

LED 광질이 관엽식물의 기능성 최적화에 미치는 영향

김명선 · 채수천* · 안승원 · 최원춘 · 이명원 · 이국한 · 류효명

공주대학교 산업과학대학 원예학과

(2012년 4월 9일 접수; 2012년 4월 24일 수정; 2012년 5월 18일 채택)

Effect of LED Light Quality Treatment on the Functional Optimization of Foliage Plant

Myung-Seon Kim, Soo-cheon Chae*, Seung-Won Ann, Won-Chun Choi,
Myung-Won Lee, Kook-Han Lee, Xiao-Ming Liu

Department of Horticultural, College of Industrial Science, Kongju National University, Chungnam 340-802, Korea
(Manuscript received 9 April, 2012; revised 24 April, 2012; accepted 18 May, 2012)

Abstract

White light and compound light were found to be the ideal light sources for improving the functionality and ornamental value of indoor plants and reducing the cost of maintenance, but because compound light hinders people from recognizing the original color of plants and makes their eyes easily tired, white light was considered the optimal light satisfying all of the ornamental value, economic efficiency and functionality resulting from plant growth. On the other hand, in the results of examining physiological changes before and after treatment on fine dust PM10 and carbon dioxide removal capacity in a closed chamber under an artificial light source, the patterns of carbon dioxide and fine dust removal were similar among the treatment groups according to light condition, but according to plant type, the removal rate per unit leaf area was highest in *Spathiphyllum* and lowest in *Dieffenbachia*. In the experiment on dust and carbon dioxide removal, the photosynthetic rate was over 2 times higher after the treatment, and the rate increased particularly markedly under compound light and white light, suggesting that the photosynthetic rate of plants increases differently according to light quality. These results show that light quality has a significant effect on the photosynthetic rate of plants, and suggests that plants with a high photosynthetic rate also have a high carbon dioxide and dust removal capacity. In conclusion, the photosynthetic rate of foliage plants increased under white and blue light that affect photosynthesis and the increased photosynthetic rate reduced carbon dioxide and fine dust, and therefore white and compound light were found to be the optimal light sources most functional and economically efficient in improving ornamental value and indoor air quality.

Key Words : Air circulation, Photosynthesis, Indoor garden, PM10, Carbon dioxide

1. 서론

현대인이 활동하고 있는 각종 생활공간외 1인당 점

유면적은 점점 줄어들고 있으며, 그에 수반되어 삶의 질은 여러 가지 요인에 의해 제한되어 지고 있다. 반면 실내에 머무르는 시간은 길어져 하루 중 90% 이상을 실내에서 보내고 있다(Jenkins 등, 1992; Zhang과 Smith, 2003). 이러한 실내공간은 건축자재, 연소기구, 공조시스템 등의 인공 자재로 인하여 공기 질은 상대적으로 매우 악화되어가고 있으며, 이같이 오염된

*Corresponding author : Soo-cheon Chae, Department of Horticultural, College of Industrial Science, Kongju National University, Chungnam 340-802, Korea
Phone: +82-41-330-1223
E-mail: scchae@kongju.ac.kr

실내공기는 재실자의 건강에 큰 위협을 주고 있어 건물증후군(Sick building syndrome), 새집증후군(Sick house syndrome)과 같은 새로운 질병이 발생할 만큼 실내공기 오염문제가 심각한 실정이다. 이로 인해 매년 경제적, 신체적, 정신적 손실이 급증됨에 따라 일반인들도 실내 공기 질에 대한 관심이 높아지고 있다 (Burge 등, 1987; Mendell과 Smith, 1990; Carpenter, 1998; Sim 등, 2006). 한편 이러한 문제를 극복하기 위한 노력으로 실내 공기 질 개선을 위한 대안들이 제시되고 있는데, 그중 인공적인 공조시설에 의한 실내오염원의 정화장치는 공조시스템의 구입과 운용비용 등의 경제적 부담 문제점을 가지고 있으며, 또한 제한된 실내 공간 내에서 인공적인 설비를 통하여 오염된 공기가 다시 역 유입되는 위험성도 안고 있다. 이러한 시점에서 최근 각종 실내 오염물질에 대하여 식물을 이용한 공기정화 효과가 입증되면서 실내식물의 새로운 이용 가치와 패러다임이 재인식되고 있다(Woleverton 등, 1989).

식물은 생육을 위해 잎의 기공에서 수분과 광합성 작용시 생성되는 산소를 방출하며, 동시에 광합성에 필요한 이산화탄소를 흡수하는 대사 작용이 이루어지고 있다. 이때 이산화탄소와 더불어 각종 휘발성 유기화합물과 같은 대기오염 물질을 흡수하게 되며, 흡수된 물질의 일부는 식물체에 의해 다시 대사작용으로 분해되어 오염원을 제거하는 것으로 밝혀졌다 (Wolverton, 1996). 그러므로 환경적으로 안전하며, 이차적 오염을 일으키지 않는 생물학적 공기정화에 대한 연구가 절실히 요구되며, 그 최선의 대안으로 식물을 이용한 정화방법이 다양하게 연구되고(Woleverton 등, 1989; Lee, 2003; Yoon, 2006; Park 등, 2010; Song, 2010; Park, 2010)있으나, 실내 광 환경은 실외보다 광량과 보광시설 부족으로 인한 열악한 환경으로, 식물의 적극적인 실내 도입과 원활한 성장을 위해서는 식물 생육에 적합한 실내 환경조절과 그를 위한 적정 인공광의 도입과 개발이 요구되어지고 있다. 최근 발광 다이오드(Light Emitting Diode, 이하 LED)를 이용한 식물 재배 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

LED는 전기 에너지를 광 에너지로 변환시켜 주는 반도체 소자로서 식물의 실내 재배에 많은 가능성과 효율성이 있는 것으로 보고되고 있다. LED는 광합성

및 생장에 필요한 특정 광 파장역만을 가지고 있는 단색광으로 광 선택이 가능하며, 수명이 길고 점등에 소비되는 전력소모가 매우 적기 때문에 식물재배의 인공광원으로 적용할 수 있는 많은 장점을 가지고 있다 (Okamoto 등, 1976; Brown 등, 1995; Yanagi 등, 1996). 또한 금속을 사용하지 않아 환경 친화적이고, 경량이며 기존 인공조명과 달리 식물에 근접 조사가 가능하여 식물 생장에 이상적인 빛을 지속적으로 공급함으로써 실내재배가 가능한 장점을 가지고 있다 (Bula 등, 1991).

이와 같이 식물 생장에 효과적인 인공광원으로서 LED의 활용도가 많음에도 불구하고 LED를 이용한 실내식물의 연구사례는 아직 미흡한 실정이며, 또한 실내식물을 이용한 공기정화 연구에서 입자성 오염물질에 대한 식물체 정화효과에 대한 연구도 여전히 부족한 실정이다. 특히 광합성과 관련한 실내 공기정화능 연구에서 식물생장에 필요한 파장만을 선택적으로 조사한 연구사례는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 각각의 LED 광질이 식물 종에 따라 주요 식물 기능성으로 기대되는 입자성 오염물질 제거 효과를 구명하여 식물을 통한 환경 친화적인 생물학적 공기정화에 대한 실내식물의 기능성의 기초자료를 제시하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 식물재료

실험에 공시된 식물은 실내에서 가장 이용 빈도가 높은 관엽식물 중 초장 40 cm 이상의 인도고무나무(*Ficus elastica*), 스파티필럼(*Spathiphyllum* spp.), 쿠르시아(*Clusia rosea*), 디펜바키아(*Dieffenbachia maculate*)의 4종을 임의 선정하여 실험에 공시하였다. 공시된 식물은 경기도에 위치한 농가에서 일괄 구입하여 플라스틱 6호 화분에 옮겨 심었다. 이식용 배지는 피트모스(peatmoss), 질석(vermiculite), 펄라이트(perlite)를 혼합하여(1:1:1, v/v) 사용하였으며, 정식 후 공주대 유리온실에서 1개월간 순화시켰으며, LED광 환경하에서 다시 2주간 적응기간을 거친 후 본 실험에 이용하였다. 시비와 관수는 조제한 액비를 3일에 한 번씩 식물 크기에 따라 표층 관수하였다.

2.2. 처리방법

LED 광 처리와 식물 종류에 따른 분진 제거 능을 알아보기 위하여 식물 환경조절 생육상(DF-95G-1248M, 두리과학)에 stainless와 투명유리로 제작된 전체 부피 280 L[0.55 m(W) × 0.58 m(L) × 0.9 m(H)]의 챔버를 넣어 챔버내 온도와 습도를 제어하였다. 실험에 이용된 광원은 형광등(F, 오스람, 30 W), LED 처리구는 백색광(W), 혼합광(H, 1: B, 1), 적색광(R), 청색광(B)로 각각의 광원장치를 0.6 m × 0.6 m 규격의 패널에 LED 소자를 부착하여 stainless 챔버 위에 설치하였다. 이때의 광량은 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 이 되도록 광량자속밀도(PPFD)를 동일한 조건으로 유지하였다. 챔버내 습도조절을 위해 물이 순환되는 stainless tube를 바닥부분에 설치하였고, 물은 냉각기를 이용하여 8~15 °C로 제어하였으며, 펌프로 순환시켜 일정한 습도를 유지시켰다. 챔버 내의 온도는 25±3 °C, 습도는 50~60 %로 제어하였다.

2.3. 기능성 조사

LED광질 처리에 따른 분진 제거능을 측정하기 위하여 teflon 비닐로 화분을 밀폐하여 챔버내에 두고 식물지상부에서 분진 제거능을 조사하였다. 챔버를 밀폐한 후 한 시간 정도 생육상 내 챔버의 분진 농도와 온·습도가 안정될 수 있도록 하였고, 식물종별 3pot씩 3반복 측정하였다. 분진 발생은 일반적으로 쉽게 구할 수 있는 담배(This plus, KT&G, Seoul, Korea)를 발생원으로 이용하였으며, 담배연기 농도를 환풍부

에서 시간당 실내 대기 중 분진 농도의 최대 허용치로 지정한 PM10의 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높은 250±10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 되도록 주입한 후 팬을 가동시켜 기류를 생성해 주었다. 분진제거율은 PM10과 상대농도 2.5 μm , 1.0 μm 를 분진 측정기(DM 11432, Turnkey Instruments Ltd, England)를 사용하여 1분 간격으로 3시간 동안 측정하였다.

이산화탄소 흡수량 조사는 우리나라 실내 기준치인 1,000 ppm을 주입하기 위하여 챔버 내부에 이산화탄소 측정기(HSTNH - Fox 2, Hewlett packard, USA)를 설치하고 레귤레이터로 압력을 줄여, 분당 5 ml (5,000 μm)를 누기량 10 %를 포함한 시간을 환산하여 주입한 후 60 cm~70 cm 높이에서 1분 간격으로 3시간 동안 측정하였다. 분진과 CO₂ 제거 전과 후 식물의 생리적 변화를 측정하기 위하여 휴대용 광합성 측정기(LCpro-SD, ADC Bioscientific Ltd., England)를 사용하여 분진실험 전과 후의 광합성량을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 미세분진 제거

LED 광 조건에 따른 미세분진의 감소 경향은 Table 1, Fig. 1과 같이 나타나, 식물에 의한 흡착과 흡수 그리고 자연 침강 등의 복합적인 요인이 작용하여 시간이 경과됨에 따라 감소된 것으로 판단되었다. 한편 백색광은 전력소비가 대조구인 형광등 대비 절반 정도에 그쳐 기능성과 경제적인 측면에서도 최적의

Table 1. Effect of LED different spectral quality on removal PM10 of *Dieffenbachia maculate*, *Clusia rosea*, *Ficus elastica*, *Spathiphyllum* spp. and empty chamber

Light source ^z	<i>Dieffenbachia maculate</i>		<i>Clusia rosea</i>		<i>Ficus elastica</i>		<i>Spathiphyllum</i> spp.		Empty chamber	
	60 (min)	120 (min)	60 (min)	120 (min)	60 (min)	120 (min)	60 (min)	120 (min)	60 (min)	120 (min)
F	74.5d ^y	33.6b	115.3a	44.1a	69.3e	30.4c	92.3b	35.7ab	149.3c	94.9bc
W	63.5e	30.5d	81.3c	31.8c	74.7d	33.7bc	83.9c	32.3b	171.2a	110.7a
H	92.5b	35.3 b	99.7b	35.7b	92.5b	35.3b	67.0d	22.0c	134.6e	88.0d
R	108.6a	47.6a	97.4b	45.7a	108.6a	47.6a	89.1bc	40.3a	144.5d	91.7cd
B	86.1c	32.1cd	101.8b	38.1b	86.1c	32.1bc	104.4a	37.1ab	157.2b	100.0b

^zLight source, F: fluorescent light, W: white LED, H: red and blue LED, R: red LED, B: blue LED.

^yMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, P=0.05.

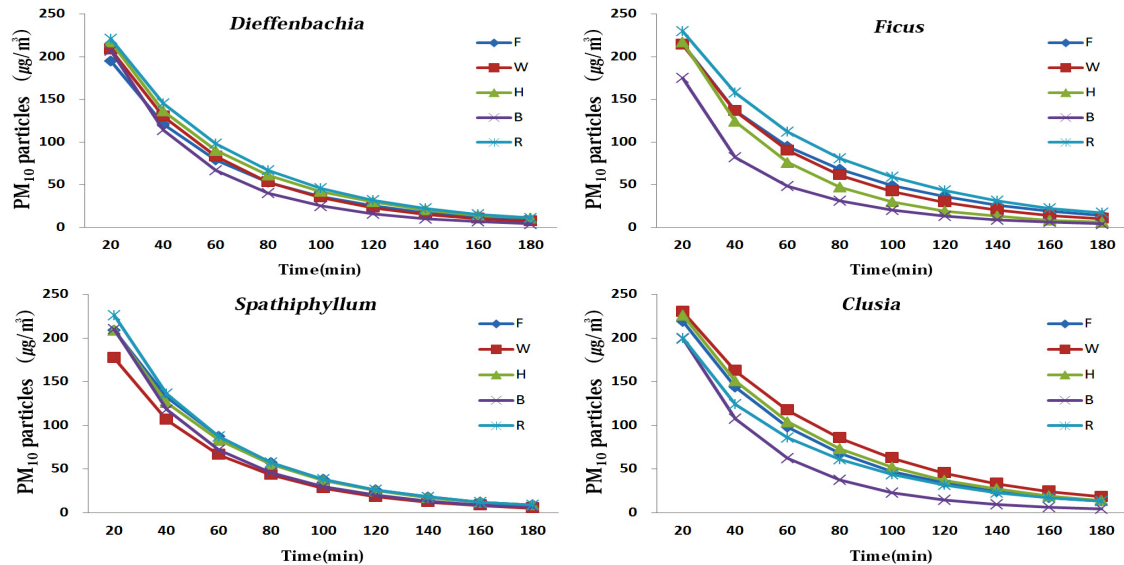


Fig. 1. Effect of LED different spectral on removal PM10 of *Dieffenbachia maculata*, *Clusia rosea*, *Ficus elastica* and *Spathiphyllum* spp.. F, fluorescent light; W, white LED; H, red and blue LED; R, red LED; B, blue LED

광질임이 확인되었다. 다른 광질에서는 형광등 대비 전력소비 비율이 엠편광에서 가장 높게 조사되어 식물생장과 기능, 경제성에서도 엠편광이 가장 부적당한 광질임이 확인되었다.

빈 챔버에 미세분진과 식물을 주입한 후 경과시간에 따라 측정된 결과 분진을 넣기 전의 초기농도에 도달하기까지 2시간 정도 걸렸으며, 식물마다 약간의 편차는 있었으나 초기 값에 도달하기까지 약 1시간정도 걸려 미세분진의 자연적인 침강과 더불어 식물에 의한 흡착, 흡수 작용이 이루어지는 것으로 확인되었다. 김(2003)은 식물 종별 분진제거율에서 엠편적이 클수록 분진제거율이 증가한다고 하였으며, 식물 중에 따라 분진제거율은 상이한 차이가 있었고, 분진제거에 가장 효과적인 식물은 엠편적이 크면서 광합성률이 우수한 식물이었으며, 그중에서 고무나무가 가장 효과적이었다고 보고하였다. 윤(2006)은 관엽식물이 주야간 실내 담배연기 제거에 미치는 영향에서 PM10 감소량은 주간에는 스파티필럼이, 야간에는 인도고무나무의 감소율이 높게 나타났다고 하였으며, 식물의 엠편적이 적음에도 광합성이 높은 식물일수록 미세분진을 감소시키는 능력이 크다고 하였다. 본 실험에서도 김(2003)과 윤(2006)의 결과와 유사한 경향으로 나

타났다.

대조구인 형광등의 미세분진 감소는 초기 농도 값에 도달하기까지 1시간 20분 정도 소요되어 전반적으로 변화가 적은 것으로 조사되었다. 백색광과 혼합광에서 초기 농도 값에 도달하기까지 디펜바키아, 쿠르시아, 스파티필럼은 한 시간에서 한 시간 10분정도 소요되었으며, 청색광에서 1시간 정도 소요되었다. 반면 적색광에서 초기 농도 값에 도달하기까지 1시간 30분이 소요되어 광질에 따른 미세분진 감소 경향은 유의하게 달라짐이 확인되었다. 한편 광질에 따른 경제성을 분석해 보면, 형광등(216 W/h) 대비 백색광에서는 119 W/h로 55%의 전력을 소비하여 형광등의 절반정도 사용되어 에너지 효율을 극대화할 수 있는 적정 광질이라고 판단되었다.

엠편광 처리에서 에너지 효율은 형광등 대비 240 W/h로 111%의 전력을 사용하였으며, 식물 성장에서도 불량한 결과가 나와 기능성과 경제적인 측면에서 적정 광질이 아니라는 것이 확인되었다. 적색과 청색을 혼합한 혼합광에서의 경제성을 분석해보면, 형광등 대비 147 W/h로 68%의 전력소비가 이루어져 같은 조건하에서 경제적 이익은 32%로 확인되었다. 적색광에서 전력소비는 형광등 대비 72 W/h로 33%에

불과해 3배 정도의 전력소비 감소가 예상되나 식물 성장 불량에 따른 관상가치 하락과, 미세먼지, 이산화탄소의 감소율 또한 낮아 기능적인 측면에서 적절한 광질이 아닌 것으로 증명되었다. 청색광에서 경제적 가치는 형광등대비 120 W/h로 55 %를 소비하여 전체 절반 정도의 에너지 절감 효과가 있는 것으로 판단되었다. 따라서 식물 성장과 기능성 향상, 경제적 가치 향상에 이상적인 적정 광은 백색광원이며, 혼합광과 청색광에서도 좋은 결과가 나왔으나 인간의 기준으로 볼 때 시야를 산란시키는 단점을 가지고 있는 광원이기 때문에 백색광원이 가장 최적의 광으로 판단되었다.

식물 조건에 따른 담배 연기내 PM10의 미세분진 감소를 조사한 결과 식물의 종류에 따라 미세분진 감소패턴은 일정하였지만(Yoon, 2006) 시간대별 감소율은 식물종에 따라 차이가 있는 것으로 조사되었다. 식물종에 따라 미세분진 제거능은 공시 식물 중 스파티필럼이 가장 빠른 시간에 이루어져 분진제거능이 뛰어난 최적의 식물로 조사되었으며, LED 처리별 식물의 분진 제거능에서 처리마다 조금씩 다른 경향이 관찰되었다(Fig. 1). 쿠르시아는 백색광에서 분진제거 속도가 빠르게 나타났으며, 스파티필럼, 디펜바키아, 쿠르시아에서도 형광등에서 분진제거 속도가 유의하게 증가하는 것으로 조사되었다.

3.2. CO₂ 제거

각 식물의 단위 엽 면적당 제거율은 Fig. 2에서 보

는 바와 같이 스파티필럼에서 유의하게 증가하였으며, 디펜바키아에서 단위 엽 면적당 제거율이 감소된 것으로 나타났다. 식물종에 따라 이산화탄소 제거 패턴은 비슷하였으나 시간이 경과함에 따라 제거율은 식물마다 차이가 나는 것으로 조사되었다. 실내에서 이산화탄소 배출원은 다른 요인이 있을 수 있으나 공간 내 사람수가 많을수록 재실자에 의해 많이 발생되어진다.

한편 식물은 광합성을 하기 위하여 이산화탄소를 흡수하여 이용한다. 이때 실내 공간 내 인구 밀도가 높아질수록 식물을 많이 도입하게 되면, 식물을 통하여 산소를 공급받고, 산소 공급을 위해 이산화탄소를 인간이 제공하게 되어 인간과 식물은 같은 공간 안에서 상호 공존, 공생의 관계가 이루어질 수 있을 것으로 판단되었다. 손 등(2000)은 7종의 관엽 식물을 이용한 CO₂ 등의 흡수 능력에 관한 연구에서 식물체에 의한 실내 공기 질 개선에 효과가 있었으며, 흡수능은 스파티필럼, 파키라, 관음죽에서 높게 나타난 반면, 네프로레피스와 웨프렐라 홍콩에서는 낮게 나타났다고 발표하여 백색과 혼합 광에서 스파티필럼이 이산화탄소 제거에 우수하게 나타난 본 실험의 결과와 일치하였다.

실험 식물 중 디펜바키아의 경우 각 식물 간 비슷한 경향을 유지하고 있으나 적색 광에서 가장 흡수율이 낮은 것으로 조사되었다. 고무나무는 단위 엽 면적당

Table 2. Effect of LED different spectral quality on removal CO₂ of *Dieffenbachia maculate*, *Clusia rosea*, *Ficus elastica*, *Spathiphyllum* spp. and empty chamber

Light source ^z	<i>Dieffenbachia maculate</i>		<i>Clusia rosea</i>		<i>Ficus elastica</i>		<i>Spathiphyllum</i>		Empty chamber	
	60 (min)	120 (min)	60 (min)	120 (min)	60 (min)	120 (min)	60 (min)	120 (min)	60 (min)	120 (min)
F	899a ^y	766a	914b	793b	846d	660d	866c	682c	998a	935b
W	858b	683d	847e	713d	876b	735b	817d	651d	999a	963a
H	884b	723c	864d	665e	837e	623e	768e	555e	980c	929c
R	903a	767a	884c	778c	893a	800a	922a	819a	990b	924d
B	907a	745b	917a	799a	862c	691c	897b	707b	984c	929c

^zLight source: F, fluorescent light; W, white LED; H, red and blue LED; R, red LED; B, blue LED

^yMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, P=0.05

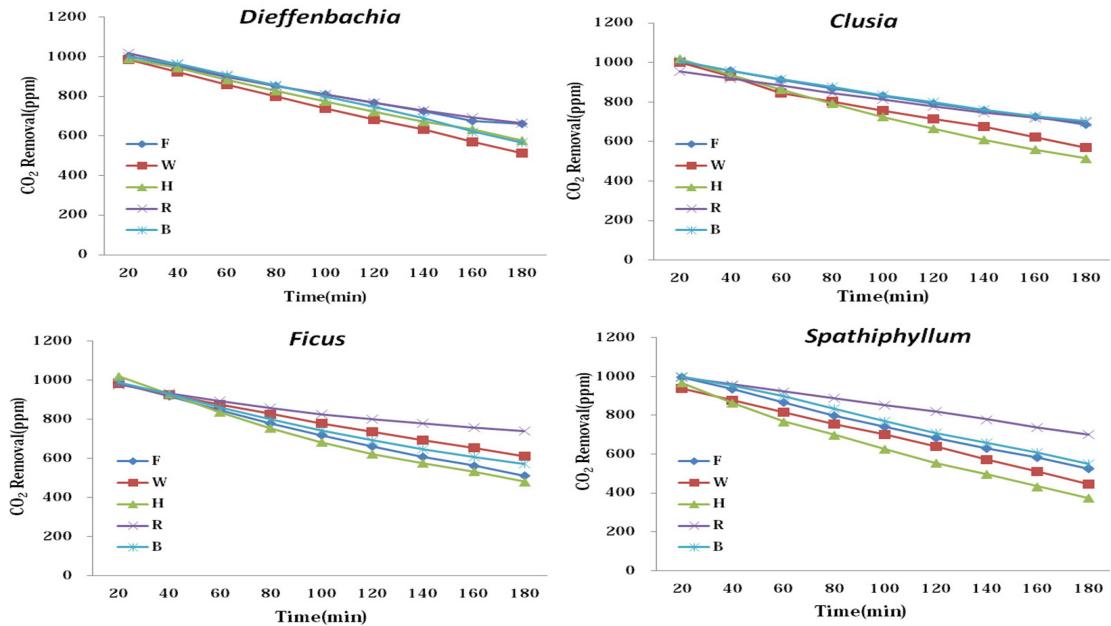


Fig. 2. Effect of LED different spectral quality on removal CO₂ of *Dieffenbachia maculate*, *Clusia rosea*, *Ficus elastica* and *Spathiphyllum* spp.. F, fluorescent light; W, white LED; H, red and blue LED; R, red LED; B, blue LED

이산화탄소 제거에 혼합광에서 유의한 증가를 보인 반면, 적색 광에서 가장 제거능이 약한 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 광질에 따라 식물의 광합성속도와 상호 작용하여 얻어진 결과로 판단되어지며, 광합성율이 높은 식물이 밀폐 챔버내 이산화탄소 제거에도 크게 작용하고 있음을 보여주고 있다. 스파티필럼과 쿠르시아에서도 혼합광에서 이산화탄소 제거량에 유의한 차이를 나타내고 있어 식물 생장에 최적의 광질로 오염물질을 흡수하는 능력이 뛰어나며, 경제적 측면에서도 에너지 효율이 최대인 백색광과 혼합광이 우수한 것으로 판단되었다.

3.3. 분진과 CO₂처리 전과 후의 광합성속도

밀폐 챔버에 담배연기 속의 PM₁₀과 이산화탄소 1,000 ppm을 처리한 후 식물을 넣어 생리적 변화를 알아보기 위하여 광합성속도, 증산량, 기공전도도를 측정하였다. 처리 전과 후의 광합성 속도는 2배 이상의 유의차를 보였으며, 특히 혼합광과 백색광에서 광합성량이 증가되는 것으로 조사되어 광질에 따라 식물의 광합성량이 증가된 것으로 판단되었다. 디펜바키아는 형광등, 백색광, 혼합광에서 광합성이 촉진되

었으며, 분진과 이산화탄소 처리 전과 후의 생리적 변화에서도 비슷한 경향으로 조사되었다. 한편 기공전도도와 증산량에서 많은 변화를 보인 식물은 고무나무로 나타났다. 고무나무에서 분진과 이산화탄소 처리 전과 후의 생리적 변화를 보면, 혼합 광에서 광합성속도는 처리전보다 후에 3배 이상 차이를 보여 가장 많은 차이를 나타냈다. 본 실험 공시 식물의 변화를 보면 모든 식물은 적색광은 처리 전과 후 가장 낮은 광합성율과 증산량, 기공전도도가 나타났으며, 고무나무에서는 기공전도율이 높게 측정되었다. 광질에 따라 식물의 광합성과 증산량, 기공전도도 등의 패턴이 달라지며, 광합성량이 증가하는 광질과 그러한 광질 하에서 식물의 광합성능은 실험 식물 간 유의한 차이를 보이고 있다(Fig. 3). 따라서 식물을 통한 실내 오염원 제거 중 PM₁₀과 이산화탄소 제거능에 관여하는 최적의 광질은 백색광으로 나타났으며, 백색광에서 광합성율이 높아졌고, 스파티필럼이 가장 높은 광합성속도를 보여 성장과 기능성 및 경제성 모두 가장 이상적인 최적의 광원으로 판단되었다.

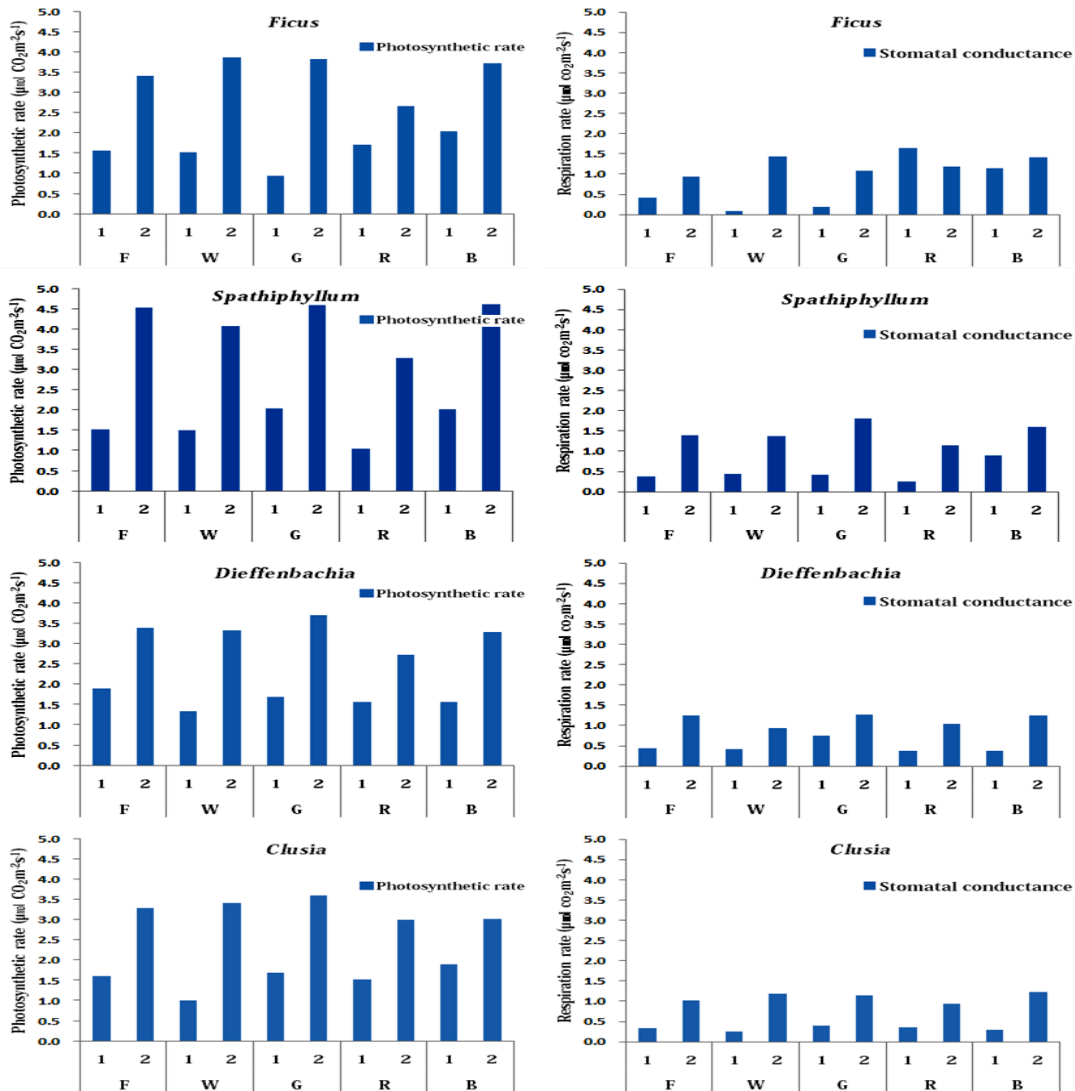


Fig. 3. Effect of LED different spectral quality on the photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration of small sized foliage plant. F, fluorescent light; W, white LED; H, red and blue LED; R, red LED; B, blue LED

4. 결론

실내 관엽 식물의 기능성과 유지비용 절감을 위하여 광 환경(광질)에 따라 지속 가능한 최적의 적정 인공 광질을 구명하고자 수행하였다. 실내식물의 기능성과 유지비용 절감에 이상적인 광원은 백색광과 혼합광으로 나타났으나, 혼합광은 사람이 식물을 볼 때 본래의 색을 볼 수 없고, 눈이 쉽게 피로해지는 단점이

있는 광원이라, 식물생장에 따른 경제성, 기능성을 동시에 만족시킬 수 있는 백색광이 최적의 광으로 판단되었다.

광질에 따른 전력 소비량은 형광등에 비해 백색광은 119 W/h로 형광등 대비 약 45 %의 전력소비가 감소되어 에너지 효율을 높일 수 있는 적정 인공 광질이라고 판단되며, 적색광은 72 W/h로 형광등 대비 약 33 %에 불과해 3배 정도 전력소모 비용이 절감될 수 있

으나 식물 생장이 불량하여 적정 광질이 아닌 것으로 판단되었다.

한편 광 조건에 따른 이산화탄소와 미세분진의 감소 패턴은 모든 광 처리에서 비슷한 경향을 나타냈지만, 식물종에 따라 단위 엽 면적당 제거율은 스파티필럼에서 가장 높게 증가하였으며, 디펜바키아는 가장 낮게 나타났다. 이산화탄소 제거는 혼합광에서 높은 증가를 보인 반면, 적색광에서 가장 제거능이 약한 것으로 조사되었다. 실내식물의 미세분진과 이산화탄소 제거는 식물에 의한 흡착과 광합성에 의한 흡수기작이 함께 작용하여 일어나는 것으로 판단되었다. 분진과 이산화탄소 제거 실험 전과 후의 광합성 속도는 2배 이상의 유의차를 보였으며, 특히 혼합광과 백색광에서 광합성량이 증가되는 것으로 조사되어 광질에 따라 식물의 광합성량이 증가된 것으로 판단되었다.

이러한 결과는 광질이 식물의 광합성 속도에 크게 작용하여 얻어진 결과로 판단되어지며, 광합성율이 높은 식물은 이산화탄소와 분진 제거에도 높게 작용하고 있음을 나타내고 있다. 결국 광합성에 영향을 주는 백색과 혼합광에서 관엽 식물은 광합성율이 높아졌으며, 그에 따라 이산화탄소와 미세분진도 동시에 감소시켜, 실내공기질 개선에 대한 기능성과 경제성에서 가장 우수한 최적의 광원으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- Brown, C. S., Schuerger, A. C., Seger, J. C., 1995, Growth and photomorphogenesis of plants under red light emitting diodes with supplemental blue or for red lighting, *J. of Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120, 808-813.
- Burge, S., Hedge, A., Wilson, S., Harris, B. J., Robertson, A., 1987, Sick building syndrome: A study of 4373 office workers, *Annals of Occupational Hygiene*, 31, 493-504.
- Carpenter, D. O., 1998, Human health effects of environmental pollutants: New insights. *Environment monitoring and assessment*, 53, 245-258.
- Kim, Y. J., 2003, Effect of foliage plants on the removal of indoor fine particulate, MS Diss., Konkuk Univ., Seoul.
- Mendell, M. J., Smith, A. H., 1990, Consistent pattern of elevated symptoms in air conditioned office buildings: Are analysis of epidemiological studies, *Amer. J. Public Health*, 80, 1193-1199.
- Okamoto, K., Yanagi, T., Takita, S., Tanaka, M., Higuchi, T., Ushida, Y., Watanabe, H., 1996, Development of plant growth apparatus using blue and red LED as artificial light source, *Acta Horticulture*, 440, 111-116.
- Park, S. A., Kim, M. G., Yoo, M. H., Oh, M. M., Son, K. C., 2010, Plant physiological responses in relation to temperature, light intensity, and CO₂ concentration for the selection of efficient foliage plants on the improvement of indoor environment, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 28(6), 928-936.
- Son, K. C., Lee, S. H., Seo, S. G., Song, J. E., 2000, Effects of foliage plant and potting soil on the absorption and adsorption of indoor air pollutants, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 41(3), 305-310.
- Wolverton, B. C., Johnson, A., Bounds, K., 1989, Interior landscape plants for indoor air pollution abatement, NASA Report, 1-2.
- Wolverton, B. C., 1996, Eco friendly house plants, Geroge Weidenfeld and Nicolson, UK.
- Yanagi, T., Okamoto, K., Takita, S., 1996, Effects of blue, red and blue red light of two different PPF levels on growth and morphogenesis of lettuce plants, *Acta Hort.*, 440, 117-122.
- Yoon, J. W., 2006, Effect of foliage plants on the removal of indoor tobacco smoke under light and dark conditions. MS Diss., Konkuk Univ., Seoul.