

## Research Report

## 겨울철 약광기 파프리카의 생육 및 생산성에 대한 고압나트륨 및 Lighting Emitting Plasma 램프의 보광 효과

이종원<sup>1</sup>, 김호철<sup>2</sup>, 정평화<sup>2</sup>, 구양규<sup>2</sup>, 배종향<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 농업과학기술연구소

<sup>2</sup>원광대학교 원예학과

## Effects of Supplemental Lighting of High Pressure Sodium and Lighting Emitting Plasma on Growth and Productivity of Paprika during Low Radiation Period of Winter Season

Jong-Won Lee<sup>1</sup>, Ho Cheol Kim<sup>2</sup>, Pyeong Hwa Jeong<sup>2</sup>, Yang-Gyu Ku<sup>2</sup>, and Jong Hyang Bae<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>2</sup>Department of Horticultural Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

**Abstract:** This research was carried out to investigate the effect of supplemental lighting on stable productivity of paprika (*Capsicum annuum* L.) during low radiation period of winter season. The supplemental lighting sources used in this research were high pressure sodium (HPS) and lighting emitting plasma (LEP). Photosynthetic photon flux density (PPFD) emitted from both lamps decreased as vertical distance from lamp increased. The PPFD of LEP lamps were twice more than that of the HPS lamp per unit distance, but the rate of decreased PPFD of the LEP per unit distance was higher than that of HPS lamp. And different degrees of PPFD between HPS and LEP lamps by horizontal distance had a smaller degree of difference than by vertical distance at the 100 cm away point. As daily average PPFD measured at the top of the plant under the supplemental lighting during January, the supplemental lighting significantly increased radiation. Radiation of HPS and LEP lighting was 137% and 315% higher than control (without supplemental lighting = sunlight). Air temperature in the top of the plant was not significant different among treatments. HPS and LEP lighting had no effect on increase of flower settings. Leaf length and width with LEP lighting was the longest, photosynthetic was higher than those of other treatments. Supplemental lighting treatments significant increased fruit length and diameter. Especially LEP lighting treatment had a greater effect on fruit length and diameter. In conclusion, LEP lighting treatment during low radiation period greatly affected growth and production of paprika. Further research will be required for the suitable application of LEP lighting in paprika production.

**Additional key words:** *Capsicum annuum* L., lighting sources, photosynthetic photon flux density

### 서 언

국내 파프리카는 고부가가치 농산물로 지난 10여 년 동안 재배 면적 및 생산량이 꾸준히 증가해 왔으며, 수출과 더불어 내수 시장에서도 소비가 증가되고 있다(KATI, 2013). 파프리카는 비교적 광요구도가 낮은 작물로 알려져 있지만

동계작형에서 겨울철과 같이 광량이 적고, 흐린 날이 많은 경우에는 착과 후 수확 일수가 길어지고 착과율도 저하되며 기형과 발생률이 높아진다. 특히, 연중 사계절이 뚜렷한 우리나라에서는 10월 이후 일조시간이 급격히 짧아지면서 광량이 부족해짐에 따라 착과율이 저하되어 결국은 생산성이 저하된다(Jeong et al., 2009). 네덜란드에서는 저일조 및

\*Corresponding author: bae@wku.ac.kr

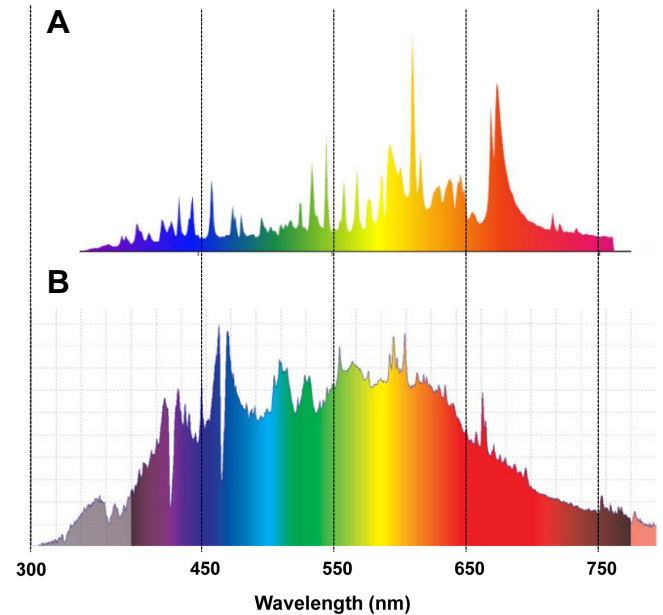
※ Received 20 February 2014; Revised 26 March 2014; Accepted 2 April 2014. 이 논문은 2012년도 원광대학교 교내연구비 지원에 의해 수행된 것임.

저광 기간 동안 외부 광 환경 조건을 고려한 고압나트륨등의 보광을 통해 파프리카, 오이, 토마토 등 주요 과채류의 생산성을 유지 및 증가시키고 있다(Dorais, 2003; Hao and Paadopoulos, 1999). 국내에서도 시설 재배에 있어 광량의 부족을 보충하기 위한 인공광원의 활용법에 대한 연구들이 많이 진행되었다. 작물 재배용 인공광원으로는 형광등(fluorescent lamp, FL), 메탈헬라이드(metal halide lamp, MH), 수은등(mercury lamp, MC), 할로겐 램프(halogen lamp, HL), 백열등(incandescent lamp, IL), 고압나트륨등(high pressure sodium lamp, HPS) 등 다양한 광원들에 대한 연구가 진행되었다. 그러나 이러한 광원들은 적색 및 청색의 비율이 적어 광 이용률이 낮고, 일부 광원별로 열의 방출이 많아 작물에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Han, 2012). 또한 파프리카를 대상으로 한 일부 연구에서 LED의 효과가 발표되고는(An et al., 2011; Han, 2012; Kwan et al., 2011) 있으나 시설 환경의 다양성으로 인한 보광효과가 희석되거나 설치 비용이 높아 현장 실용화가 거의 이루어지지 않고 있다. 최근 유럽의 농산업 분야에서는 자연광에 가장 근접한 파장을 방출하는 것으로 알려져 있는 플라즈마 광원 중 lighting emitting plasma(LEP) 램프가 부각되고 있다. LED와 마찬가지로 LEP도 다른 산업 분야에서 이미 상용화되고 있으며 최근 농업 분야에 적극적으로 활용하기 위한 연구들이 이루어지고 있다. 하지만 산호초 수경재배(Wijgerde et al., 2012)에서 일부 연구되었고 판매 업체들의 많은 마케팅이 이루어지고 있으나 학계를 통해 파프리카에 활용한 예를 찾기 어렵다. 우리나라와 같이 겨울철 약광기 파프리카의 생산성 저하를 해결하기 위해서는 다양한 광원에 대한 활용 연구가 필요하다.

이에 본 연구는 겨울철 약광기 파프리카의 안정적 생산을 위한 기초 자료를 마련하고자 파프리카의 생육 및 생산성에 대한 HPS 및 LEP 램프의 보광 처리 효과를 알아보려고 수행하였다.

## 재료 및 방법

본 연구는 2012년 10월 9일에 전북 김제에 위치한 유리 온실(벤로형)에 두 종류의 인공광원을 설치한 후 보광에 따른 파프리카의 생육 및 착과 특성을 조사하였다. 재배 품종은 ‘스페셜(Red, Deruiter, NL)’로 2012년 8월 12일에 정식되어 농가 재배 매뉴얼에 따라 관리하였다. 시험에 사용된 인공광원은 HPS와 LEP 램프로 각각의 사양은 Table 1, 광 파장 특성은 Fig. 1과 같다. 2012년 10월 9일에 온실 높이 3.5m, 램프간 간격을 4m로 하여 인공광원을 각각 3개씩 설치하였다(Fig. 2). 인공광원 설치 후 광센서가 부착되어 제작된 간이용 환경 제어시스템을 이용하여 낮 동안에 온실 내부로 유입되는 광량이 300W·m<sup>2</sup> 기준으로 낮을 시 점등, 이



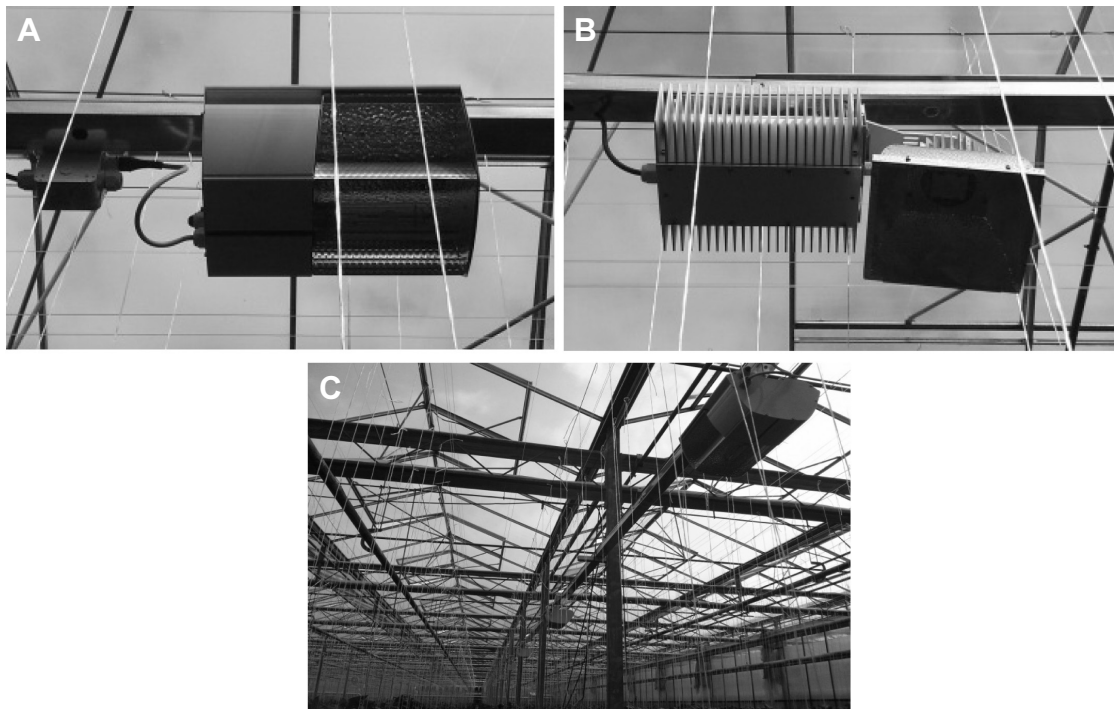
**Fig. 1.** Range of wavelength of high pressure sodium (HPS) and lighting emitting plasma (LEP) lamp supplied for this research. Sources: HPS, www.hortilux.com; LEP, www.gavita-holland.com.

**Table 1.** Specifications of high pressure sodium (HPS) and lighting emitting plasma (LEP) lamps used in this research.

Lighting source	Specifications <sup>z</sup>				Manufacturer / country
	Model	Watt	Energy consumption (Ampere / 230 volt)	Color rendition index (CRI) <sup>y</sup>	
HPS	HSE Daylight	315	1.5	> 90	HORTILUX SCHREDER, Netherlands
LEP	Gavita-Pro 300	300	1.3	94	GAVITA, Netherlands

<sup>z</sup>Source of lighting specifications: HPS, www.hortilux.com; LEP, www.gavita-holland.com.

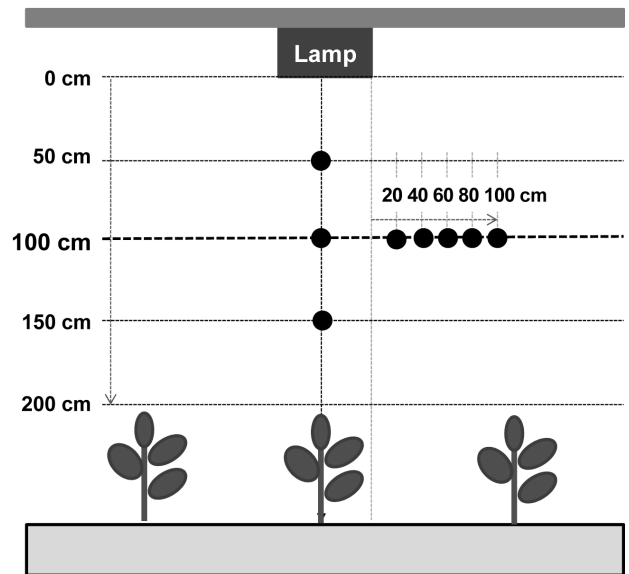
<sup>y</sup>Index compared with CRI (= 100 index) of sunlight.



**Fig. 2.** Photos of high pressure sodium (HPS, A) and lighting emitting plasma (LEP, B) lamps supplied for this research, and two lamps set in green house (C).

상일 시 소등되도록 제어하였다.

인공광원 보광 처리 시 식물체와 램프 간 거리, 램프의 조사 각도에 따른 유효 광량( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )을 알아보고자 외부 광이 전혀 없는 야간에 온실 내에 설치된 램프에서 수직 아래로 근접, 50cm, 100cm, 150cm 및 200cm, 그리고 100cm 지점에서 수평으로 20cm, 60cm, 80cm 및 100cm 떨어진 위치에서(Fig. 3) 광센서( $400\text{nm}\text{-}700\text{nm}$ ,  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )가 부착된 식물성장모니터링시스템(PM-11, Daletown company Ltd., Republic of Moldova)을 이용하여 위치별로 5회 측정하여 평균한 후 추정식을 거듭제곱식으로 나타내어 변화 정도를 분석하였다. 그리고 재배 기간 동안 식물체의 정부에 식물성장모니터링시스템을 설치하여 보광 처리 12주-15주째인 2013년 1월의 광량, 온도를 5분 간격으로 측정하여 주간, 야간, 일평균으로 나타내었다. 파프리카 생육 특성은 각 램프마다 6주씩(총 18주) 선택한 후 각 식물체의 세 줄기 중 한 줄기를 선택하여 보광 처리 후 20주째인 2013년 2월 28일에 초장, 경경, 마디수, 엽장, 엽폭, 엽형지수, 엽록소함량(SPAD), 광합성률, 착화수, 과실특성을 조사하였다. 엽의 특성은 식물체 및 줄기의 정부로부터 아래 5번째 엽부터 3개 성엽을 선택한 후 30cm 자를 이용하여 엽장과 엽폭을 측정하고 엽장/엽폭으로 엽형지수를 구하였다. 그리고 동일



**Fig. 3.** Measurement position (●) of photosynthetic photon flux density (PPFD) by distance from lamps. HPS, high pressure sodium; LEP, lighting emitting plasma. Mean  $\pm$  SD (n = 5).

위치 엽의 광합성률은 2013년 1월 21일, 2월 4일, 2월 18일에 광합성측정기(Li-6400, Li-cor, USA)를 이용하여 조사 일마다 광원별로 3반복 측정하여 평균하였다. 착화수는 인

공광원별로 5주를 선택하여 일주일 간격으로 조사하였는데, 낙화된 흔적, 착색된 꽃, 착색된 과실을 모두 포함하였다. 착과수는 농가의 일괄 적과작업으로 인하여 자료로 제시하지 않았다. 성숙과 특성은 2012년 12월 3일, 2013년 1월 7일 및 2월 6일에 광원별로 선택된 18주를 대상으로 90% 이상 착색된 성숙과를 수확하여 과실의 생체중, 건물중, 과고, 과폭, 과육두께를 조사하였다. 수확량은 3회 수확된 모든 과실의 생체중을 모두 합한 후 주당 수확량으로 나타내었다.

통계분석은 SPSS 11.0 버전을 이용하여 95% 신뢰 수준에서 Duncan의 다중 검정하였다.

### 결과 및 고찰

온실에 고정 설치된 인공광원 램프와의 거리에 따른 광량 차밀도(PPFD)를 측정하였다(Fig. 4). 램프로부터 수직으로

50cm, 100cm, 150cm 및 200cm 떨어진 지점의 유효광량은 HPS 램프에서 각각 138.5, 64.8, 40.5 및 27.7 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 으로 나타났다. 그리고 LEP 램프에서는 각각 318.8, 97.2, 56.5 및 35.2 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 나타났다. 이에 따라 램프로부터 수직으로 떨어진 거리별로 방출되는 유효 광량은 HPS 램프에 비해 LEP 램프에서 1.3-2.5배 정도 많았다. 또한 램프로부터 수직으로 100cm 떨어진 지점을 기준으로 수평으로 20cm, 40cm, 60cm, 80cm 및 100cm 떨어진 지점의 유효광량은 HPS 램프에서 각 지점마다 57.0, 49.8, 41.5, 40.5 및 28.7 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 나타났다. LEP 램프에서는 각 지점마다 71.3, 57.2, 44.7, 42.2 및 39.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 나타났다. 램프로부터의 거리에 따른 유효 광량의 변화를 살펴본 결과, 수직 거리에 따라서는 HPS 램프보다 LEP 램프에서 거리가 증가함에 따라 유효광량의 감소 속도가 매우 빨랐다. 특히, 50cm 지점으로부터 100cm 지점에서 그 감소량이 LEP 램프에서 아주 컸다. 이는 파프리카가 재배되고 있는 측고가 6m인 신형 벤토형 유리온실인 경우 초장이 짧은 정식 초기에는 본 사양의 램프 효율성이 낮을 것으로 생각된다. 그리고 파프리카의 광포화점을 고려하면 온실 내부로 유입되는 태양광에 따라 그 효율성도 차이를 나타낼 것으로 생각된다. 따라서 인공광원의 효율성을 높이기 위해서는 재배 시기, 대상 작물의 생장(초장) 또는 램프의 모델 및 설치 높이 등이 신중히 고려되어야 할 것이다. 특히, 천장 높이가 높은 온실이나 초장이 긴 과채류 작물의 동계작형에서 본 HPS와 LEP 램프 사양의 보광 효율을 높이기 위해서는 작물 생장(초장) 속도를 고려하여 이동 가능한 시스템이 필요하고, 또한 작물의 광포화점을 고려하여 온실 내 유입되는 광량과 작물과의 거리에 따른 광량의 총량을 검토하여 적용해야 할 것으로 생각된다. Lee(2012)도 형광등(FL)은 다양한 장점이 있지만 LED를 포함한 다른 광원에 비해 3m 이상 떨어지게 되면 광도가 약해지는 단점이 있다고 하였다. 또한 Han(2012)은 광원과 광도를 선택함에 있어 작물의 생리 및 성장 반응을 고려해야 한다고 하였다.

시험 기간 중 인공광원 보광 처리 12주 후부터 15주까지 (2013년 1월 동안) 파프리카 정단부의 평균 PPFD 및 온도를 조사하였다(Table 2). 주간 평균 PPFD는 온실 내부로 유입되는 태양광만을 받는 무처리구에서 평균 171.3 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이었고, HPS 보광 처리구에서는 무처리구 대비 137%인 평균 235.7 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , LEP 보광 처리구에서는 315%인 평균 539.3 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이었다. 식물체 정단부 온도는 보광처리가 주간 및 일평균 온도를 다소 상승시켰으나 뚜렷한 차이

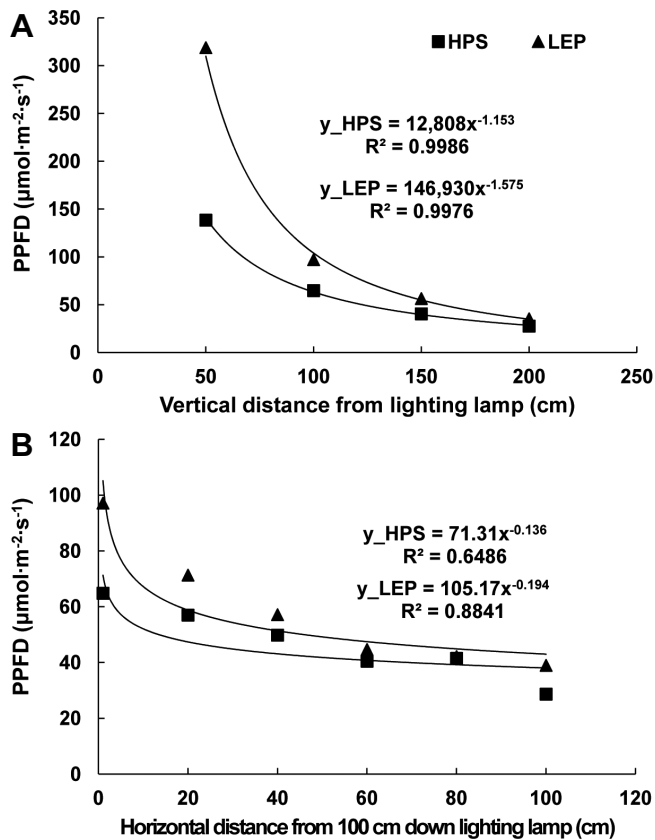


Fig. 4. Effect of vertical (A) and horizontal distance (B) from lamp on PPFD emitted from two lamps. Control, sunlight; HPS, high pressure sodium; LEP, lighting emitting plasma. Bars show standard deviation.

를 나타내지 않았다. 이는 온실의 부피(체적)와 다습 조건에 따라 본 사양의 인공광원 보광이 온실 내부의 온·습도 환경에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다.

인공광원의 보광 처리 20주 후 파프리카의 생육 특성을 조사한 결과(Table 3), 초장은 무처리구의 223.1cm에 비해 HPS 보광 처리구에서는 249.4cm, LEP 보광 처리구에서는 244.2cm로 통계적으로 유의하게 길었다. 경경과 마디수는 유의한 차이를 나타내지 않았고, 식물체당 착화수는 인공광원 보광 처리구들에서 다소 많은 경향을 나타내었다. Han (2012)은 파프리카의 줄기 신장량에는 적색 LED 보광이 촉진적으로, 청색 LED 보광이 억제적으로 작용한다고 하였는데, 이를 고려하면 보광에 따른 적색 파장량의 증가가 뚜렷한 것으로 생각된다.

인공광원의 보광 처리에 따른 파프리카의 엽 생육 특성을 조사한 결과(Table 4), 엽장은 무처리구보다 보광 처리구들에서 긴 경향을 나타내었는데, LEP 보광 처리구에서 평균 23.5cm로 가장 길었고 무처리구와 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 엽폭은 LEP 보광 처리구에서 평균 12.6cm로 다른 처리구보다 통계적으로 유의하게 길었다. 엽장과 엽폭을 고려하면 엽면적은 LEP 보광 처리구에서 가장 넓을 것으로 생각된다(자료 미제시). 엽형지수는 무처리구보다 보광 처리구들에서 높아 더 긴 형태를 나타내었다. 엽록소 함량(SPAD)은 처리들구 간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 기존 연구 결과를 고려하면 LEP 램프에서 발산되는 적색 파장대 에너지량이 HPS 램프보다 많을 것으로 생각된다. Han(2012)은 파프리카 재배 시 LED 보광을 하였

**Table 2.** Photosynthetic photon flux density (PPFD) and air temperature around the top of paprika plant under different supplemental lighting source during January 2013.

Lighting source <sup>z</sup>	PPFD ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )		Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )	
	Day time	Day time	Night time	Daily
Control	171.3 $\pm$ 21.6 <sup>y</sup>	20.8 $\pm$ 2.4	14.7 $\pm$ 0.9	16.4 $\pm$ 0.8
HPS	235.7 $\pm$ 82.7	22.7 $\pm$ 2.7	14.9 $\pm$ 1.0	17.1 $\pm$ 1.1
LEP	539.3 $\pm$ 77.2	21.2 $\pm$ 2.4	14.7 $\pm$ 1.0	17.0 $\pm$ 1.0

<sup>z</sup>Control, sunlight; HPS, high pressure sodium; LEP, lighting emitting plasma.

<sup>y</sup>Mean  $\pm$  SD.

**Table 3.** Plant height, stem diameter, and number of node per paprika plant grown under different supplemental lighting source from November 2012 to February 2013 after planting at August 12, 2012.

Lighting source <sup>z</sup>	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of node (ea/stem)	No. of setting flower (ea/plant)
Control	223.1 b <sup>y</sup>	19.6 a	43.5 a	235.4 a
HPS	249.4 a	19.6 a	45.1 a	248.0 a
LEP	244.2 a	20.3 a	45.3 a	243.0 a

<sup>z</sup>Control, sunlight; HPS, high pressure sodium; LEP, lighting emitting plasma.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 4.** Leaf length, width, shape index, and chlorophyll contents of paprika plant grown under different supplemental lighting source.

Lighting source <sup>z</sup>	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf shape index	Chlorophyll contents (SPAD)
Control	22.3 b <sup>y</sup>	12.1 b	1.84 b	56.6 a
HPS	22.8 ab	12.0 b	1.90 a	55.0 a
LEP	23.5 a	12.6 a	1.87 a	56.9 a

<sup>z</sup>Control, sunlight; HPS, high pressure sodium; LEP, lighting emitting plasma.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

을 때 적색 LED 처리에서 엽장 및 엽폭이 가장 길어 엽면적이 가장 넓었으나 청색 LED 처리에서는 무처리보다 더 낮았다고 하였다. 그리고 Choi et al.(2003)도 들깨에 LED 처리 시 적색 LED 처리에서 청색 LED 처리보다 넓었다고 하였다.

시험 기간 동안 3회에 걸쳐 인공광원의 보광 처리에 따른 파프리카의 광합성률을 조사한 결과(Fig. 5), LEP 보광 처리구에서 다른 처리구에 비해 통계적으로 유의하게 높았으나, HPS 보광 처리구는 무처리구와 차이를 나타내지 않았다. 일반적으로 적색 파장대를 흡수하는 엽록소 a와 청색 파장대를 흡수하는 엽록소 b가 3:1로 존재하는 것을 고려하면 LEP 램프에서 방출되는 적색 파장대가 HPS 램프보다 많았을 것으로 생각된다.

인공광원의 보광 처리에 따른 파프리카의 과실 특성을 조사한 결과(Table 5), 생체중은 무처리구에 비해 보광 처리구들에서 통계적으로 유의하게 무거웠다. 특히, HPS 보광 처리구에서 213.4g으로 가장 무거웠다. 건물중은 LEP 보광 처

리구에서 17.1g으로 다른 처리구들에 비해 유의하게 무거웠다. 과장도 LEP 보광 처리구에서 가장 길었고, 과폭은 무처리구에 비해 보광 처리구들에서 유의하게 길었다. 과형지수는 HPS 보광 처리구에서 1.0으로 정사각형을 나타내었고, 다른 처리구들에서는 1.1로 약간 긴 형태를 나타내었다. 과육두께는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나 무처리구에서 두꺼운 경향이였다. 적색광은 식물 광합성, 청색광은 형태적으로 건전한 성장에 관여하는 것으로 보고되었는데(Han, 2012), 이로 보아 건물중이 가장 무거운 LEP 보광 처리구에서 적색 파장의 영향을 가장 많이 받은 것으로 생각된다.

시험 기간 동안 인공광원의 보광 처리에 따른 파프리카의 주당 수확과수를 조사한 결과(Fig. 6), 1회째는 인공광원 보광 처리구들에서 무처리구에 비해 대략 2배 정도 많았다. 그러나 한 달 후인 2회째에는 1회째와는 반대의 경향을 나

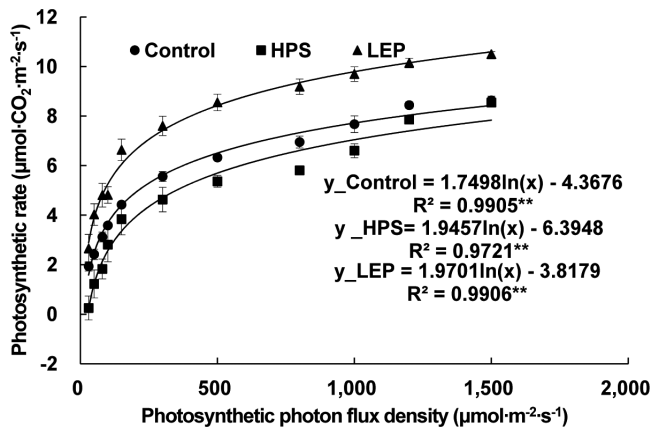


Fig. 5. Photosynthetic rate of paprika plant grown under different supplemental lighting source. Control, sunlight; HPS, high pressure sodium; LEP, lighting emitting plasma. Bars show standard error.

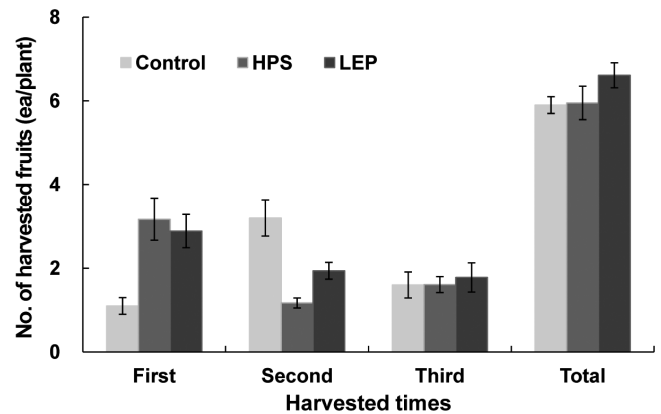


Fig. 6. Fruit yield of paprika plant grown under different supplemental lighting source from November 2012 to February 2013 after planting at August 12, 2012. Harvested date: first times, December 6th in 2012; second times, January 7th in 2013; third times, February 6th in 2013. Control, sunlight; HPS, high pressure sodium; LEP, lighting emitting plasma. Bars show standard error.

Table 5. Fruit characteristics of paprika plant grown under different supplemental lighting source from November 2012 to February 2013 after planting at August 12, 2012.

Lighting source <sup>z</sup>	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Fruit shape index	Flesh thickness (mm)
Control	187.6 c <sup>y</sup>	16.5 b	86.7 b	82.8 b	1.1 a	7.1 a
HPS	213.4 a	16.2 b	86.5 b	84.1 a	1.0 a	6.8 a
LEP	205.9 b	17.1 a	88.8 a	84.6 a	1.1 a	6.8 a

<sup>z</sup>Control, sunlight; HPS, high pressure sodium; LEP, lighting emitting plasma.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

타내었다. 3회째 수확과수는 모든 처리구에서 비슷한 수준이었다. 시험 기간 동안 주당 총 수확과수는 LEP 보광 처리구에서 가장 많았고, HPS 보광 처리구와 무처리구 간에는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 생체중을 고려하면(Table 5), HPS 보광 처리구보다 LEP 보광 처리구에서 수량이 많을 것으로 생각된다. 우리나라에서는 10월 상순 이후 광량 부족에 따라 파프리카의 안정적 착과가 이루어지지 않아 1-2월의 동계 수확량이 다른 시기에 비해 크게 감소하고 있다. 본 연구에 활용된 LEP 광원은 이러한 문제를 다소 해결할 수 있는 가능성을 보여주었다. 이에 따라 차후 과채류 재배에 있어 LEP 광원의 적합한 활용 방법에 대한 추가 연구가 필요해 보인다.

## 초 록

본 연구는 겨울철 약광기 파프리카의 안정적 생산을 위한 보광 효과를 구명하고자 수행하였다. 보광 램프로는 고압나트륨(high pressure sodium, HPS)과 Lighting Emitting Plasma (LEP)를 이용하였다. 두 광원 램프로부터 수직으로 떨어진 거리가 증가함에 따라 광량속밀도(PPFD)는 감소하였다. 동일 거리별 PPFD는 LEP 램프에서 HPS 램프보다 2배 정도 높았지만, 거리 증가에 따른 감소율은 HPS 램프에 비해 LEP 램프에서 상당히 높았다. 수직 거리 100cm 지점에서 횡으로의 거리에 따른 두 광원 간 PPFD 차이는 수직 거리에 따른 차이보다 적었다. 1월 동안 보광 처리에 따른 식물체 정단부의 PPFD 측정 결과, 무처리구에 비해 HPS 보광 처리구에서는 137%, LEP 보광 처리구에서는 315%로 보광에 따른 유효 광량은 뚜렷하게 증가하였다. 그러나 식물체 정단부의 온도는 큰 차이를 나타내지 않았다. 보광 처리 20주째 까지 파프리카의 착화를 증가시키는 데에 효과가 나타나지 않았다. 엽장과 엽폭은 LEP 처리구에서 가장 길었고 광합성률도 가장 높았다. 수확과실의 무게는 무처리구에 비해 보광 처리구들에서 무거웠고, LEP 보광 처리는 과장과 과고를 증가시키는 데에 효과를 나타내었다. 3회에 걸쳐 수확된 과실수는 HPS 보광 처리구나 무처리구에 비해 LEP 보광 처리구에서 많았다. 따라서 겨울철 약광기 파프리카의 생육 및 생산성을 증대시키는 데에는 LEP 광원을 이용한 보광 효과가 인정되나, 차후 현장에 적합한 LEP 광원의 활용 방법에

대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

**추가 주요어 :** 파프리카, 광원, 광량속밀도

## 인용문헌

- An, C.G., Y.H. Hyeon, H.S. Yoon, J.U. An, Y.H. Chang, G.M. Shon, and C.W. Rho. 2011. Effect of LED (light emitting diodes) irradiation on fruiting of paprika. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29(Suppl. I):70. (Abstr.)
- Choi, Y.W. 2003. Effect of red, blue, and far-red LEDs for night break on growth, flowering, and photosynthetic rate in *Perilla ocymoides*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:442-446.
- Dorais, M. 2003. The use of supplemental lighting for vegetable crop production: Light intensity, crop response, nutrition, crop management, cultural practices. Can. Greenhouse Conference, October 9, 2003. p. 1-8.
- Han, S.J. 2012. Effect of supplemental LED lighting on growth, yield and fruit components of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Ph.D Diss., Chonbuk Natl. Univ., Jeonju, Korea.
- Hao, X. and A.P. Papadopoulos. 1999. Effects of supplemental lighting and cover materials on growth, photosynthesis, biomass partitioning, early yield and quality of greenhouse cucumber. Sci. Hort. 80:1-18.
- Jeong, W.J., D.J. Myung, and J.H. Lee. 2009. Comparison of climatic conditions of sweet pepper's greenhouse between Korea and the Netherlands. J. Bio. Environ. Con. 18:244-252.
- Korea Agricultural Trade Information (KATI). 2013. The state of paprika industry in Korea. Korea Agro-Fisheries Trade Corporation, Seoul, Korea.
- Kwon, J.H., J.S. Park, Y.I. Kang, and H.G. Choi. 2011. Effect of LED light source and intensity on growth and quality of greenhouse grown tomato. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29 (Suppl. II):74. (Abstr.)
- Lee, M.S. 2012. Effects of various artificial light sources on growth and flowering in *Begonia xhiemalis* and *Pelargonium crispum*. Master's thesis, Yeungnam Univ., Gyeongsan, Korea.
- Wijgerde, T., H. Peter, and R. Osinga. 2012. Effects of irradiance and light spectrum on growth of the *scleractinian* coral *Galaxea fascicularis* - Applicability of LEP and LED lighting to coral aquaculture. Aquaculture 344-349:188-193.