관수주기에 따른 실내 관엽식물의 생장 반응

권계정¹ · 정현환² · 박봉주^{1*}

¹충북대학교 원예과학과, ²국립원예특작과학원 도시농업과

Effects of Irrigation Frequency on Growth Responses of Indoor Foliage Plants

Kei-Jung Kwon¹, Hyun-Hwan Jung² and Bong-Ju Park^{1*}

¹Department of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

²Department of Urban Agriculture, NIHHS, Wangju 55365, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate growth characteristics of plants in accordance with irrigation period and to find the optimum irrigation conditions for plants that help to improve the indoor environment. Four foliage plants used in this study included *Chlorophytum comosum*, *Dieffenbachia amoena* 'Marianne', *Epipremnum aureum*, and *Spathiphyllum* spp.. The plants cultivated in three different irrigation frequency: 2 times/week; 1 time/week; and 1 time/2 weeks. As a result, average soil moisture content of four foliage plants for one month measurement period, 2 times/week, 1 time/week, and 1 time/2 weeks were maintained at $47.3 \pm 3.0\%$, $17.3 \pm 2.0\%$, and $10 \pm 1.5\%$, respectively. All four kinds of plants showed a good visible growth in 1 time/week irrigation. *Chlorophytum comosum* was slowly begin to die in 1 time/2 weeks irrigation and it was completely dead at the end of the experiment. So it is considered that circumspection is needed for drying. *Dieffenbachia amoena* 'Marianne' was dead by each one pot in 2 times/week and 1 time/2 weeks. So it seemed to be a proper watering plants. *Epipremnum aureum*, and *Spathiphyllum* spp. showed good growth characteristics regardless of irrigation frequency, it showed good tolerance of the irrigation. In particular, *Epipremnum aureum* was no significant difference in SPAD value, chlorophyll fluorescence, and leaf water potential according to irrigation frequency, so it was the best plants to irrigation water management.

Key words : *Chlorophytum comosum*, *Dieffenbachia amoena* 'Marianne', *Epipremnum aureum*, *Spathiphyllum* spp., Indoor plant, Soil water content

I. 서론

최근 자동차 배기가스, 미세먼지, 휘발성유기화합물 등 각종 오염원이 증가하고 있으며, 에너지효율 빌딩들은 냉난방 에너지 절감을 위한 환기 부족으로 실내공기오염은 전반적으로 실외보다 더 높게 나타나(Environement Australia, 2003; Weisel et al., 2008), 가로수를 활용한 도시 공기질 개선(Freer-Smith et al., 1997) 연구뿐만 아니라, 실내공기질을 개선하기 위한 식물과 미생물을 활용한 연구(Lee, 2003) 등이 수행되어져 왔다. 식물은 온습도 조절 및 공

기정화 효과 외에도 정신건강 및 근로자의 생산성 향상에 도움을 주는 것으로 알려져 있어(Lohr et al., 1996; Kim et al., 2010), 많은 공공 건물에서 실내식물을 도입하여 녹지면적을 확보하고 있으나(Son and Yeam, 1987), 다양한 실내 환경에 적합한 실내식물 개발은 부족한 실정이다. 실내식물의 생장에는 적절한 광, 수분, 온도, 환기 등의 조건이 필요하며 광 및 온도는 실내 거주자의 상황에 맞춰 이미 설정되어 있는 경우가 많아 인위적인 조절이 어려운 편이다. 광과 온도 조건을 제외하면 수분은 식물생장에 가장 큰 제한 요인으로 작용한다(Boyer, 1982). 작물생산 분야에서는 관수량 제어 등을 통한 식물생장에 관한 연구(Al-Ghobari et al., 2013; Hanson et al., 2003; Nuruddin et al., 2003) 등 많은 연구가 이루어지고 있으나, 실내식물에서는 심지관수를 통한 식물 생장과 위조, 배지의 수분량 및 재수화(Son et al., 2000), 천남성과 식물의 수경재배와 토경재배의 생육 비교(Baik et al., 2003) 등 관련 연구가 미흡한 실

Received on August 24, 2015. Revised on October 13, 2015.

Accepted on October 13, 2015.

*Corresponding author: bjpak@chungbuk.ac.kr

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ00849504)의 지원에 의해 수행되었습니다.

정이다.

따라서 본 연구는 최근 실내에 많이 사용되는 실내 식물의 관수 주기에 따른 식물생육을 조사하여 수분관리에 대한 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

II. 연구방법

1. 식물재료 및 관수처리

실내식물로 많이 사용되는 접란(*Chlorophytum comosum*), 디펜바키아(*Dieffenbachia amoena* 'Marianne'), 스킨답서스(*Epidendrum aureum*), 스파티필럼(*Spathiphyllum* spp.) 4종을 실험 재료로 사용하였다. 청주 근처 농원(양촌화훼, 청주시)에서 구입한 식물들은 원예용 상토(Wonjo Mix, Nongkyung, Korea)를 충진한 10cm 포트에 분갈이 후 25°C의 실험실 내에서 순화하였다. 광조건을 일정하게 유지하기 위해 90% 차광막으로 외부광을 차단하고, 형광등(NB-T528W, 28W, CH Lighting, China)을 사용하여 식물정단부에서 PPFD $30\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 1일 12시간 조사하였다. 관수주기는 2회/1주, 1회/1주, 1회/2주의 3수준으로 포트당 120mL를 저면관수 처리하였으며, 2014년 5월부터 9월까지 120일간 수행하였다.

2. 토양 용적수분 함량 및 생육 특성 측정

토양수분은 FDR 센서(ML2x, Delta-T Devices, UK)로 실험 시작 후 한 달 동안(6월 27일-7월 25일) 각 실험구의 용적수분함량을 매일 측정하였다. 식물생장은 4주 간격으로 초장, 엽장, 엽폭, 엽면적을 측정하였다. 초장은 식물의 정단부까지, 스킨답서스는 가장 긴 덩굴의 길이를 측정하였다. 정단부 아래 5cm 이내 가장 신선하고 큰 잎을 선정하여 식물의 SPAD값(SPAD-502, Minolta, Japan), 엽록소형광값 Fv/Fm(PAM2000, Walz, Germany), 엽수분포텐셜(WP4, Decagon Devices, USA)을 측정하였다. 엽수분포텐셜 측정은 엽맥을 피해 잎의 중앙부를 직경 1cm로 펀칭하여 측정하였다. 엽면적, 생존율, 생체중 및 건물중은 실험 종료 후 측정하였다. 엽면적은 엽면적기(Li-3000A, Li-COR, USA)를 사용하였으며, 건물중은 열풍순환식 건조기(HB-502M, Hanbaek science, Korea)를 이용하여 70°C에서 72시간 건조 후 측정하였다.

3. 통계처리

각 식물들은 완전임의 배치하여 각 처리구별 3반복으로 실시하였다. 엽록소 측정과 엽수분포텐셜은 포트당 3반복하여 9반복 측정하였으며, 토양용적수분함량은 포트당 4반복하여 12반복 측정

하였다. 통계분석은 SAS 9.3 프로그램(SAS Institute Inc., USA)을 이용하였고, 처리 평균간 차이는 Duncan's multiple range test (DMRT)에 의해 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양수분함량 변화

관수처리 후 토양수분함량 변화를 측정한 결과, 주 2회 관수 시에는 모든 식습구에서 토양수분함량의 변화가 거의 나타나지 않았으나, 1회/1주와 1회/2주 관수 시에는 감소하는 경향이 나타났다(Fig. 1). 스킨답서스의 토양수분은 1회/1주와 1회/2주 관수에서 다른 식물 보다 약 5% 정도 낮게 나타났는데, 이는 스킨답서스가 다른 식물에 비하여 지상부 초장이 길고, 엽수가 많아 생육시 더 많은 수분이 요구되었기 때문으로 판단된다. 4주 동안의 전체적인 토양수분 감소 경향과 1사이클을 1회/1주는 1주(week)로, 1회/2주는 사이클을 2주로 하여 회귀분석을 실시한 결과, 관수주기별 회기함수의 기울기가 가장 컸던 1회/1주 관수에서 4종 식물 모두 생육 및 심미적 가치가 높은 것으로 나타났다(Table 1). 각 식물의 최고와 최저 함수량의 차이는 2회/1주 관수 시 스킨답서스가 12%로 가장 높았으나, 나머지 식물 3종에서는 6.5-8%로 비교적 낮은 것으로 나타났다. 토양함수량은 1회/1주 관수에서는 접란, 디펜바키아, 스킨답서스, 스파티필럼은 각각 최저 11.7%, 8.0%, 5.7%, 11.7%까지 하강하였으며, 1회/2주 관수 시에는 1주일 후 각각 12.6%, 9.9%, 5.2%, 12.6%까지 감소한 후 2주째에는 각각 5.8%, 2.0%, 0.7%, 4.1%까지 감소하였다. 천남성과 식물인 디펜바키아, 스킨답서스, 스파티필럼과는 달리 백합과 식물인 접란은 1회/2주 관수에서 고사하는 경향이 나타나 최소한의 생육을 위해서는 토양수분함량이 10%정도는 유지되어야 할 것으로 판단된다. 접란은 1회/2주 관수 시, 생육에 필요한 토양수분 함량이 낮아 수분의 재흡수 시간이 길어져 고사되었다. 이는 실내식물 재배시 토양수분을 높게 유지했을 때 초기 재흡수 시간을 단축시킨다는 연구(Son et al., 2000) 결과와 유사한 경향을 보였다. 스킨답서스는 1회/2주 관수 시 토양수분함량이 0.7%까지 낮아져도 생육에 문제가 없었던 것은 줄기에서 발근된 뿌리가 공중 수분을 흡수했기 때문으로 판단된다.

2. 생육특성

실험종료 후 식물의 생육상태는 Fig. 2와 같다. 모든 식물에서 1회/1주 관수에서 총 엽면적이 넓고(Table 2), 지상부 생체중이 증가된 것으로 나타났다(Table 4).

접란은 초고 성장의 변화폭은 크지 않았으나 실험종료 시, 1회/2

Fig. 1. Changes of volumetric soil moisture content affected by irrigation frequency.

Table 1. Maximum, minimum soil water content and regression coefficient of 4 species plant with irrigation frequency.

Species	Irrigation frequency	Soil water content (%)		Regression coefficient (a) ^z	
		Maximum	Minimum	28 days	1 cycle
<i>Chlorophytum comosum</i>	2 times/week	46.5	38.5	0.105	0.105
	1 time/week	27.8	11.7	0.001	-2.193
	1 time/2 weeks	24.5	5.8	-0.063	-1.064
<i>Dieffenbachia amoena</i> 'Marianne'	2 times/week	56.1	49.1	-0.075	-0.075
	1 time/week	32.3	8.0	0.035	-3.367
	1 time/2 weeks	25.8	2.0	-0.277	-1.507
<i>Epipremnum aureum</i>	2 times/week	51.5	39.5	0.284	0.284
	1 time/week	25.2	5.7	-0.188	-2.892
	1 time/2 weeks	17.1	0.7	-0.112	-1.043
<i>Spathiphyllum</i> spp.	2 times/week	47.7	41.2	0.034	0.034
	1 time/week	30.3	11.7	-0.241	-2.322
	1 time/2 weeks	23.3	4.1	-0.292	-1.397

^zRegression model, $Y=aX+b$.

주 관수에서 대부분의 잎은 고사하였으나 남은 몇 가닥 잎 때문에 초장이 크게 나타났다(Table 2). 관수주기에 따른 4종 식물의 엽장은 유의적인 차이는 없었다. 엽폭은 1회/2주 관수에서 접란은 좁게 나타났으나, 디펜바키아 넓게 나타났다. 엽면적은 2회/1주 관수시

접란과 스파티필럼의 총 엽면적이 넓게 나타났으며, 1회/1주 관수 시 디펜바키아와 스킨답서스의 총 엽면적이 넓었다. 디펜바키아와 스파티필럼은 엽면적 평균의 차이가 적은 것으로 나타나 수분 스트레스를 덜 받는 경향을 보였다.

Fig. 2. Effect of irrigation frequency on the growth of 4 species indoor plant at 120 days after treatment.

Table 2. Growth responses of 4 species plant with irrigation frequency at 120 days after treatment.

Species	Irrigation frequency	Plant height (cm)	Leaf		
			Length (cm)	Width (cm)	Area (cm ²)
<i>Chlorophytum comosum</i>	2 times/week	25.6 a ^z	23.0 a	1.7 a	958.0 a
	1 time/week	27.4 a	25.6 a	1.6 a	479.0 b
	1 time/2 weeks	24.4 a	22.0 a	1.3 b	109.6 c
	Significance	NS	NS	NS	***
<i>Dieffenbachia amoena</i> 'Marianne'	2 times/week	29.5 b	15.6 a	7.5 b	292.8 c
	1 time/week	31.2 b	16.3 a	8.1 b	665.2 a
	1 time/2 weeks	36.8 a	16.9 a	11.6 a	482.7 b
	Significance	**	NS	**	***
<i>Epipremnum aureum</i>	2 times/week	35.8 a	13.1 a	6.8 a	739.3 b
	1 time/week	39.0 a	12.2 a	6.3 a	926.6 a
	1 time/2 weeks	30.5 a	13.5 a	6.7 a	706.1 b
	Significance	NS	NS	NS	**
<i>Spathiphyllum</i> spp.	2 times/week	21.8 a	9.3 a	2.8 a	471.7 a
	1 time/week	23.7 a	9.2 a	2.7 a	378.8 b
	1 time/2 weeks	21.5 a	8.7 a	2.7 a	304.3 c
	Significance	NS	NS	NS	***

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $p = 0.05$.

NS, **, *** Nonsignificant or significant at $p = 0.01$ or 0.001 , respectively.

Table 3. Chlorophyll contents, chlorophyll fluorescence, and leaf water potential of 4 species plant with irrigation frequency.

Species	Irrigation frequency	SPAD	Chlorophyll fluorescence (Fv/Fm)	Leaf water potential (MPa)
<i>Chlorophytum comosum</i>	2 times/week	39.3 a ^z	0.814 a	-13.1 a
	1 time/week	39.7 a	0.781 ab	-11.9 a
	1 time/2 weeks	20.1 b	0.745 b	-15.0 b
	Significance	**	NS	**
<i>Dieffenbachia amoena</i> 'Marianne'	2 times/week	48.6 a	0.788 a	-13.8 a
	1 time/week	55.3 a	0.793 a	-13.9 a
	1 time/2 weeks	53.0 a	0.791 a	-18.4 b
	Significance	NS	NS	*
<i>Epipremnum aureum</i>	2 times/week	50.9 a	0.800 a	-12.2 a
	1 time/week	52.8 a	0.800 a	-12.1 a
	1 time/2 weeks	54.5 a	0.797 a	-11.5 a
	Significance	NS	NS	NS
<i>Spathiphyllum</i> spp.	2 times/week	54.6 a	0.810 a	-12.8 a
	1 time/week	57.4 a	0.809 a	-10.6 a
	1 time/2 weeks	62.0 a	0.803 a	-19.5 b
	Significance	NS	NS	**

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $p = 0.05$.

NS, *, ** Nonsignificant or significant at $p = 0.05$, or 0.01 , respectively.

1회/2주 관수 시 접란은 낮은 SPAD값과 엽록소형광값, 엽수분포텐셜을 보여 고사 징후가 나타났다(Table 3). 디펜바키아와 스파티필럼은 SPAD값과 엽록소형광값은 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 엽수분포텐셜은 유의적으로 낮게 나타났다. 이는 토양수분부족에 따른 영향을 받고는 있으나 광합성에는 크게 영향을 주지 않아 2-4%의 토양수분에서도 건조 내성을 보이는 것으로 판단된다. 스킨답서스는 0.7%의 토양수분에서도 모든 항목에서 유의적인 차이가 나타나지 않았는데, 이는 줄기에서 발달된 뿌리가 영향을 주는 것으로 판단되며, 향후 제습식물로서의 활용에 대한 추가 실험이 요구된다.

실험기간 동안의 식물 생존율은 스킨답서스와 스파티필럼의 경우 실험종료시까지 100% 생존하였고, 그 다음으로 디펜바키아, 접란의 순으로 나타났다(Table 4). 접란은 1회/2주 관수시 서서히 고사하기 시작하여 실험 종료시에는 고사 직전에 도달하여 바이오매스가 매우 낮게 나타났다. 3포트 식물 중 2포트의 식물이 고사된 것으로 보아 과습보다는 건조스트레스에 더 많은 영향을 받는 것으로 판단된다. 1회/2주 관수시 디펜바키아는 2회/1주와 1회/2주에서 각각 1포트씩 고사하여 적정관수가 필요한 식물로 보이며, 2회/1주 관수에서 지상부 생체중이 가장 낮아, 수분스트레스를 많이 받은 것으로 판단된다. 스킨답서스는 4종 식물 중 뿌리 생육이 가장 양호한 것으로 나타났는데, 식물의 활발한 뿌리 생육은 배양토의

수분흡수를 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다(Son et al., 2000). 스파티필럼은 관수주기에 상관없이 바이오매스는 일정한 것으로 나타났다. Baik et al.(2003)은 천남성과 식물인 아글레오네마와 스킨답서스를 이용한 토경재배와 수경재배 비교실험 결과, 식물 전체 생육 증가량과 잎의 활력이 토경재배보다 수경재배가 높고 근권부의 미세한 활력 저하가 식물 전체 생육을 저하할 만큼 문제가 되지 않으며, 침수에 의한 피해가 없다고 보고한 바와 같이, 본 실험에서도 천남성과 식물인 스킨답서스와 스파티필럼은 2회/1주 관수시에도 생육에는 큰 문제가 없는 것으로 나타났다. 그러나 같은 천남성인 디펜바키아는 2회/1주 관수시 엽면적과 지상부 생체중은 각각 1회/1주의 43%, 42% 1회/2주의 60%, 46%로 나타나 과습에 의한 영향을 받는 것으로 나타나 같은 과에 속한 식물이라도 생태적 특성이 다를 수 있으므로 이용목적에 맞는 수분관리가 이루어져야 할 것이다.

적절한 수분 관리는 식물의 고사와 과습해 방지뿐만 아니라 실내 식물의 시각적 색감과 품질유지를 위해 매우 중요한 요소이다. 1회/1주 관수에서는 4종 식물 모두 생육이 양호하였으나, 1회/2주 관수에서는 접란이 2회/1주 관수에서는 디펜바키아가 생육이 가장 나쁜 것으로 나타났다. 스킨답서스와 스파티필럼은 관수 주기에 관계없이 생육이 양호하여 수분스트레스에 대한 내성이 우수한 것으로 판단된다. 이러한 결과는 실내식물관리를 위한 경제적비용 산정

Table 4. Biomass of 4 species plant with irrigation frequency.

Species	Irrigation frequency	Survival rate (%)	Shoot weight (g/plant)		Root weight (g/plant)	
			Fresh	Dry	Fresh	Dry
<i>Chlorophytum comosum</i>	2 times/week	100	28.1 b ^z	2.0 b	10.5 a	1.1 a
	1 time/week	100	52.5 a	3.8 a	11.4 a	1.2 a
	1 time/2 weeks	33.3	5.0 c	0.7 c	1.3 b	0.4 b
	Significance		***	***	**	***
<i>Dieffenbachia amoena</i> 'Marianne'	2 times/week	66.7	17.5 b	2.0 a	3.7 a	0.9 b
	1 time/week	100	41.9 a	6.4 a	9.4 a	1.3 a
	1 time/2 weeks	66.7	38.3 ab	3.0 a	3.7 a	0.6 b
	Significance		NS	NS	NS	NS
<i>Epipremnum aureum</i>	2 times/week	100	59.9 a	4.6 a	10.0 b	0.6 b
	1 time/week	100	79.4 a	6.1 a	24.6 ab	1.7 a
	1 time/2 weeks	100	60.7 a	5.6 a	25.9 a	2.1 a
	Significance		NS	NS	NS	NS
<i>Spathiphyllum</i> spp.	2 times/week	100	21.4 a	1.8 a	6.7 a	0.7 a
	1 time/week	100	23.4 a	2.1 a	8.3 a	1.0 a
	1 time/2 weeks	100	12.8 a	1.9 a	4.8 a	1.0 a
	Significance		NS	NS	NS	NS

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $p = 0.05$.NS, **, *** Nonsignificant or significant at $p = 0.01$ or 0.001 , respectively.

에 필요한 기초데이터로 제공되어 실내식물 도입 활성화에 도움이 될 것으로 기대된다.

IV. 적요

실내 환경개선에 도움이 되는 식물들의 관수주기에 따른 식물생육을 조사하여 최적관수 조건을 구명하고자 본 실험을 수행하였다. 식물재료는 접란, 디펜바키아, 스킨답서스, 스파티필럼을 4종을 사용하였고, 관수주기는 2회/1주, 1회/1주, 1회/2주의 3수준으로 조절하였다. 4종 식물의 토양수분함량을 1개월 동안 매일 측정한 결과, 2회/1주 관수는 $47.3 \pm 3.0\%$, 그리고 1회/1주 관수는 $17.3 \pm 2.0\%$, 1회/2주 관수는 $10 \pm 1.5\%$ 로 나타났다. 식물의 외관상 생육은 1회/1주 관수 시 4종 식물의 총 엽면적이 넓고, 지상부 생체중이 높아, 심미적으로 가장 좋은 상태를 나타내었다. 접란은 1회/2주 관수 시 서서히 고사하다가 실험 종료시에 완전 고사하여, 수분스트레스에 대한 내성이 약해 철저한 수분관리가 필요할 것으로 판단된다. 디펜바키아는 2회/1주와 1회/2주에서 각각 1포트씩 고사하여 적절한 수분관리가 필요한 것으로 나타났다. 스킨답서스와 스파티필럼은 관수 주기에 관계없이 생육이 양호하여 수분스트레스에 대한 내성이 우수한 것으로 나타났다. 특히 스킨답서스는 관수주기에

따른 SPAD값, 엽록소형광값, 엽수분포텐셜의 유의적인 차이가 없어 수분관리가 가장 용이한 식물로 나타났다. 실내 공기정화를 위해서는 벽면녹화 등과 같은 식물의 대량도입이 요구되며, 조경면에서 다양한 식물종이 함께 식재되어질 경우 이들 식물들에 대한 수분관리 프로그램이 필요할 것으로 예상된다. 따라서 추후 더 많은 식물종에 대한 수분관리 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. References

- Al-Ghobari, H.M., F.S. Mohammad, and S.A. El Marazky. 2013. Effect of intelligent irrigation on water use efficiency of wheat crop in arid region. *J. Anim. Plant Sci.* 23:1691-1699.
- Baik, J.A., E.J. Jang, and C.H. Pak. 2003. Plant stresses of two araceae foliage plants cultured by hydroculture and plant activity compared with soil culture. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 21:341-345
- Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218: 443-448.
- Environment Australia. 2003. BTEX Personal exposure monitoring in four Australian cities. Technical paper No.6: EA, 2003. Canberra, ACT, Australia.
- Freer-Smith, P.H., S. Hollway, and A. Goodman. 1997. The uptake of particulates by an urban woodland: site description and particulate composition. *Environ. Pollut.* 95:27-35.

- Hanson, B.R., D.M. May, and L.J. Schwankl. 2003. Effect of irrigation frequency on subsurface drip irrigated vegetables. *HortTechnology* 13:115-120.
- Lee, J.H. 2003. A study on the rate of indoor air purification by plants and gauging compared with air clean instrument. *J. Kor. Soc. Interior Landscape* 5:1-12.
- Lohr, V.I., C.H. Pearson-Mims, and G.K. Goodwin. 1996. Interior plants may improve worker productivity and reduce stress in a windowless environment. *J. Environ. Hort.* 14:97-100.
- Nuruddin, M.M., C.A. Madramootoo, and G.T. Dodds. 2003. Effects of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. *HortScience* 38:1389-1393.
- Kim, H.H., J.W. Park, J.Y. Yang, K.J. Kim, J.Y. Lee, D.J. Shin, and Y.W. Lim. 2010. Evaluating the relative health of residents in newly built apartment houses according to the presence of indoor plants. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 79:200-206.
- Son, K.H. and D.Y. Yeam. 1987. Effects of light intensities and temperatures in various indoor sites on growth of certain foliage plants. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 28:173-184.
- Son, K.H., K.Y. Paek, W.K. Park, and T.J. Kim. 2000. Plant growth and wilting of indoor plants, and water content and rehydration of media irrigated by wick as affected by medium composition. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:429-434.
- Weisel, C.P., S. Alimokhtari, and P.F. Sanders. 2008. Indoor air VOC concentration in suburban and rural New Jersey. *Environ. Sci. Technol.* 42:8231-8238.