

## Research Report

## 염료 흡수기간 및 환경조건이 유칼립투스의 보존엽 품질에 미치는 영향

임영희<sup>1,2†</sup>, 김소은<sup>2†</sup>, 오 욱<sup>1,2,3\*</sup><sup>1</sup>영남대학교 자연자원대학 원예생명과학과<sup>2</sup>영남대학교 환경보건대학원 화훼장식전공<sup>3</sup>영남대학교 LED-IT융합산업화연구센터Effect of Dye-absorbing Duration and Environmental Conditions on Quality of Preserved Leaves in *Eucalyptus cinerea*Young Hee Lim<sup>1,2†</sup>, So Eun Kim<sup>1,2†</sup>, and Wook Oh<sup>1,2,3\*</sup><sup>1</sup>Department of Horticultural Science, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea<sup>2</sup>Department of Flower Design, Graduate School of Environmental & Public Health Studies, Yeungnam University, Daegu 705-802, Korea<sup>3</sup>LED-IT Fusion Technology Research Center, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

**Abstract:** The objective of this study was to establish a processing technology for preserved leaves based on the results from the examination of the optimal period and condition for dye-absorbing treatment for *Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth. (silver dollar eucalyptus) being used frequently as plant material for flower design. Cut foliages of *E. cinerea* with uniformly matured leaves were cut into 20 cm lengths and their lower stem parts were placed in dye solution in growth chambers with different temperatures (10, 20, 30, and 40°C), vapor pressure deficits (VPD; 0.23, 0.70, 1.17, and 1.61 kPa), and photoperiods (0, 6, 12, 24 hours) for 3, 6, 9, and 12 days, and then dried in a room of 20°C for three days. Lower temperature during preserving dye treatment reduced the changes in leaf color compared with fresh leaves and decreased  $\Delta E$  value. Especially, high temperature increased red degree (a) and decreased yellow degree (b) due to browning. Lower VPD reduced the change in leaf color compared with fresh leaves and decreased  $\Delta E$  value. Shorter photoperiod reduced the change in leaf color compared with fresh leaves and decreased  $\Delta E$  value. The  $\Delta E$  value increased with increasing absorbing duration under three environmental conditions. The flexibility of stem and leaves after dipped into preserving dye solution and dried for 3 days increased with decreasing temperature, VPD and dipping duration. Therefore, the optimal environment condition for dye treatment was 0.23-0.70 kPa VPD at 10-20°C in the darkness, and the optimal and economical duration was 3 days. These conditions reduced the speed of water loss by decreasing transpiration, so yellowing or browning by rapid water loss deteriorated the quality of preserved leaves out of these ranges.

**Additional key words:** cut foliage processing, photoperiod, temperature, transpiration, vapor pressure deficit

## 서 언

꽃은 그 자체로도 기능성과 장식성을 가지고 있을 뿐만 아니라 꽃다발, 꽃바구니, 리스 등 다양한 화훼장식품으로 재탄생되어 부가가치가 높아지며, 최근에는 팬시용품, 캐주얼플라워 등 상품으로써 활용도가 점점 다양해지고 있다.

하지만 대부분의 화훼장식품은 생화로 제작되어 식물 소재의 수명에 따라 관상기간이 짧을 수밖에 없다. 절화수명을 연장하기 위한 다양한 기술이 개발되어 왔지만(Byun et al., 2009; Kim, 1994; Koyama and Uda, 1994; Lee et al., 1990; Lim and Oh, 2011), 여기에도 역시 한계가 있다. 이를 극복하기 위해 절화류나 절엽류의 수명과 관상가치를 증대시키

\*Corresponding author: wookoh@ynu.ac.kr

†These authors contributed equally to this work. This work was also supported by the 2011 Yeungnam University Research Grant.

※ Received 26 July 2013; Revised 17 January 2014; Accepted 5 February 2014.

© 2014 Korean Society for Horticultural Science

려는 건조 및 가공기술에 대한 연구 개발이 계속되어 왔고, 꽃의 아름다움을 오래 간직하고 싶어 하는 인간의 욕구는 건조화(dry flower)와 압화(pressed flower) 등을 탄생시켰다 (Park et al., 2001; Sho et al., 2001; Wenxiang et al., 1995).

관상기간이 긴 건조화는 쉽게 탈색이나 변색이 되고 유연성이 없어 쉽게 부서지기 때문에 저장과 운반 등 관리의 어려움이 있다(Byun et al., 2003). 외국에서는 건조한 후 유연성을 높이고자 잎과 일부 꽃에 글리세린을 흡수시킨 후 건조시키는 방법(Armitage and Laushman, 1993; Dubois and Joyce, 1992; Hillier and Hilton, 1986; Pappozzi and McCallister, 1988)을 이용하여 다양한 종류의 건조소재용 절화와 절엽이 생산되고 있다. 하지만 이 방법을 사용할 경우 글리세린 흡수 처리에 의해 꽃이 변색되어 관상가치가 떨어지기 때문에 절화보다는 절엽의 가공에 많이 이용된다(Sohn, 2005). 압화의 경우 거의 평면적인 표현만 가능하므로 입체적인 표현을 위한 장식은 거의 불가능하다.

이러한 건조화와 압화의 단점을 극복하기 위한 절화류의 꽃 조직 자체를 탈수·탈색한 후 보존염료와 색소를 흡수시켜 다양한 색깔을 나타낼 수 있는 보존화(preserved flower)가 개발되었다(Knud Nielsen Co., 1994). 일본과 유럽 등 화훼 선진국에서는 보존화가 화훼장식의 재료로써 일정 비율을 점유하고 있다. 선진국에서 인기가 높아지자 국내에서도 21세기에 접어들면서 보존화에 대한 관심이 커지고 있다 (Park et al., 2009). 국내에서도 장미, 카네이션 등 절화의 보존화 가공 시 탈수, 착색 및 보존용액의 처리농도 및 시간에 따른 품질의 차이를 구명하는 연구들이 진행되어 왔다 (Lim and Oh, 2012; Park et al., 2009; Yoo et al., 2009). 그리고 실용화를 위한 사업들도 진행 중이다.

보존화에 대한 연구가 활발한 반면, 보존염에 대한 연구는 *Hedera*와 *Camellia*(Byun et al., 2003), 목련(*Magnolia kobus*)과 태산목(*M. grandiflora*)(Sohn et al., 2003), *Nephrolepis ordifolia*(Lee and Nam, 2005), 자생 침엽수류(Sohn, 2005) 등에 대한 연구가 있었지만 품목이 제한되어 있고 아직 실용화되지 못해 보존염은 수입에 의존하고 있는 실정이다.

절엽 또한 이용 가치나 빈도에 있어서 중요한 비중을 차지하고(Lee et al., 2003) 있기 때문에 소홀히 다루어질 수 없는 영역이라 생각된다. 특히 현재의 보존화 제작 기술은 잎과 줄기를 거의 모두 제거한 상태로 이루어지기 때문에 보존화와 조화를 이루며 오랜 기간 꽃과 함께 장식될 수 있는 절엽류의 보존염 가공은 매우 중요하다. 고품질의 보존염 개발은 화훼류의 부가가치 향상 및 소비 증대를 위해

서도 좋은 방향이 될 뿐만 아니라 화훼장식가들에게는 다양한 화훼장식품의 개발과 이용 소재의 확대에 크게 기여할 것이다.

유칼립투스(은나무)는 형태, 색상, 질감 측면에서 활용도가 높아 많이 활용되는 절엽이며, 보존염 제작에 대한 연구도 수행된 적이 있다(Campbell et al., 2000). 본 연구에서는 유칼립투스의 절엽을 재료로 염료흡수 기간별 온도, 증기압차, 그리고 광주기가 보존염의 품질에 미치는 영향을 구명하여 보존염의 가공기술의 기초자료로 이용하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 식물재료 및 보존염료 처리

유칼립투스(*Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth., silver dollar eucalyptus)의 절엽(줄기 포함)을 화훼도매시장에서 구입하여 실험에 이용하였다. 줄기의 상태가 고르고 상처가 없는 균일한 것들을 골라 수중 절단한 후 2시간 동안 물에 침지시켰다. 그 후 줄기 상단부의 어린 부위와 하단부의 노화된 부위를 잘라내고 중간부분 20cm를 취하여 실험에 이용하였다. 이때 보존용액의 흡수 면적을 최대화하기 위해 줄기의 하단부위를 45° 각도로 비스듬히 절단하였다.

보존염료는 시판되고 있는 그린용액(K-styles, Namu Trading, Korea)을 사용하였다. 모든 처리는 시험관(11cm × ø2cm)에 보존염료를 20mL씩 넣고 20cm로 절단한 절엽을 3분씩 꽃아 3반복으로 실시하였다. 이 때 잎을 제거한 절엽의 줄기 하단부만 보존 염료에 침지하여 흡수시켰으며(Hunter, 2000), 보존염료 흡수 처리 후 모든 식물체는 3일간 20°C의 실험실에서 건조하였다.

### 염료 흡수 시 환경조건

보존염료의 흡수는 온도, 습도, 광주기가 조절되는 식물성장상(HB-30IS-3C, Hanbaek, Korea)에서 실시되었다. 광은 성장상 내에 설치된 형광등으로 공급되었고, 명기의 광도(PPFD)는  $27\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (2000 lux)로 유지되었다.

### 온도 처리

예비 실험한 결과를 바탕으로 보존염료 흡수 시 성장상 내 온도는  $10 \pm 2$ ,  $20 \pm 2$ ,  $30 \pm 2$ ,  $40 \pm 2$ °C의 4수준으로 하였고, 흡수기간은 3, 6, 9, 12일로 하였다. 이 때 상대습도(relative humidity, RH) 50%, 광주기 24시간으로 유지되었다.

### 증기압차 처리

보존염료 흡수 시 생장상 내의 증기압차(vapor pressure deficit, VPD)는 0.23, 0.70, 1.17, 1.61kPa(RH로 환산하면 90, 70, 50, 30% 수준)의 4수준으로 하였고, 처리일수는 3, 6, 9, 12일로 하였다. 이때 온도는  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , 광주기는 24시간으로 암기 없이 연속 조사하였다.

### 광주기 처리

보존염료 흡수 시 생장상 내의 광주기는 0, 6, 12, 24시간의 4수준으로 처리되었고, 처리일수는 3, 6, 9, 12일로 하였다. 이 때 온도는  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , RH는 50%로 유지되었다.

### 온도 및 VPD 조합 처리

유칼립투스 보존염 제작의 최적 조건을 찾기 위하여 위 세 종류의 환경조건 처리 실험 후 일부 환경조건을 선별하여 추가 실험을 수행하였다. 보존염료 흡수 시 생장상 내의 환경조건을 온도  $10 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 RH 70% 및 50%(VPD로 환산하면 0.36, 0.50kPa)와  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 RH 90, 70, 50%(VPD로 환산하면 0.23, 0.70, 1.17kPa)의 5수준으로 유지하였고, 흡수기간은 3, 6, 9, 12일로 하였다. 광조건은 암상태로 통일하였다.

### 염색 및 유연성 분석

염료처리 직전의 신선엽 및 흡수기간별 보존염의 염색은 Chromameter(Minolta CR-300, Japan)로 측정하여 Hunter 값으로 비교하였다. L값(명도)은 0(흑색)~100(백색)을, a(녹적도)값은 -80(녹색)~80(적색)으로, b(청황도)값은 -80(청색)~80(황색)으로 나타내었다. 각 처리별로 잎 10장을 선발하여 안쪽 중심부위를 대상으로 측정치를 평균값으로 표시하였다. 잎의 색상은 신선엽(대조구)의 L, a, b값을 기준으로 염료 흡수 3, 6, 9, 12일 후 각 처리구의 염색을 L', a', b'로 하여 비교하였다. 염색 후 3일간 건조한 뒤에 염색을 측정하여 염색 직전 신선엽의 색과 비교하였다.

잎의 색차를 비교하기 위하여 Koyoma and Uda(1994)의 방법에 따라 아래와 같은 식에 대입하여  $\Delta E$ 값을 구하였다.  $\Delta E$ 값은 두 색간의 차이를 수치화한 것으로 대조구(신선엽)의 색상값 L, a, b와 환경조건 및 처리기간별 색상값 L', a', b'를 가지고 계산하였는데, 이 값이 작을수록 잎의 색깔이 대조구에 가깝다는 것을 의미한다.

$$\Delta E = \{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2\}^{1/2}$$

염료 흡수 기간 및 환경조건이 염색에 미치는 영향을 시각적으로 표현하기 위해 먼셀 표색계를 이용하였다. 색차계로 얻은 L, a, b값을 표색계 변환프로그램(Munsell Conversion Program ver. 4.01, Grand Rapids, MI, USA)으로 이용하여 염색의 변화를 색으로 나타내었다.

보존염의 품질에서 중요한 요소인 유연성 분석을 위해 암 상태에서 상기의 온도 및 VPD 처리를 같은 요령으로 실시하였고, 염색 측정 후 줄기의 유연성과 잎의 부착 강도를 측정하였다. 줄기의 유연성은 정단과 하단을 서로 접촉시켜  $180^\circ$ 로 접은 후 부러진 개체의 비율(stem breakage, %)과 이후 원위치로 돌아가는 정도를 정단과 하단의 거리(distance from bottom to the tip, cm)로 나타내었다. 잎의 부착 강도는 보존염 취급 과정과 염색 및 줄기 유연성 측정 과정에서 탈리되거나 부서진 잎의 개수(number of fallen leaves per stem)로 표시하였다. 이를 위해 염수 측정 전 취급과정에서 모든 보존염에 유사한 강도와 횡수의 접촉을 주었다. 유연성 측정에는 처리별 2반복, 반복당 5절엽씩 사용되었다.

### 통계처리

통계 분석은 SAS V9.1 for Window 프로그램(SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였고, 처리구 평균간 유의성 검정은 Tukey의 HSD 검정법(Tukey's honestly significant difference test)을 이용하여 5% 유의수준에서 실시하였다. 회귀분석 및 그래프 작성은 SigmaPlot (SigmaPlot V10, Systat Software Inc., USA)을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 온도 처리의 효과

유칼립투스의 잎을 보존염료에 침지한 후 시간에 따른 염색 값의 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 명도를 나타내는 Hunter L값은 대조구(신선엽)의 46.78에 비해 처리온도가 높아질수록, 처리일수가 길어질수록 낮아져 염색이 대조구보다 짙어졌다. 특히  $40^\circ\text{C}$ 의 12시간 침지처리에서 34.19의 최소값을 보였다. 이 결과는 장미 '비탈'에서 보존염 처리시간이 길어질수록 L값이 낮아졌다는 보고(Park et al., 2009)와 유사하다.

녹색과 적색을 나타내는 Hunter a값은 대조구가 -10.40로 색차표 상에서 녹색 방향에 위치해 있었지만 처리온도가 높아지고 처리일수가 길어질수록 -11.09~-0.88로 적색 방향으로 이동하여 녹색도가 낮아졌다. 청색과 황색을 나타내는

**Table 1.** Effects of temperature and dipping duration for preserving dye treatment on preserved leaf color expressed by Hunter and Munsell values in *Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth.

Temperature (°C)	Dipping duration (days)	Hunter value <sup>z</sup>			Munsell value <sup>y</sup>		
		L	a	b	Hue	Value	Chroma
Fresh leaves		46.78 a <sup>x</sup>	-10.40 h	10.32 bc	8.22GY	4.53	2.34
10	3	43.77 b	-11.09 i	12.76 a	7.17GY	4.24	2.64
	6	41.28 de	-7.14 f	7.08 ef	7.99GY	4.01	1.65
	9	40.13 e	-8.07 g	7.76 de	8.28GY	3.90	1.89
	12	42.53 c	-7.59 fg	6.80 ef	8.95GY	4.13	1.70
20	3	42.67 bc	-10.64 hi	10.34 bc	8.33GY	4.14	2.41
	6	41.25 de	-7.38 f	6.68 f	8.80GY	4.00	1.66
	9	40.98 de	-6.98 f	10.45 bc	5.50GY	3.98	1.93
	12	42.47 c	-4.89 e	3.67 g	0.21G	4.12	1.03
30	3	40.75 ef	-7.35 f	8.41 d	6.99GY	3.96	1.80
	6	38.11 f	-4.66 e	6.93 ef	5.29GY	3.70	1.28
	9	41.75 cd	-3.16 d	1.55 i	2.60G	4.05	0.62
	12	37.81 f	-2.98 d	2.55 hi	8.95GY	3.67	0.66
40	3	41.13 de	-3.42 d	11.27 b	9.97Y	3.99	1.62
	6	40.17 e	-2.23 c	9.78 c	8.30Y	3.90	1.38
	9	35.69 g	-0.88 b	7.68 def	6.29Y	3.47	1.12
	12	34.19 h	-1.00 a	2.92 gh	0.24GY	3.33	0.45

<sup>z</sup>Hunter values of preserved leaves were measured by a chroma meter after drying for 3 days after treatments except for fresh leaves.

<sup>y</sup>Munsell values were converted from Hunter values by Munsell Conversion program.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Tukey's honestly significant difference test at  $p \leq 0.05$ .

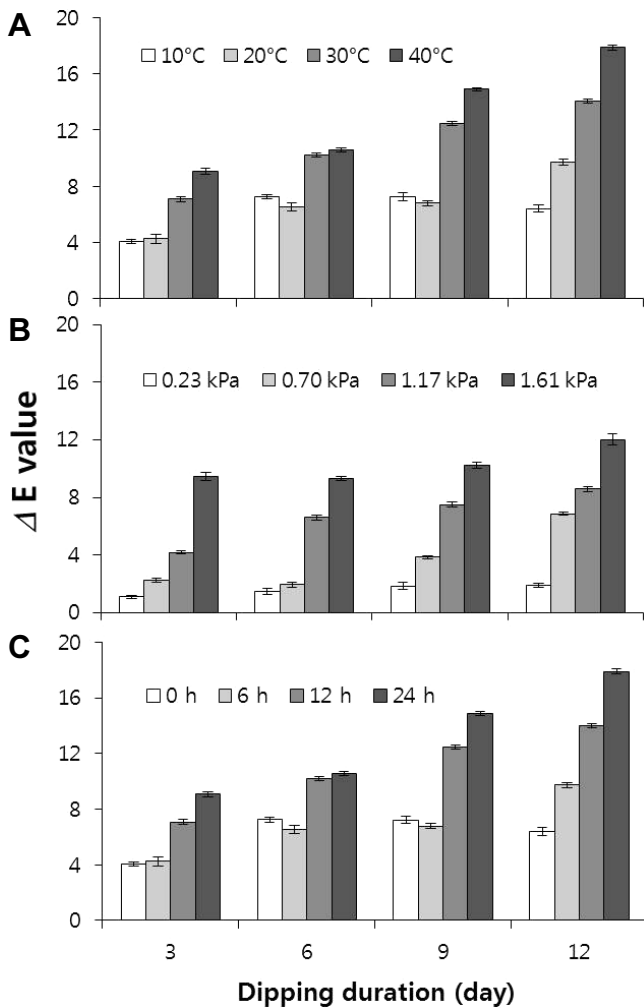
Hunter b값은 대조구의 10.32에서 처리온도가 높아지고 처리 일수가 길어질수록 최소 1.55까지 낮아져 황색이 얼어졌다.

이 결과를 정리하면 보존염료 처리 시 온도와 침지시간이 증가할수록 명도(L)와 녹색도(a), 그리고 황색도(b)가 감소했다고 할 수 있다. 상대습도가 같더라도 온도가 올라갈수록 증기압차(VPD)가 증가하는데, 증발산량은 VPD에 비례하여 증가한다(Nokes, 1995). 기온 10, 20, 30, 40°C에서 상대습도 50%일 경우 VPD는 각각 0.50, 1.17, 2.12, 3.50kPa 정도이다. 이 연구에서 녹색도의 감소는 엽온이 상승하고 증산량이 증가하는 고온 조건에서 녹색 보존염료의 흡수가 수분 손실 속도를 따라잡지 못했기 때문에 발생한 것이라 생각된다. 그리고 보존용액이 채워지지 못한 부위에서 갈변 현상이 발생했는데 이로 인해 엽색이 적색 방향으로 이동한 것으로 보인다. 또한 고온에서 엽록소의 파괴로 갈변 현상이 심해졌을 것(Ponting et al., 1960)으로 판단된다.

Hunter value 결과를 표색계 변환프로그램을 이용해서 유

칼립투스스의 엽색 변화를 나타낸 결과(Table 1), 먼셀값에서 색상을 나타내는 H값은 10-30°C에서는 GY 계열로, 40°C에서는 Y 계열로 나타났고, 명도를 나타내는 V값은 온도가 높아질수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 즉 유칼립투스스의 잎은 처리온도가 높아지고 처리일수가 길어질수록 색상의 변화가 크다는 것을 알 수 있었다.

ΔE값은 10°C 3일 처리에서 가장 낮았고 처리온도가 높아지고 처리일수가 길어질수록 높아져서 갈색으로 나타나 큰 차이를 보였다(Fig. 1A). 대조구(신선엽)와 색상면에서 가장 가까운 것은 10-20°C의 3일 침지처리였으며, 경제성 면에서는 단기간 처리가 유리하다고 판단된다. 다만 육안에 의한 판단과 상품의 가치, 화훼장식가들의 다양한 화훼장식품 개발과 소재의 이용의 폭을 고려했을 때 계절에 따라 다양한 색의 소재를 이용하는 측면에서는 기호에 따라 유연성에 문제가 없었던 10-20°C에서 6일 처리로 제작된 보존염도 필요할 것이라 생각된다.



**Fig. 1.** Difference ( $\Delta E$ ) in leaf colors between fresh and preserved leaves dipped in preserving dye solution during different durations under different temperature (A), vapor pressure deficit (B), and photoperiod (C) in *Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth.  $\Delta E$  was derived from Hunter values in Table 1 to 3 by the equation of Koyoma and Uda (1994).

### 수증기압차의 효과

수증기압차(VPD)와 보존염료 침지시간에 따른 유칼립투스 보존염의 엽색은 Table 2와 같다. 명도 L값은 대조구 39.81에 비해 모든 처리구에서 신선엽에 비해 높아지는 경향을 나타내어 엽색이 얼어짐을 알 수 있었으나 처리구간 큰 차이는 없었다. 녹색도 a값은 VPD 1.17kPa과 1.61kPa에서는 처리기간에 관계없이 대조구보다 높아져서 녹색이 짙어졌고, VPD 0.70kPa과 0.23kPa에서는 처리일수가 길어지면서 대조구와 비슷하거나 조금 낮아졌다. 청황도 b값은 대조구의 2.29에 비해 VPD 1.17kPa과 1.61kPa에서는 7.63-

11.90로 높아져 황색도가 증가하였다. 반면 VPD 0.70kPa과 0.23kPa에서는 처리기간이 길어질수록 b값이 낮아지면서 대조구와 비슷한 수치를 보였다.

$\Delta E$ 값은 VPD 1.17kPa과 1.61kPa에서 다른 처리구보다 매우 높게 나타났다(Fig. 1B). 이것은 높은 VPD에서 잎의 증산이 촉진되면서 수분 손실이 증가하는 것(Nokes, 1995)에 비해 보존염료의 흡수는 느리기 때문에 수분이 빠져나간 엽육조직을 잘 대체하여 채우지 못하였고, 엽록소의 파괴되었기 때문(Lee and Nam, 2005)으로 생각된다. 반면 VPD가 낮은 0.70kPa과 0.23kPa에서는 처리일수에 관계없이  $\Delta E$ 값도 낮게 나타났다(Fig. 1B).

이 Hunter 값을 먼셀값으로 전환할 경우 H값(색상)은 VPD 1.17-1.61kPa에서는 GY계열로, VPD 0.70-0.23kPa에서는 G계열로 나타났다(Table 2). 명도 V값은 VPD가 높아질수록 낮아지는 경향을 나타내었다. VPD가 높은 처리구는 대조구보다 엽색이 얼어졌으며, VPD가 0.70-0.23kPa로 낮아질수록 대조구와의 엽색의 변화는 거의 없어 대조구와 가까웠다. 건조 3일 후 VPD 1.61kPa에서 3일 처리는 잎을 만졌을 때 부서지고 줄기도 180° 구부렸을 때 부서짐을 알 수 있었다. 따라서 VPD가 낮아질수록 체내 수분의 보존염료 대체로 인하여 흡수가 잘 된다는 것을 알 수 있었다. 처리별 보존염의  $\Delta E$ 값, 먼셀 색상 값, 육안에 의한 판단, 그리고 외관과 내구성 등을 종합적으로 볼 때 VPD 0.70-0.23kPa(RH 70-90%)에서 3-6일간 보존염료용액 침지 처리가 유칼립투스 보존염 제작에 적합하다고 판단된다. 경제성을 고려한다면 3일 침지처리가 6일 처리보다 유용하다.

### 광주기의 효과

유칼립투스 잎을 보존염료에 침지한 후 광주기(24시간 주기)에 따른 엽색 값의 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 보존염의 L값은 대조구 46.53에 비해 모든 광주기 처리에서 침지처리 기간이 길어질수록 대조구보다 더 낮아져 엽색이 짙어지는 경향이 있었다. 녹색도인 a값은 모든 처리구에서 광주기와 침지처리 기간이 길어질수록 대조구(-8.64)보다 최고 -5.16까지 높아져 녹색이 얼어졌다. 청황도인 b값은 광주기와 침지기간이 길어질수록 대조구(5.05)보다 최저 2.23까지 낮아져 황색이 얼어졌다.

광주기가 길어질수록 기공이 열려있는 시간이 증가하고 부분적으로 엽온도 높아져 증산량과 호흡량도 증가하게 된다(De Stigter, 1980; Nokes, 1995). 본 연구에서 광주기가 길어질수록 엽색이 얼어진 것은 증산량 증가에 의해 수분

**Table 2.** Effects of vapor pressure deficit (VPD) and dipping duration for preserving dye treatment on preserved leaf color expressed by Hunter and Munsell values in *Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth.

VPD (kPa)	Dipping duration (days)	Hunter value <sup>z</sup>			Munsell value <sup>y</sup>		
		L	A	b	Hue	Value	Chroma
Fresh leaves		44.37 ab <sup>x</sup>	-8.49 e	5.89 ab	0.81G	4.33	1.78
0.23	3	45.19 a	-8.85 e	6.51 a	0.46G	4.38	1.87
	6	44.57 ab	-8.01 de	4.64 bc	1.83G	4.32	1.62
	9	45.40 a	-7.96 de	4.96 b	1.42G	4.40	1.61
	12	44.59 ab	-7.59 d	4.41 bc	1.79G	4.32	1.53
0.70	3	42.35 bc	-7.61 d	5.30 ab	0.74G	4.11	1.60
	6	42.70 bc	-7.58 d	5.88 ab	0.06G	4.14	1.62
	9	41.76 bc	-5.87 c	4.97 b	9.28GY	4.05	1.28
	12	39.05 c	-4.85 c	3.58 c	0.22G	3.79	1.04
1.17	3	40.67 bc	-6.87 cd	4.75 bc	0.77G	3.95	1.46
	6	38.84 c	-5.34 c	4.13 c	9.93GY	3.77	1.17
	9	38.32 c	-4.69 c	3.57 c	0.01G	3.72	1.02
	12	37.73 cd	-4.14 bc	2.59 d	1.19G	3.67	0.87
1.61	3	36.49 cd	-3.77 bc	3.71 c	7.67GY	3.55	0.88
	6	36.80 cd	-3.51 bc	3.65 c	7.34GY	3.58	0.83
	9	36.55 cd	-2.59 ab	2.86 d	7.19GY	3.55	0.61
	12	35.61 d	-1.53 a	1.45 e	7.76GY	3.46	0.35

<sup>z</sup>Hunter values of preserved leaves were measured by a chroma meter after drying for 3 days after treatments except for fresh leaves.

<sup>y</sup>Munsell values were converted from Hunter values by Munsell Conversion program.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Tukey's honestly significant difference test at  $p \leq 0.05$ .

손실 속도가 높아진 반면, 수분 손실로 빈 세포 공간을 색소가 함유된 보존용액이 바로 채우지 못했기 때문이라 판단된다. 또한 고온 처리와 마찬가지로 장시간 광조사가 엽온을 상승시켜 호흡을 증가시켰고 이로 인해 양분 소모와 엽록소 파괴도 열린 보존엽의 색과 관련이 있는 것으로 보인다. 24시간 광주기 처리에서는 건조 후 엽연에 황변 현상이 일어나 색도 떨어졌고 보존엽 품질도 저하되었다.

신선엽과 처리구 간의 색차를 나타내는  $\Delta E$  값은 광주기(광조사 시간)와 보존염료 처리시간이 짧을수록 감소하여 신선엽에 가까운 수치를 나타내었다(Fig. 1C). 특히 광주기 0시간(암처리)과 6시간 처리에서는 보존염료 침지 3-9일까지 유사한 값을 보였다. 이 역시 증산속도가 느린 환경조건인 짧은 광주기 또는 암조건(De Stigter, 1980; Nokes, 1995)에서 보존염료의 흡수가 잘 원활히 이루어진 결과로 판단되었다.

이 결과를 표색계 변환프로그램으로 변환하여 살펴보면

H값(색상)은 광주기 0-12시간에서는 G계열로, 12-24시간에서 GY계열로 나타났고, V값(명도)은 광주기와 침지시간이 길어질수록 낮아지는 경향을 나타내었다(Table 3). 이는 건조화 제작 시 광에 노출되는 시간이 길어질수록 색의 유지는 더 나빠진다는 보고(Raworth and Berry, 1993)와 *Nephrolepis ordifolia*의 보존염료 제작 시 장시간의 광 노출이 엽록소 파괴와 수분 손실을 촉진하였다는 보고(Lee and Nam, 2005)와 유사하다.

색차계로 측정한 보존염료의 색상과 육안 관찰, 그리고 전체적인 형태, 유연성 등의 품질 가치로 볼 때 암상태(광주기 0시간)에서 3-6일 처리가 적당하다고 판단된다. 따라서 보존염료 처리 시에는 가능한 암 상태 또는 짧은 광주기에서 침지해야 될 것으로 생각된다.

### 보존염료의 유연성

유클립투스 절엽의 보존염료 처리 시 온도와 VPD가 침지

**Table 3.** Effect of photoperiod and dipping duration for preserving dye treatment on preserved leaf color expressed by Hunter and Munsell values in *Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth.

Photoperiod (h)	Dipping duration (days)	Hunter value <sup>z</sup>			Munsell value <sup>y</sup>		
		L	a	b	Hue	Value	Chroma
Fresh leaves		46.53 a <sup>x</sup>	-8.64 gh	5.05 ab	1.79G	4.51	1.72
0	3	43.92 b	-7.79 fg	5.88 a	0.22G	4.26	1.64
	6	41.92 c-f	-7.37 ef	3.70 c	2.47G	4.07	1.47
	9	41.97 cde	-6.83 cde	3.05 cde	3.39G	4.07	1.36
	12	40.86 e-h	-6.87 cde	2.68 de	4.30G	3.97	1.38
6	3	42.92 bc	-7.96 fg	5.21 ab	1.10G	4.16	1.65
	6	42.03 cde	-7.44 ef	3.22 cd	3.58G	4.08	1.48
	9	40.87 e-h	-6.12 bc	3.70 c	1.48G	3.97	1.25
	12	40.56 f-i	-5.83 ab	3.67 c	1.24G	3.94	1.20
12	3	42.66 bc	-9.13 h	4.86 b	2.22G	4.14	1.86
	6	41.24 d-g	-7.58 ef	3.52 c	3.00G	4.00	1.52
	9	39.82 hi	-7.30 def	4.89 b	0.88G	3.87	1.55
	12	39.54 hi	-6.46 bcd	5.41 ab	9.40GY	3.84	1.44
24	3	42.32 cd	-9.43 h	5.14 ab	2.09G	4.11	1.93
	6	39.98 ghi	-7.42 ef	5.44 ab	0.37G	3.88	1.61
	9	39.27 i	-5.16 a	2.23 e	3.55G	3.81	1.04
	12	37.28 j	-6.11 bc	4.83 b	9.69GY	3.62	1.36

<sup>z</sup>Hunter values of preserved leaves were measured by a chroma meter after drying for 3 days after treatments except for fresh leaves.

<sup>y</sup>Munsell values were converted from Hunter values by Munsell Conversion program.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Tukey's honestly significant difference test at  $p \leq 0.05$ .

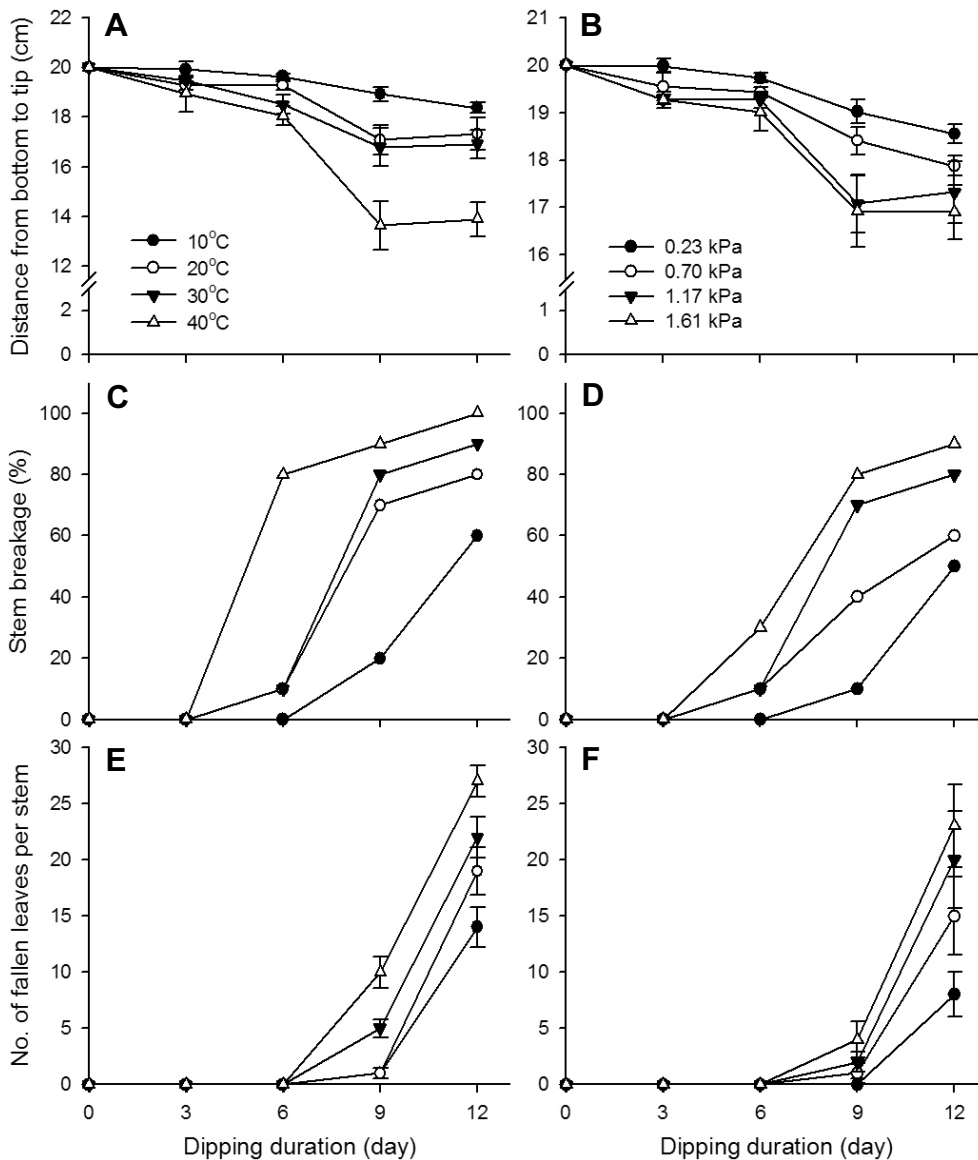
시간별 줄기 및 잎의 유연성에 미치는 영향을 구명하기 위해 보존염료에 일정기간 침지한 다음 3일 음건한 후 줄기의 양끝을 잡고 180° 구부렸을 때 부러짐 여부, 다시 펴지는 정도, 그리고 탈리 염수를 조사한 결과, 온도 10-20°C와 VPD 0.23-0.70kPa, 3-6일 침지처리에서 낙엽이 적고 잎과 줄기의 유연성이 큰 것으로 나타났다(Fig. 2). 반면, 온도가 30-40°C로 높거나 VPD가 1.16kPa 이상이면 보존염료 침지처리 9일째부터 유연성이 떨어지는 결과가 나타났으며 일부에서는 6일째부터 유연성의 감소 현상이 보였다(Figs. 2A, 2C, and 2E).

온도가 20°C로 동일할 때에는 VPD가 작을수록 유연성이 높았고(Figs. 2B, 2D, and 2F), 상대습도가 50%로 같을 때 온도가 상승하면 VPD가 커지는 효과가 있는데(Nokes, 1995) 이로 인해 유연성이 감소하였다. 즉 VPD가 커지면 증발산량이 증가하게 되고(Nokes, 1995) 흡수되는 보존용액이 방출되는 수분을 즉각적으로 보충하지 못하면서 줄기나 잎에

보존용액이 균일하게 흡수되지 못했을 것이다. 이것이 잎이 부서지거나 떨어지고 줄기가 쉽게 부러지는 원인이 되었을 것으로 추정된다. 따라서 온도의 감소나 상대습도의 증가로 인해 VPD가 낮아질수록 체내 수분의 보존염료 대체로 인하여 흡수가 잘 된다는 것을 알 수 있었다.

#### 온도와 VPD의 조합 효과

위의 세 가지 환경조건에서 각각 실험을 실시한 후 최적의 환경조건을 찾기 위해 광조건은 암상태를 유지하면서 저온(10, 20°C) 및 고습(RH 70-90%) 조건에서 추가실험을 수행한 결과, ΔE값은 거의 VPD와 비례하였다(Fig. 3A). 다만 10°C + 50% RH(VPD 0.50kPa)에서 20°C + 70% RH(VPD 0.70kPa)보다 ΔE값이 약간 높았다. 유연성에 있어서는 VPD가 낮을수록 줄기의 유연성이 높아져 부러지지 않았고 휘어졌던 줄기가 다시 펴지는 성질이 있었다(Figs. 3B and 3C). 잎의 부착 강도나 유연성도 VPD가 낮을수록 양호하였다



**Fig. 2.** Effects of temperature (A, C, E) and vapor pressure deficit (B, D, F) for preserving dye treatment in darkness on the flexibility of preserved leaves in *Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth. according to dipping duration. The flexibility represented distance from bottom to tip of stem (A, B) and numbers of broken stems (C, D) after folding the stem at a 180 degree angle, and numbers of fallen leaves from stem (E, F).

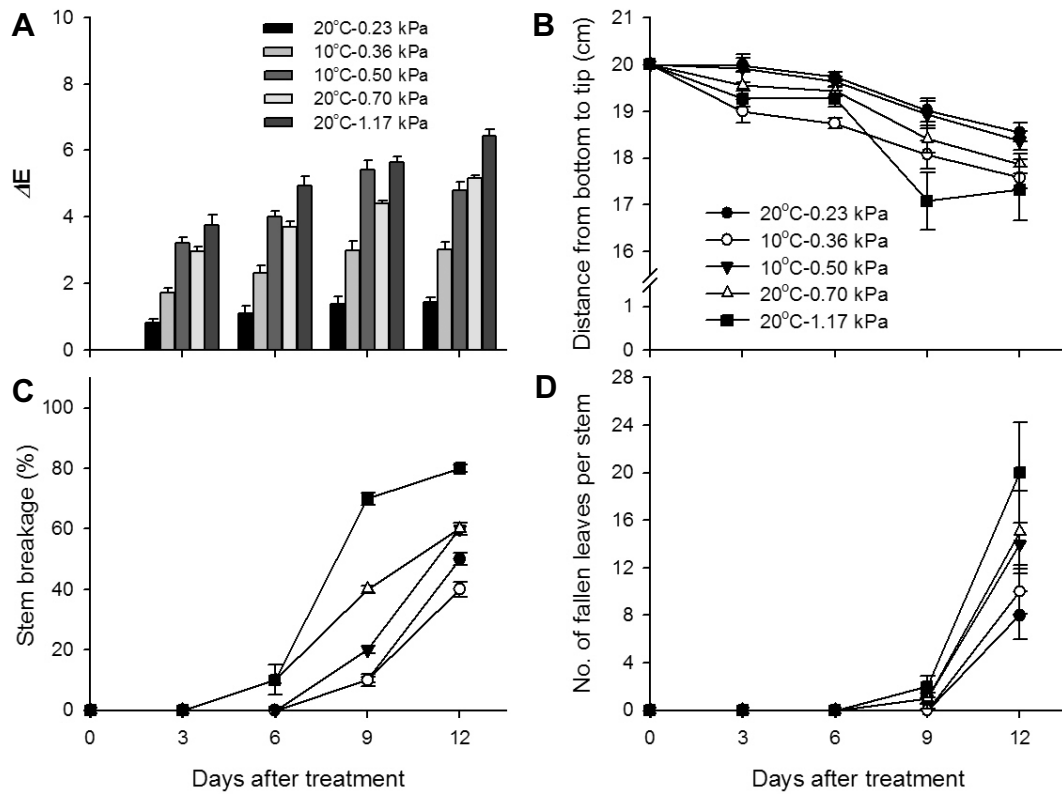
(Fig. 3D).

상기의 온도 및 VPD 실험 결과를 토대로 본다면 ΔE가 4.0 이하이면 신선엽 대비 색상이나 품질면에서 양호하였으며, 4.0-6.0 정도도 엽색 이외의 품질은 양호하였다. 이 실험에서도 20°C + 50% RH(VPD 1.70kPa)를 제외하면 큰 문제는 없었다. 다만 침지처리 기간의 9일 이상이 되면 VPD가 낮더라도 10% 이상의 줄기가 부러졌고 탄성도 조금 떨어졌다(Figs. 3B and 3C).

본 연구는 유칼립투스 절엽을 재료로 고품질 보존엽 제작

을 위한 최적조건을 구명하기 위해 실시되었다. 온도, VPD, 광주기 등 보존염료 처리 시 환경조건은 보존엽의 색과 물성에 영향을 주었는데, 증산속도가 증가하는 환경조건, 즉 고온, 높은 VPD, 그리고 긴 광조사시간 처리에서 품질이 나빠지는 공통점이 있었다(Tables 1, 2, and 3; Figs. 1 and 2). 따라서 수분 손실을 초래하는 증산작용을 감소시키는 환경조건, 즉 20°C 이하의 저온, 0.70kPa 이하의 낮은 VPD(70% 이상의 높은 상대습도), 암상태 또는 6시간 이하의 짧은 광조사 조건에서 6일 이하의 짧은 기간 동안 보존염료에 침지





**Fig. 3.** Effects of the combined condition of temperature and vapor pressure deficit for preserving dye treatment in darkness on the difference ( $\Delta E$ ) in leaf colors between fresh and preserved leaves (A) and their flexibility (B, C, D) in *Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth. according to dipping duration. The flexibility represented distance from bottom to tip of stem (B) and numbers of broken stems (C) after folding the stem at a 180 degree angle, and numbers of fallen leaves from stem (D).

하는 것이 신선엽과 유사한 엽색을 보이면서 내구성(유연성)도 좋은 결과를 나타내었다. 경제성 측면에서 본다면 6일 보다는 3일간의 침지처리가 생산비를 줄일 수 있을 것이다. 다만 엽연의 황변 또는 갈변이나 보존엽의 부스러짐 현상이 없다면 증산속도가 높은 환경조건도 엽색이 다양한 장식 소재를 생산한다는 측면에서 활용할 수 있을 것이다. 그리고 본 연구에서는 잎의 성숙도를 균일하게 하기 위해 절엽의 상단 유엽과 하단 노엽을 제거하였고 줄기 길이도 20cm로 짧게 조정하였기 때문에 이 결과들이 바로 상업적으로 활용되기에는 한계가 있다. 따라서 절엽의 줄기 길이를 길게 하고 다양한 성숙도를 가진 잎이 부착된 상태에서 적정 환경 조건과 보존염료 흡수기간을 찾는 추가 연구가 필요하다.

## 초 록

본 연구는 절엽의 보존엽 가공기술을 개발하기 위해서 화훼장식용으로 많이 사용하는 유칼립투스(*Eucalyptus cinerea*

F. Mull. ex Benth.)의 보존엽 제작을 위한 보존염료 처리 시 온도, 증기압차(VPD), 광주기 등 환경조건과 침지처리기간이 엽색에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다. 균일한 성숙도의 잎을 가진 유칼립투스 절엽(줄기 포함)을 20cm로 절취한 후 온도(10, 20, 30, 40°C), VPD(0.23, 0.70, 1.16, and 1.61kPa), 광주기(0, 6, 12, 24 h)가 다른 성장상에서 보존염료에 3, 6, 9, 12일간 줄기 하단부를 침지하여 흡수시켰고, 이후 20°C의 실험실에서 3일간 건조시켰다. 그 결과, 보존염료 처리 시 온도가 낮을수록 신선엽과 비교하여 엽색의 차이가 줄어들어  $\Delta E$ 값이 감소하였다. 특히 고온구에서 갈변현상에 의해 적색도(a)의 증가와 황색도(b)의 감소가 나타났다. VPD는 낮을수록 대조구와의 엽색 차이가 적어  $\Delta E$ 값이 감소하였다. 광주기는 짧을수록 엽색의 변화가 적어  $\Delta E$ 값이 감소하였다. 또한 환경조건에 관계없이 흡수기간이 길어질수록 엽색의 변화가 커져  $\Delta E$ 값이 증가하였다. 보존염료 흡수 후 건조 3일째 줄기와 잎의 유연성은 온도, VPD 및 침지기간이 감소할수록 증가하였다. 따라서, 보존염료

흡수 시 10-20°C의 암 상태에서 0.23-0.70kPa VPD가 최적 환경조건이라 판단되며, 보존염료 처리기간은 보존엽의 품질 및 경제성 면에서 3일이 적당하다고 판단되었다. 이들 환경조건의 공통점은 증산에 의한 수분 손실 속도를 줄인다는 것으로, 이 범위를 많이 벗어나면 급격한 수분 손실에 의해 황변이나 갈변으로 품질이 떨어지게 된다.

**추가 주요어 :** 절엽 가공, 광주기, 온도, 증산, 증기압차

## 인용문헌

- Armitage, A.M. and J.M. Laushman. 1993. Specialty cut flowers: The production of annuals, perennials, bulbs, and woody plants for fresh and dried cut flowers. 2nd ed. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, USA. p. 30-33.
- Byun, M.S., S.H. Lee, and K.W. Kim. 2009. Prolonging vase life of cut flowers using loess and charcoal in holding solution. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:110-115.
- Byun, M.S., J.Y. Park, and K.W. Kim. 2003. Preservation of the green color and flexibility by glycerination and artificial pigment in dried leaves of *Hedera* and *Camellia*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21:417-421.
- Campbell, S.J., J.J. Ogle, and D.C. Joyce. 2000. Glycerol uptake preserves cut juvenile foliage of *Eucalyptus cinerea*. *Austr. J. Expt. Agric.* 40:483-492.
- De Stigter, H.C.M. 1980. Water balance of cut and intact 'Sonia' rose plants. *J. Plant Physiol.* 99:131-140.
- Dubois, P. and D. Joyce. 1992. Preservation of fresh cut ornamental plant material with glycerol. *Postharvest Biol. Technol.* 2:145-153.
- Hillier, M. and C. Hilton. 1986. The book of dried of dried flowers. Simon and Schuster, New York. p.174.
- Hunter, N.T. 2000. The art of floral design. 2nd ed. Delmar, Albany, NY, USA. p. 278-279.
- Kim, K.W. 1994. Postharvest handling and storage of cut flower, florist greens, and potted plant. SangKyung Book Co., Seoul, Korea.
- Knud Nielsen Co. 1994. Dried materials. Knud Nielsen Co., Inc., USA. p. 30-35.
- Koyama, Y. and A. Uda. 1994. Effect of temperature, light intensity and sucrose concentration on bud forcing and carnation flower quality. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 63:203-209.
- Lee, H.J., M.S. Byun, and K.W. Kim. 2003. Retardation of yellowing and abscission by benzyladenine spray treatment in cut leaves of *Asparagus*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44:238-244.
- Lee, J.H. and Y.K. Nam. 2005. Preservation of detached leaves and whole parts of *Nephrolepis ordifolia* 'Duffii' with glycerol and artificial dyestuff. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:319-323.
- Lee, J.S., P.O. Lee, and E.S. Song. 1990. Effects of inhibitors of ethylene synthesis and action on ethylene production and flower longevity of carnations. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 31:284-293.
- Lim, Y.H. and W. Oh. 2011. Effects of earthenware vase on longevity of cut gerbera flowers and microbial multiplication in holding solution. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29:110-115.
- Lim, Y.H. and W. Oh. 2012. Effect of the treatment methods of ethanol and glycerine on preserved flower quality of carnation 'Desio'. *J. Agr. Life Sci.* 46(5):37-45.
- Nokes, S.E. 1995. Evapotranspiration, p. 91-132. In: A.D. Ward and W.J. Elliot (eds.). Environmental hydrology. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.
- Paparozi, E.T. and D.E. Mc Callister. 1988. Glycerol in microwave preservation of annual statice (*Limonium sinuatum* Mill.). *Sci. Hort.* 34:293-299.
- Park, Y.J., J.S. Ahn, H.A. Kim, B.G. Heo, and H.J. Kim. 2009. Effect of ethanol and glycerine treatment at preserved flower processing of rose 'Vital'. *J. Kor. Soc. People Plants Environ.* 12(4):75-82.
- Park, Y.J., B.G. Heo, and Y.K. Kang. 2001. The present situation and prospect of dried flower and pressed flower processing. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 19:262-269.
- Ponting, J.D., D.W. Sanshuck, and J.E. Brekke. 1960. Color measurement and deterioration in grape and berry juices and concentrates. *Food Res.* 25:471-476.
- Raworth, J. and S. Berry. 1993. Dried flowers for all seasons. Collins & Broun Ltd., Spain.
- Sho, C.S., Y.J. Park, I.B. Lee, and B.G. Heo. 2001. Color and morphological characteristic of freeze-dried rose. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 9:87-90.
- Sohn, K.W. 2005. Optimum concentration of glycerine, Tween 20, and green food color for dry processing of Korean native conifer leaves. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:465-470.
- Sohn, K., H.J. Kwon, and E.Y. Kim. 2003. Optimum concentrations of dye for preserving *Magnolia kobus* and *Magnolia grandiflora* leaves. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21:233-238.
- Wenxiang, L., Z. Yang, and Y. Zhijun. 1995. Stuiies on the methods of making dry flower. *J. Yunnan Agric. Univ.* 10:207-212.
- Yoo, E.H., Y.W. Seo, H.D. Kim, K.J. Kim, S.J. Jeong, M.I. Jeong, and J.S. Song. 2009. Utilization of digital image process to determinate the optimum concentration of glycerine in preserving dye during preserved rose flowers production. *J. Kor. Soc. Flower Design* 3(Suppl. I):21-23.