*	ns	ns	ns	97.7***

다. 그러나 LED 광원과 같이 극단적으로 좁은 광과장대에서 PPF 값의 증가에 의해 광합성이 증가하거나 식물체의 성장량과 직접적인 영향을 미치는지에 대하여 세밀한 검토가 요구된다.

광원을 달리하여 30일간 육묘한 토마토 묘를 동일한 유리온실 조건에 포트재배하여 성장반응을 조사한 결과가 Table 2와 같다. 정식 후 53일째의 초장은 형광등에서 가장 길었고, 다음이 적색 LED였으며, 청색 LED에서 가장 짧았다. 생체중에 있어서도 초장과 동일한 경향을 보였으며, 적색 LED 처리에 의해 생체중이 감소하고 초장이 짧아졌다. 제1화방과 2화방의 착과 절위는 형광등에 비하여 LED 3처리 모두 낮아지는 경향을 보였으나 유의차는 없었다. 전체의 착과수는 거의 차이가 없었고 과실의 무게는 적색 LED처리에서 가장 무거웠으며, 다음이 혼합 LED였고, 청색 LED에서 가장 가벼웠다. 이와 같이 육묘기간 중에 광원을 달리하였을 때 묘소질 뿐만 아니라, 정식 후의 성장량, 착과절위, 착과량 등에 있어서 차이를 나타냄을 확인하였다. 일반적으로 토마토의 착과절위는 저온하에서 동화양분이 축적되는 조건이면 절위가 낮아진다는 점을 고려하여 볼 때, 본 실험의 적색 LED 처리는 동화양분 축적에 가장 효과적이었음을 알 수 있었다. 토마토의 수량에 미치는 영향은 착과수와 과실의 발육과의 관계가 있을 것으로 예상하였으나 처리간 착과수에 있

어서는 유의적 차이를 보이지 않았으며, 반면 이후의 과실 발육에서는 큰 차이를 보였다. 적색 LED 처리에서 정식이후 초기에 착과가 되고 과실의 발육이 좋은 반면에 청색 LED 처리에서는 육묘기간부터 생육이 저조하였고 정식이후에도 생육이 불량하고 과실의 발육이 늦어져 과실의 무게가 극히 적은 것으로 생각되었다.

반면 육묘 시에는 적색 LED 처리에서 생육량이 많았으나 정식 후 시간이 지남에 따라 초장이 짧고 생체중이 적은 이유는 초기에 착과가 이루어져 그 영향으로 영양생장이 감소하였기 때문인 것으로 짐작하였다.

Brazaityte 등(2009b)는 LED 광원을 조합하여 육묘한 후에 정식하여 토마토의 생육과 수량을 비교분석한 결과, 초기 수량 및 착과수는 생육이 다소 억제된 자외선 첨가 LED에서 증가하였으나 이후에는 차이가 없었다고 하였다. 본 실험에서 제1화방에서는 차이가 없었으나 제2화방의 과실무게가 차이가 나타난 이유는 고온기에 재배를 하면서 초기의 착과가 약간 적은 청색 LED 및 형광등 처리에서 영양생장이 과도하게 진행됨에 따라 제2화방의 착과도 더욱 적어졌다고 판단되었다.

한편 오이는 LED 광원의 종류에 따라 배축의 길이가 큰 차이를 보였는데(Table 3), 청색 LED 처리에서 특히 길어졌다. 경경, 엽수, 엽면적, 생체중에 있어서 토마토의 처리효과와 비슷한 경향이었는데 적색 LED

**Table 3.** Growth response of cucumber seedlings under different light sources in closed nursery system.

Light source	Hypocotyl length (cm)	Internode length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	SPAD	Fresh weight (g/plant)	
							Shoot	Root
Fl-Lamp	10.2	0.82	1.99	2.2	53.5	33.6	2.62	0.384
Red-LED	10.1	1.16	2.88	2.8	96.0	30.8	4.63	0.604
Blue-LED	16.1	1.86	1.60	2.2	55.0	27.6	2.97	0.254
R+B-LED	9.0	0.92	2.06	2.2	60.4	32.3	2.91	0.772
LSD <sub>0.05</sub>	2.04***	ns	0.49***	ns	26.3*	ns	0.90**	0.334*

에서 가장 생육이 양호하였고, 다음이 혼합 LED 였으며, 청색 LED에서는 형광등과 비슷하였다(Table 3). 지상부의 생체중은 적색 LED 처리에서 가장 무거웠으나 뿌리의 생체중은 혼합 LED 처리에서 무거웠고 다음이 적색인 반면 청색 LED는 뿌리의 생장량이 가장 작았다. 기존 연구결과에 의하면, 청색 파장 이하의 자외선 영역에서는 식물의 신장이 억제되고 UV-B 이하의 극단적 파장영역에서는 생장이 정지됨을 보고한 바 있다(Kwon 등, 2003b; Glowack, 2004). 본 실험에서는 청색 LED 처리한 것이 줄기의 신장이 오히려 촉진되었는데, 이는 450nm 전후의 극히 좁은 파장영역에서의 식물생육반응은 일반적인 광원과 큰 차이가 있음을 보여주고 있다. 오이의 배축 신장이 청색 LED 광원 하에서 촉진된 결과와 관련하여 Brazaityte 등 (2009a)은 광원에 따라서 큰 차이가 있으나 특히 주황색과 녹색이 혼합된 LED 처리에서 짧아진다고 하였다. 청색 LED는 오이의 배축신장에 깊이 관여하고 있음을 알 수 있었으나 식물체내 GA 생성호르몬과의 연관성이 있는지에 대해서는 알 수 가 없었다. 그리고 광원이 뿌리의 신장에 관여한다는 사실은 Kim 등(2008)이 적색 LED를 일몰 후에 처리하였을 때 뿌리생육이 촉진된다는 보고가 뒷받침해 주고 있다. 오이도 토마토와 같이 적색 LED 처리는 다른 광원에 비하여 광합성

효율을 높여서 생체중이나 생장량을 증가시키는 것으로 나타났는데 이는 Wang 등(1998)이 오이에 적색광을 처리하면 다른 광에 비하여 광합성량이 증가하고 건물중이 늘어났다고 보고한 결과와 일치하였다. 혼합 LED 처리에서는 잎의 색이 진하면서 튼튼하게 육묘되었다고 판단될 만큼 효과적이었다. 적색과 청색을 혼합한 LED를 묘 저장 중에 저광도로 처리하여도 잎의 엽록소 함량을 유지하여 묘소질을 높일 수 있었다(Kaneko-Ohashi 등, 2004).

몇 가지 광원 하에서 30일간 육묘한 오이묘를 온실 내에 정식하여 이후의 묘 소질을 비교한 결과는 Table 4와 같다. 정식 30일 후의 초장과 지상부의 무게는 처리간에 차이가 없었으나 뿌리의 무게는 혼합광 처리에서 많았다. 오이의 다다기성은 적색 LED 처리에서 가장 높은 52%를 보였고, 다음이 혼합광 LED 처리로서 44%였으며, 형광등 처리는 23%에 불과하였다. 20 마디까지의 착과수 및 수량은 광원에 따른 차이가 없었으나 전반적으로 형광등과 혼합광에서 양호하였고 적색 LED에서 저조하였다.

오이에 있어서는 육묘기간 동안에 적색과 혼합 LED 처리에서 다소 튼튼하게 자라 건전묘인 것으로 보였으나 후기의 생육 및 과실의 발육은 오히려 나빠지는 결과를 가져왔다. 이런 결과는 토마토에서와 같이

**Table 4.** Effect of light sources on growth, number of female flowers and fruit setting of cucumber 50 days after planting.

Light source	Plant height (cm)	No. of nodes	Fresh weight (g/plant)			No. of female flowers	No. of setting fruits	Yield (g/plant)
			Leaf	Stem	Root			
Fl-Lamp	245.6	26.3	172.0	88.4	20.9	4.6	3.6	778.1
Red-LED	249.6	27.0	165.9	87.8	24.7	10.3	3.5	583.8
Blue-LED	244.3	26.0	160.8	85.3	20.1	7.3	3.6	718.0
R+B-LED	212.0	22.3	148.4	90.2	29.4	8.8	4.0	776.3
LSD <sub>0.05</sub>	ns	2.0**	ns	ns	6.8*	1.6***	ns	ns

생육초기에 과실이 많이 착과하게 되면 후기에는 오히려 과실의 착과 및 발육이 불량하게 되는 경우도 있으며 때로는 지나치게 영양생장으로 전환되면 후기에도 과실의 착과 및 비대가 불량할 수도 있다고 생각되었다. 오이의 다다기성은 품종이나 계절에 따라 영향이 크지만 일반적으로는 동화생성물의 축적이 많을 때나 스트레스 조건에서 많아지는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서 적색과 혼합 LED 처리가 다다기성이 높아진 것도 토마토에서와 같이 적색 광원이 광합성 효율을 높이고 생식생장을 진전시킨 결과라고 보며, 반대로 청색광이나 형광등은 육묘 동안에 가늘어지고 영양생장이 더욱 진행됨에 따라 신장 생장이 많아지고 다다기성이 낮아지는 것으로 생각되었다.

식물공장을 이용한 육묘는 연중 규격묘를 생산할 수 있는 장점이 있어 일본 등의 외국에서는 실용화 단계에 있으나 아직 광원의 개발이나 실용성에 있어서 검토가 요구되고 있는 실정이다. LED 광원은 미래에 가장 바람직한 광원으로 인식되고 있으나 좁은 스펙트럼 밴드가 식물의 성장이나 영양생장과 생식생장의 균형에 얼마나 유효한지에 대한 이해는 부족한 실정이다 (Hogewoning 등, 2007). 생산성을 최상으로 유지할 수 있는 광원의 종류, 광도(PPF)에 관한 해명도 아직은 부족한 실정이다. 본 연구에서 토마토와 오이를 폐쇄형 육묘시설 내에서 30일 육묘함에 있어서 경제적으로 실용화가 가능한 LED 광원을 이용하여 PPF 값으로 40~60 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (광원으로부터 거리 차이로 플러그 트레이상에 광도의 차이가 발생)로 처리한 결과, 적색 LED 또는 적색 2 + 청색 1의 혼합광 처리에서

건묘를 생산할 수 있을 것으로 생각되었다. 그러나 폐쇄형 육묘에 있어서 LED 광원을 이용할 경우에 광원의 밝기, 육묘기간, 이에 따른 육묘관리 기술 등 전체적인 육묘방법과 연계하여 검토할 필요가 있고, 정식후의 생장반응에 있어서도 일반적인 재배방법을 적용한 검토가 요구된다.

이상의 결과로부터 토마토와 오이의 육묘기간에 LED 및 형광등의 광원을 조사하여 정식 후 묘소질에 미치는 영향을 고려해 볼 때 적색 LED 또는 적색 2 + 청색 1의 혼합광 LED가 폐쇄형 육묘시설에 실용적으로 이용될 수 있는 광원으로 판단되었다.

## 적 요

폐쇄형 육묘시설 내에서 균일한 품질의 플러그묘를 주년으로 생산함에 있어서 LED 광원의 이용 가능성을 검토하기 위하여, 토마토와 오이의 육묘기간 동안에 광원을 달리하여 묘소질을 비교하였다. 적색, 청색, 혼합(적색 2 + 청색 1) LED 및 형광등을 40~60 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 광도(PPF)를 조사하여 30일간 온도조절이 가능한 폐쇄형 육묘시스템에서 육묘하였다. 토마토와 오이 모두 형광등에 비해 적색 LED와 혼합 LED 처리에서 배측의 신장이 작으면서 튼튼한 묘를 생산할 수 있었다. 토마토와 오이의 생체중은 적색 LED에서 가장 무거웠는데 형광등에 비하여 각각 74% 증가하였다. 토마토의 1화방 착과절위에서는 처리간에 차이가 없었으나, 2화방의 착과절위는 혼합광 처리에서 낮았다. 화방별 착화수는 처리간에 차이가 없었다. 오이의 20절

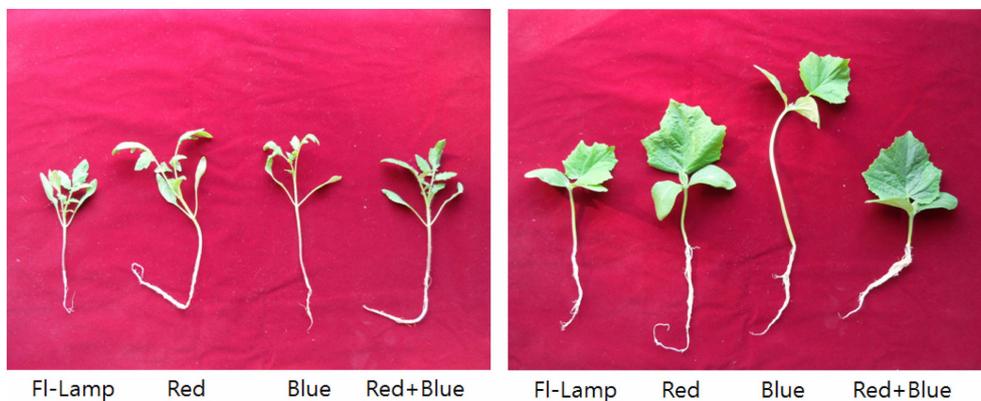


Fig. 2. Growth characteristics of tomato and cucumber seedlings under different light sources in closed nursery system.

까지의 암꽃 착생률은 적색 LED 처리에서 52%로 가장 높았고, 다음이 혼합광 처리로서 44%였다. 과실 착과수와 수량은 처리간에 차이가 없었다. 이상의 결과로부터 폐쇄형 육묘시설 내에서 토마토와 오이의 묘생산에는 적색 및 적색 2+ 청색 1의 혼합 LED가 이용 가능성이 높은 것으로 판단하였다.

주제어 : 광질, 오이, 토마토, 폐쇄형 식물공장, 플러그묘, LED

### 인 용 문 헌

1. Brazaityte, A., P. Duchovskis, A. Urbonaviciute, G. Samuoliene, J. Jankauskiene, A. Kasiuleviciute-bonakere, Z. Bliznikas, A. Novickovas, K. Breive, and A. Zukauskas. 2009a. The effect of light-emitting diodes lighting on cucumber transplants and after-effect on yield. *Zemdirbyste-Agriculture* 96(3):102-118.
2. Brazaityte, A., P. Duchovskis, A. Urbonaviciute, G. Samuoliene, J. Jankauskiene, V. Kazenas, A. Kasiuleviciute-Bonakere, Z. Bliznikas, A. Novickovas, K. Breive, and A. Zukauskas. 2009b. After-effect of light-emitting diodes lighting on tomato growth and yield in greenhouse. *Sodininkyste ir Darzininkyste* 28(1):115-125.
3. Choi, Y.H., C.K. Ahn, J.S. Kang, B.G. Son, I.S. Choi, Y.C. Kim, Y.G. Lee, K.K. Kim, and K.W. Son. 2003. Growth, Photomorphogenesis, and photosynthesis of perilla grown under red, Blue light emitting diodes and light intensities. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44(3):281-286.
4. Choi, Y.H. 2003. Effect of red, Blue and far-red LEDs for night break on growth, flowering, and photosynthetic rate in *Perilla ocyroides*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44(4):442-446.
5. Fujiwara, K., Y. Kimura, and K. Kurata. 2003. Effect on the quality of grafted tomato plug seedlings of Blue-light PPF percentage during red and Blue LEDs low light irradiation storage. *Environ. Cont. Biol.* 41(4): 361-368.
6. Glowack, B. 2004. The effect of Blue light on the height and habit of the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) transplant. *Folia Horticulturae* 16(2):3-10.
7. Hogewoning, S.W., G. Trowborst, G.J. Engbers, J. Harbinson, W. van Ieperen, J. Ruijsch, and O. van Kooten. 2007. Plants physiological acclimation to irradiation by light-emitting diodes (LEDs). *Acta Hort.* 761:183-191.
8. Kaneko-Ohashi, K., K. Fujiwara, Y. Kimura, R. Matsuda, and K. Kurata. 2004. Effects of red and Blue LEDs low light irradiation during low temperature storage on growth, ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase content, chlorophyll content and carbohydrate content of grafted tomato plug seedlings. *Environ. control in Biol.* 42(1):65-73.
9. Kim, I.S., C. Zhang, H.M. Kang, and B. Mackay. 2008. Control of stretching of cucumber and tomato plug seedlings using supplemental light. *Hort. Environ. Bio.* 49(5):287-292.
10. Kim, Y.H., C.S. Kim, J.W. Lee, and S.G. Lee. 2001. Effect of vapor pressure deficit on the evapotranspiration rate and graft-taking of grafted seedlings population under artificial lighting. *Journal of Bio-Environment Control.* 10:232-236.
11. Kim, Y.H. and H.S. Park. 2001. Evapotranspiration rate of grafted seedlings affected by relative humidity and photosynthetic photon flux under artificial lighting. *J. of the Korean Society for Agricultural Machinery.* 26: 379-384.
12. Kozai, T. 2007. Propagation, grafting and transplant production in closed systems with artificial lighting for commercialization in Japan. *Propagation of Ornamental Plants* 7(3):145-149.
13. Kozai, T., F. Afreeen, and S.M.A. Zobayed (eds.) 2005. Photoautotrophic (sugar-free medium) micropropagation as a new micropropagation and transplant production system. Springer. Dordrecht, The Netherlands, pp. 1-315.
14. Kwon, J.K., J.C. Park, J.H. Lee, D.K. Park, and J.H. Chol. 2003a. Effect of UV-B irradiation on overgrowth retardation of plug-grown fruit vegetable transplants. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44(4):458-463.
15. Kwon, J.K., J.C. Park, J.H. Lee, D.K. Park, Y.H. Choi, and M.A. Cho. 2003b. Physiological changes and antioxidant enzyme activities of fruit vegetable plug transplants irradiated with different UV-B intensities. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44(4):464-469.
16. Tadahisa, H., S. Hideo, H. Hiroshi, S. Teruaki, and T. Masuyuki. 2004. Characteristics of light and heat conditions of a chamber with prism light guides and electrodeless discharge lamps and its effect on growth of tomato and cucumber seedlings. *Yasai Chagyo Kenkyujo Kenkyu Hokoku* 3:109-118.
17. Wang, Y., Q. Zhao, W. Li, and H. Nie. 1988. Influence of fluorescent lamp with different light quality on seedling growth of cucumber and tomato. *Acta Horticulturae Sinica (China)* 15(3):180-184.