

## 배양액의 농도와 광강도가 단일처리전 칼랑코에 유묘의 양분흡수와 생육에 미치는 영향

노은희 · 손정익\*  
서울대학교 식물생산과학부

### Effects of Nutrient Strength and Light Intensity on Nutrient Uptake and Growth of Young Kalanchoe Plants (*Kalanchoe blossfeldiana* 'Marlene') at Seedling Stage

Yin Ji Lu and Jung Eek Son\*

Department of Horticultural Science, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

**Abstract.** It is very important to make shorter and healthier pot plants with increased numbers of branch at a growing stage before short-day exposure. Especially light and nutrient conditions directly affect the growth and quality of the plants as described above. In this study, the effects of nutrient strength and light intensity on the nutrient uptake and growth of young Kalanchoe plants (*Kalanchoe blossfeldiana* 'Marlene') during this growth stage were investigated. The plants were grown under two radiation integral (15.8 and 7.9 mol·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>, PPF) and three EC (0.8, 1.6 and 2.4 dS·m<sup>-1</sup>) conditions. Leaf area, fresh weight, dry weight and number of branch were higher at a higher PPF, and this tendency was more evident at an EC above 1.6 dS·m<sup>-1</sup>. The plants became higher at a lower PPF. When the EC was at 0.8 dS·m<sup>-1</sup>, the plants did not grow so healthy regardless of PPF conditions. EC decrement in the nutrient solution was increased with increase of nutrient strength. With growth stage, the nutrient uptake was increased with increases of nutrient strength and PPF. At a higher PPF, NO<sub>3</sub>-N, K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> were much more absorbed, and especially the uptake of K<sup>+</sup> was 1.1 to 1.5 times greater than that of NO<sub>3</sub>-N. From the results, the EC needed above 1.6 dS·m<sup>-1</sup> during the seedling stage in order to make more healthy Kalanchoe plants having more leaf area, fresh weight, dry weight and number of branches under adequate light conditions.

**Key words :** ebb and flow system, electrical conductivity, potted plant, PPF, subirrigation

\*Corresponding author

## 서 언

칼랑코에(*Kalanchoe*, *Kalanchoe blossfeldiana*)는 수출용 분화 작물로서 화색이 다양하고 소화수가 많으며 개화기간이 길어 소비가 점차 증가하고 화훼농가의 주요 소득원이 되고 있다(Ball, 2000; Dole과 Wilkins, 1999; Chung과 Joung, 1996). 칼랑코에는 일사량이 적은 네덜란드나 일사량이 많은 한국과 같이 다양한 광조건을 갖는 지역에서 재배되고 있다(Verberkt 등, 1996; Kim, 2001). 우리나라의 경우, 고온다습기인 7, 8월만 제외하고 칼랑코에 재배가 가능하므로 작형을 달리하여 생산할 경우 매 작기마다 일사량 차이가 작물의 생육에 다른 영향을 줄 것이며, 일정 품질을 유

지하기 위해서는 생육단계별로 차광처리가 필요하다(Kim, 2001; Mortensen, 1994). 분화의 생육과 품질을 향상시키기 위해서 다양한 광조건에 따른 배양액 농도의 적정 관리도 중요한 요인 중의 하나이다. 광강도는 작물의 생육과 증산속도에 영향을 주고(Wong 등 1978; Lawlor, 1995), 필요한 수분량 및 필요 양분량을 증가시키기 때문이다(Alexander와 Donnelly, 1995; Israeli 등, 1996; Treder, 2003).

칼랑코에의 생장단계 중 단일처리전의 유묘기는 영양생장이 진행되는 중요한 단계이다. 이 시기의 생육 목표는 전체 초장이 짧고 단단하며 분지수가 많은 식물체를 생산하는 것이다(Ball, 2000; Dole과 Wilkins, 1999; Fides, 2000; Kim, 2001; Mortensen, 1994). 칼랑코에 제

배 지침서에 유묘 단계의 양분관리 방법에 관해 발표된 바 있지만(Kovacic와 Holcomb, 1981; Fides, 2000) 광조건과 관련하여 보고된 자료는 없다.

본 연구에는 칼랑코에 성장단계 중 단일처리 전 유묘단계에서 배양액농도와 광강도가 칼랑코에의 생육과 양분흡수특성에 미치는 영향에 대해 조사하여 광강도별 적절한 배양액 농도관리를 위한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료와 재배시스템

실험은 2000년 10월부터 11월까지 서울대학교 농업생명과학대학 부속농장에 설치되어 있는 온실에서 수행하였다. 칼랑코에(*Kalanchoe blossfeldiana* 'Marlene')를 사용하였고, 2000년 10월 20일에 직경이 6 cm 화분에 피트모스와 펄라이트 1:1 (v:v)로 혼합하여 충진 한 후에 삼수를 정식하였다. 화분을 0.5×0.3 m 크기의 ebb and flow 벤치에 6개씩 배치하였고 16 L의 양액탱크를 사용하였다. 25일 동안의 발근기간은 수돗물만 주었으며, 11월 15일부터 배양액을 처리별로 나누어 공급하기 시작하였다. 관수는 수중펌프를 이용하여 매일 배양액을 5분간 관수하였다. 관수하는 기간 5분간, 배수기간은 약 8분간 소요되었다. 관수기간 동안 양액은 화분 밑바닥으로부터 1.7~2.0 cm까지 적시며 모세관 작용에 의해 배지 표면까지 충분히 관수되도록 하였다.

### 2. 실험처리

2조건의 광강도(PPF)와 3조건의 배양액농도 처리를 하였다. 광강도는 무차광과 50% 차광망을 사용하였고 처리 광강도는 평균 적산 PPF가 무차광에서 15.8 mol·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>, 50% 차광망에서 7.9 mol·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>이었다. 평균적 산 PPF는 광량자센서(PAR LITE, Kipp & Zonen, B.V.) 2개를 사용하여 측정하였고 자료수집은 datalogger(DA-100, Yokogawa, Japan)을 사용하였다. 배양액은 Sonneveld 분화용 양액(Table 1)의 희석배수를 조절하여 EC 0.8, 1.6 및 2.4 dS·m<sup>-1</sup>가 되도록 조절한 3처리를 두어 실험하였다.

### 3. 조사 및 분석 방법

분화의 양분흡수 특성을 분석하기 위하여 2000년

**Table 1.** Composition of the nutrient solution used for this experiment<sup>2</sup>.

	Chemical	1S <sup>1</sup> (EC 1.6 dS·m <sup>-1</sup> , pH 6.0)
Macronutrients (mmol·L <sup>-1</sup> )	KNO <sub>3</sub>	4.6
	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	3.0
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.75
	NH <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.1
Micronutrients (μmol·L <sup>-1</sup> )	Fe-EDTA	20.0
	HBO <sub>3</sub>	20.0
	MnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	10.0
	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	3.0
	CuSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.5
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.5

<sup>1</sup>Nutrient solution developed by PBG.

<sup>2</sup>Strength of nutrient solution.

11월 15일부터 11월 24일까지 3일에 한번씩 배양액을 채취하여 여과지(No. 2)로 거른 후 NO<sub>3</sub>-N은 Kjeldahl steam distillte(Eastin, 1978) 방법으로 측정하였고 P, K, Ca는 ICP(ISPS-1000IV, Shimadzu, Japan)로 측정하였다. 각 무기이온의 흡수량은 배양액 내의 각 무기이온의 변화된 농도 차이 및 양액의 체적 차이를 이용하여 계산하였다(Yoon 등, 2000). 양분 흡수량은 1개 재배시스템에 대한 것으로 6개의 식물체가 흡수한 양분의 양이다. 실험 종료 시 각 처리 당 식물체 3주씩 총 18주를 선발하여 초장, 생체중, 건물중, 분지수를 측정하였고 엽면적은 엽면적 측정기 LI-3100(Li-Cor Inc., USA)로 측정하였다. 건물중은 70°C 건조기에 넣고 72시간 건조시킨 후 측정하였다.

### 4. 실험설계 및 통계분석

완전임의배치 방법을 사용하였고, 각 처리당 3반복을 채택하였으며 1반복에 해당하는 1베드에는 칼랑코에 6개체를 배치하였다. 실험에서 얻은 자료는 Statistical Analysis Software(SAS Institute, 1995)를 이용하여 ANOVA 분석을 하였고, p ≤ 0.05 수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 광강도와 배양액농도가 칼랑코에 생육에 미치는 영향

칼랑코에 유묘기 생장을 조사한 결과 광강도가 높을수

배양액의 농도와 광강도가 단일처리된 칼라코에 유묘의 양분흡수와 생육에 미치는 영향

**Table 2.** Effects of light intensity and nutrient solution strength on growth of young kalanchoe plants at seedling stage.

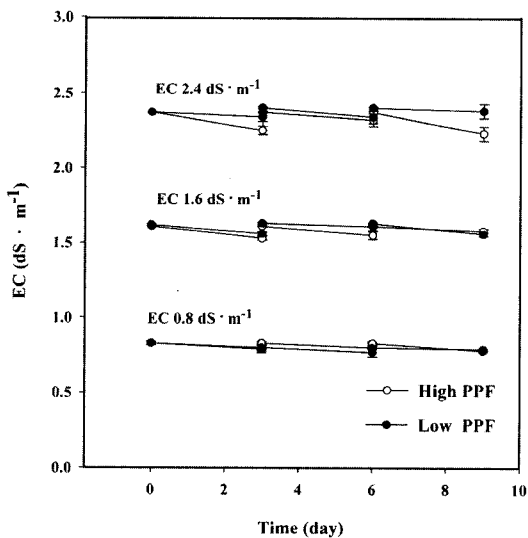
Treatment		Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Plant height (cm)	No. of branch	Total fresh weight(g/plant)	Total dry weight(g/plant)
PPF (A)	EC(dS·m <sup>-1</sup> ) (B)					
High	0.8	55.4 d <sup>2</sup>	4.37 d	4.33 b	5.79 b	0.36 c
	1.6	78.8 b	5.23 c	6.00 a	9.86 a	0.53 b
	2.4	92.0 a	5.20 c	5.67 a	11.85 a	0.65 a
Low	0.8	55.0 cd	6.53 b	4.33 b	6.20 b	0.34 c
	1.6	55.4 d	7.46 a	4.00 b	6.94 b	0.35 c
	2.4	62.7 c	6.60 b	3.33 b	6.49 b	0.37 c
Significance						
A		***	***	***	***	***
B		***	***	NS	**	**
A×B		***	NS	NS	**	**

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

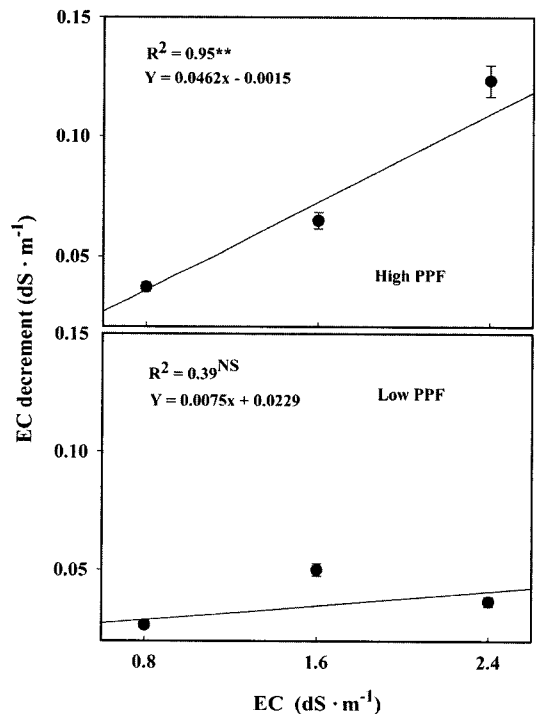
NS, \*\*, \*\*\*Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.01$  or  $0.001$ , respectively.

록 엽면적, 생체중, 건물중이 넓거나 무거웠다(Table 2). 이러한 경향은 EC 0.8 dS·m<sup>-1</sup>에서는 차이가 없었지만, EC 1.6 dS·m<sup>-1</sup> 이상의 고농도 시비구에서 현저하였다. EC 1.6 dS·m<sup>-1</sup>일 때, 엽면적은 무차광이 78.8 cm<sup>2</sup>로서 50% 차광의 약 1.4배였으며, 생체중은 9.9 g으로 약 1.4배, 건물중은 0.53 g으로 약 1.5배 높았고, EC 2.4 dS·m<sup>-1</sup>처리에서도 경우도 동일한 경향을 나타냈다. 초장은 광강도가 낮을수록 높았으며, EC 1.6 dS·m<sup>-1</sup>의 무차광 조건에서 5.2 cm로 50% 차광의 0.7배였다. 분

지는 EC 0.8 dS·m<sup>-1</sup> 이상에서 광강도가 높을수록 많이 발생하였고, 엽면적, 생체중, 건물중과 유사한 경향을 보였다. 배양액의 EC가 0.8 dS·m<sup>-1</sup>일 경우는 차광 처리에 관계없이 생육이 저조하였다.



**Fig. 1.** Changes in EC of nutrient solutions under different nutrient strengths and light intensities during growth of Kalanchoe. Vertical bars presented mean SD (n=3).



**Fig. 2.** EC decrement (for 3 days) in the nutrient solution under different nutrient strengths and light intensities during growth of Kalanchoe. Vertical bars presented mean SD (n=3).

Nemali와 van Iersel(2004)는 베고니아와 페튜니아를 ebb and flow 시스템에서 재배한 결과, 광강도가 높을수록 건물중을 포함한 생육이 증가하였다고 보고하였다. Mortensen(1994)는 성장상에서 광강도를  $85 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서  $130 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 변화시켰을 때, 칼라코에 건물중이 31~40% 증가하였고 광강도가 분화 생육에 직접적인 영향을 준다고 보고하였다. 본 실험결과도 마찬가지로 칼라코에 유묘기 재배에 있어서 엽면적의 증대를 위해서는 높은 광조건이 유리하였

다. 분화 작물에서 초장을 줄이는 것은 전체적인 품질 향상에 기여한다(Mortensen, 1994). 본 실험결과 고광도에서 칼라코에 초장 신장이 저광도보다 억제되었다. 영양생장기의 분지발생은 개화수와 직접적인 관계를 갖고 있다(Chung과 Joung, 1996). 즉 많은 분지가 발생하여야 개화수가 증가한다. 칼라코에는 품종에 따라 분지발생 특성이 다르다(Yang 등, 2000)고 하였다. 하지만 본 실험결과 광도와 배양액 농도가 분지발생에 매우 큰 영향을 주고 있음을 알 수 있었다.

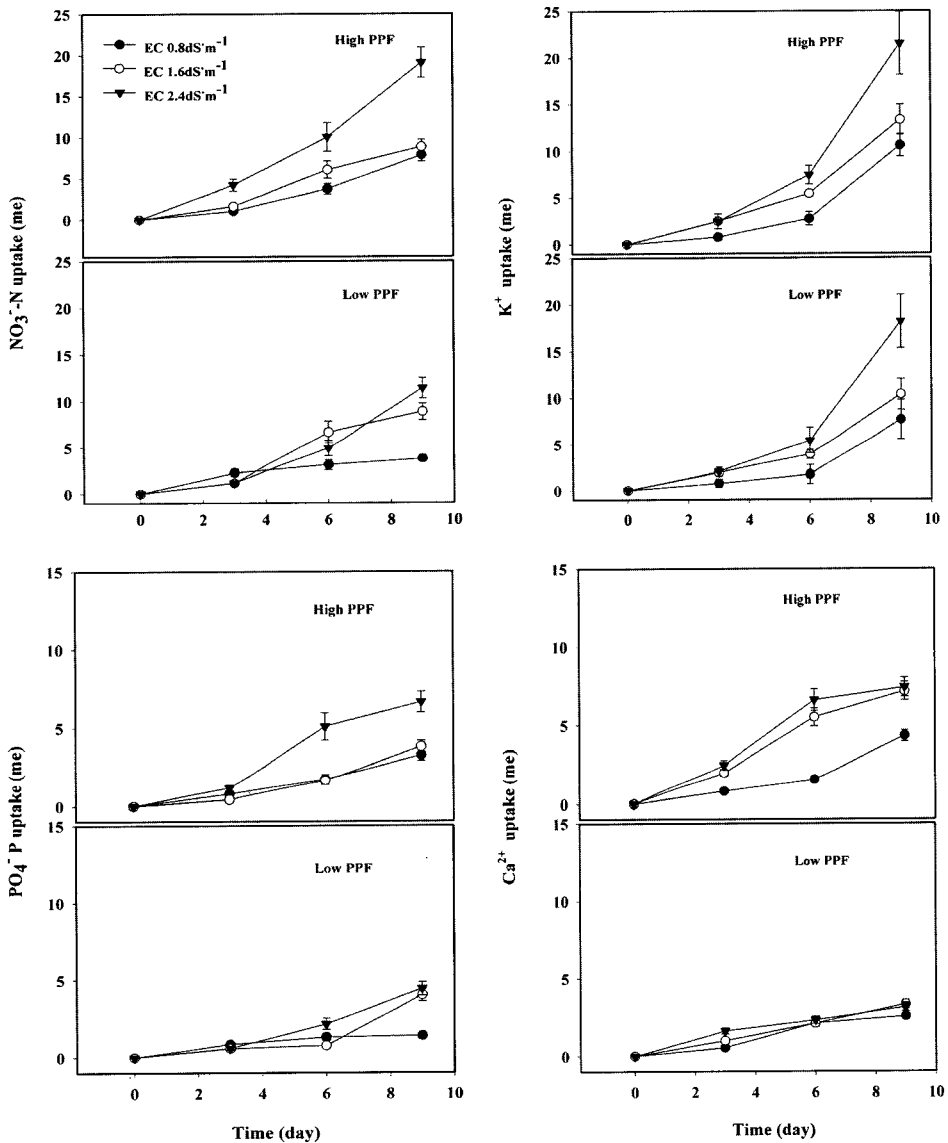


Fig. 3. Changes in nutrient uptakes of kalanchoe plants under different nutrient solution strengths and light intensities. Symbols represent the mean of 3 replications. Vertical bars presented mean SE (n=3).

2. 광강도와 배양액농도가 배양액의 EC변화와 칼랑코에 양분흡수에 미치는 영향

실험기간 동안 탱크 내 배양액의 EC는 모든 광강도와 배양액 농도 처리구에서 감소하였다(Fig. 1). 처리구 별로 3일간의 평균 EC 변화량을 측정된 결과, EC 변화량은 배양액의 농도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였고, 이런 경향은 높은 광강도 처리에서 낮은 광강도 처리에서보다 현저하였다(Fig. 2). 높은 광강도 처리에서 배양액 농도와 배양액의 EC 변화량 간에는 비교적 높은 정의 상관관계( $R^2 = 0.96^{***}$ )를 나타냈다.

생육 단계의 진전에 따라서 양분흡수는 광강도와 배양액 농도(EC)가 높을수록 증가하는 경향을 나타냈다(Fig. 3).  $NO_3-N$  흡수량은 높은 광강도 조건에서 EC  $2.4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  처리가 기타의 EC가 낮은 처리구에 비하여 2배 정도 많았고, 낮은 광강도 조건에서도 EC  $2.4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  처리가 기타 처리구에 비하여 1~3배 많았다.  $PO_4-P$  흡수량은 높은 광강도에서 EC  $2.4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  처리가 EC 0.8,  $1.6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 보다 3배 정도 많았다. K는 모든 광강도에서 배양액농도가 증가함에 따라 흡수량이 현저하게 많은 반면, Ca는 높은 광강도 조건에서 배양액 농도가 증가함에 따라 흡수량도 증가하는 경향을 나타냈다.

이는 식물의 무기이온 흡수가 배양액 내 무기이온 농도에 비례하기 때문(Adams, 1992)으로 판단된다. Jeon 등(2003)은 ebb and flow시스템에서 제라니움을 재배하였을 때, 배양액농도가 증가함에 따라 식물체 내 양분 함량이 증가하였지만,  $2S(EC 3.2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1})$ 에서는 건물중과 생체중이 감소하였다고 하였다. 본 연구에서 칼랑코에는 고풍도일 때 EC  $1.6\sim 2.4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 양호한 성장을 보였고, 저광도 조건에서는 전체적으로 생육이 고풍도에 비하여 저조하였고, 배양액 농도에 따른 생육의 차이가 크지 않았다. 하지만, 저광도에서 배양액 농도가 증가함에 따라 양분흡수는 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3). 저광도에서 배양액 농도를 높게 처리하면 식물체의 과다한 양분흡수로 인하여 식물체내에 많은 양의 무기물은 축적되지만 동시에 식물체의 건물 생산량의 증가는 이루어지지 않은 것으로 보였다(Cui 등 2002; Le Bot 등, 1998).

실험기간 중 전체 양분흡수량은 Table 3과 같다. 처리 별 무기이온의 흡수량을 비교해 보면, 고풍도의 3가지 농도와 저광도의 3가지 농도를 비교해보면 EC

Table 3. Effects of light intensity and nutrient solution strength on nutrient uptake of young kalanchoe plants at stage.

Treatment		Nutrient uptake (me)				
PPF (A)	EC( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ )(B)	$NO_3-N$	$PO_4-P$	$K^+$	$Ca^{2+}$	
High	0.8	7.8 d <sup>z</sup>	3.3 c	10.6 d	4.3 b	
	1.6	9.3 c	3.8 bc	13.3 c	7.2 a	
	2.4	19.1 a	6.6 a	21.5 a	7.4 a	
Low	0.8	3.8 e	1.4 d	7.6 e	2.6 d	
	1.6	8.9 cd	4.0 b	10.4 d	3.3 c	
	2.4	11.4 b	4.4 b	18.2 b	3.2 f	
Significance						
A		***	***	***	***	
B		***	***	***	***	
A×B		***	***	NS	***	

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

NS, \*\*\*Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.001$ , respectively.

$1.6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  처리에서 P를 제외하고, Ca이 평균 2.1배, K이 평균 1.3배, P이 평균 1.3배 높게 흡수되었다. Magalhaes와 Wilcox(1983a, b)는 광강도를 증가시켰을 때 식물체가 흡수한 전체 N, P, K, Ca는 증가하였다고 보고하였는데 이는 본 연구결과와 비슷한 경향이였다. 고풍도에서 생육이 가장 좋았던 배양액 농도 처리는 EC  $1.6\sim 2.4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 나타났지만, 양분의 사용효율을 고려할 때, EC  $1.6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  처리가 가장 적합한 것으로 판단되었고, 저광도에서 배양액 농도가 증가하여도 생육의 증가가 없었으므로 EC  $0.8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이 적합한 것으로 판단되었다. 또한, Table 3의 결과로부터 광강도가 다를 경우 식물체의 각 무기양분 흡수량이 다르므로 식물재배시 광강도에 따라 배양액내의 각 무기양분의 농도를 결정해야 함을 확인 할 수 있었다.

적 요

칼랑코에 단일처리전의 유묘기의 목표는 초장이 짧고 건실하며 분지수가 많은 식물체를 생산하는 것이다. 광과 양분조건은 어린 식물의 생육과 품질에 직접적으로 영향을 준다. 본 연구는 이 시기에 배양액농도와 광강도가 생육과 양분흡수에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 2조건의 적산일사량( $15.8, 7.9 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ , PPF)과 3조건의 배양액농도(EC 0.8, 1.6,  $2.4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) 처

리를 하였다. 칼랑코에 유묘의 생육조사 결과, 광도가 높을수록 엽면적, 생체중, 건물중이 크게 나타났고 분지가 많이 발생하였다. 이러한 경향은 EC 1.6 dS·m<sup>-1</sup> 이상에서 현저하였다. 초장은 광강도가 낮을수록 컸다. 배양액의 EC 감소분은 배양액의 농도가 증가함에 따라 커지는 경향을 보였다. 생육 단계의 진전에 따른 양분흡수는 광도와 배양액 농도(EC)가 높을수록 많아지는 경향을 나타냈다. 실험기간 중 NO<sub>3</sub>-N, P, K, Ca 은 대체로 고광도에서 저광도보다 많이 흡수되었다. 칼랑코에 유묘기 재배 시, 적정 엽면적, 생체중, 분지수, 초장을 얻고, 식물체의 적절한 양분흡수를 위해서는 고광도 시 배양액 농도를 EC 1.6 dS·m<sup>-1</sup> 이상으로 관리하는 것이 적절하였고 저광도 시 배양액 농도를 EC 0.8 dS·m<sup>-1</sup> 관리하는 것이 적절하였다. 본 연구결과에서 광도에 따라 배양액 내의 각 무기양분의 농도를 다르게 관리해야 함을 확인하였다.

**주제어** : 무기이온, 분화, 저면관수, EC, PPF

## 인용문헌

- Adams, P. 1992. Crop nutrition in hydroponics. Acta Hort. 323:289-305.
- Alexander, J.D. and J.R. Donnelly. 1995. Photosynthetic and transpirational responses of red spruce under-storey trees to light and temperature. Tree Physiol. 15:393-398.
- Ball, V. 2000. Ball redbook. 17th ed. Ball Publishing, Batavia, U.S.A. p. 586-591.
- Chung, B.N. and M.I. Joung. 1996. Flowering and plant height response as influenced by daylength in kalanchoe *blossfeldiana*. RDA. J. Agri. Sci. 38:594-597.
- Cui, Y.Y., E.J. Hahn, X.C. Piao, Y.B. Lee, and K.Y. Paek. 2005. Effect of nutrient solution strength on growth of *Doritaenopsis* 'Tinny Tender' in an ebb and flow system. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:86-90.
- Dole, J.M. and H.F. Wilkins. 1999. Floriculture. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A. p. 403-408.
- Eastin, E.F. 1978. Total nitrogen determination for plant material containing nitrate. Anal. Biochem. 85:591-594.
- Fides 2000. Kalanchoe culture guide. Fides Beheer B.V., Delier, Holland. p. 1-43.
- Israeli, Y., A. Schwartz, Z. Plaut, and D. Yakir. 1996. Effects of light regime on  $\delta^{13}C$ , photosynthesis and yield of field-grown banana (*Musa* sp., Musaceae). Plant Cell Environ. 19:225-230.
- Jeon, M.W., E.J. Hahn, and K.Y. Paek. 2003. Effect of nutrient solution strength on growth of potted *Pelargonium hortorum* 'Pinto White' and 'Pinto Pink' cultured in an ebb and flood irrigation system. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:518-522.
- Kim, K.S. 2001. High quality cuttings and pot plant production of *Kalanchoe blossfeldiana*. Research in Agr. and Life Sci. 5:29-35.
- Kovacic, M.T. and E.J. Holcomb. 1981. Effects of controlled-release fertilizers and application methods on growth and leaf elemental concentration of *Kalanchoe blossfeldiana* 'Pixie'. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:549-552.
- Lawlor, D.W. 1995. Photosynthesis, productivity and environment. J. Expt. Bot. 46:1449-1461.
- Le Bot, J., S. Adamowicz, and P. Robin. 1998. Modeling plant nutrition of horticultural crops: A review. Sci. Hort. 74:47-82
- Magalhaes, J.R. and Wilcox, G.E. 1983a. Tomato growth and mineral composition as influenced by nitrogen form and light intensity. J. Plant Nut. 6:847-862.
- Magalhaes, J.R. and Wilcox, G.E. 1983b. Tomato growth and nutrient uptake patterns as influenced by nitrogen form and light intensity. J. Plant Nut. 6:941-956.
- Mortensen, L.M. 1994. Effects of day/night temperature variations on growth, morphogenesis and flowering of *Kalanchoe blossfeldiana* v. Poelln. at different CO<sub>2</sub> concentrations, daylengths and photon flux densities. Sci. Hort. 59:233-241.
- Nemali, K.S. and M.W. van Iersel 2004. Light intensity and fertilizer concentration: II. Optimal fertilizer solution concentration for species differing in light requirement and growth rate. HortScience 39:1293-1297.
- SAS Institute. 1995. SAS system for window. Release 8.01. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Treder, J. 2003. Effects of supplementary lighting on flowering, plant quality and nutrient requirements of lily 'Laura Lee' during winter forcing. Sci. Hort. 98:37-47.
- Verberkt, H.D., M.A. Jongh, and R. Schaefer. 1996. Invloed van voeding sconcentratie (EC) op groei en kwaliteit kalanchoe. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Aalsmeer, Rapport 61, p. 47.
- Wong, S.C., I.R. Cowan, and G.D. Farquhar. 1978. Leaf conductance in relation to assimilation in *Eucalyptus pauciflora* Sieb. Ex Spreng. Influence of radiance and partial pressure of carbon dioxide. Plant Physiol. 62:670-674.
- Yang, S.J., W. Amaki and H. Higuchi. 2000. The comparative studies on photoperiodic flowering responses of in vitro and in vivo plants in *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69(5):635-640.
- Yoon, H.S., T. Goto, and Y. Kageyama. 2000. Mineral uptake as influenced by growing seasons and developmental stages in spray chrysanthemums grown under a hydroponic system. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69:255-260.