

ORIGINAL ARTICLE

## 수경재배에서 제설제 염소이온 농도에 따른 개운죽 (*Dracaena braunii*)의 생육반응

손혜미 · 박주영 · 윤용한<sup>1)</sup> · 주진희\*

건국대학교 대학원 녹색기술융합학과, <sup>1)</sup>건국대학교 녹색기술융합학과

### Growth Response in Hydroponic Cultured *Dracaena braunii* Grown under Various Chloride Ion Concentrations

Hye-Mi Son, Ju-Young Park, Young-Han Yoon<sup>1)</sup>, Jin-Hee Ju\*

Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Graduate School of Konkuk University, Chungju 27478, Korea

<sup>1)</sup>Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University, Chungju 27478, Korea

#### Abstract

The present study was conducted for the purpose of analyzing the growth response of *Dracaena braunii* treated with chloride ions and to evaluate its salt tolerance. Distilled water (CON) was spiked with 1 (C1), 2 (C2), 5 (C5), 10 (C10) and 15 g/L (C15) CaCl<sub>2</sub>, respectively. Acidity (pH) and electrical conductivity of hydroponic solution, and leaf width, leaf length, root length, number of leaves, fresh weight, dry weight and the water content of *Dracaena braunii* were measured. Acidity and electrical conductivity remarkably increased commensurate with increasing concentrations of CaCl<sub>2</sub>. Growth in the C1 treatment was better than that in CON, whereas the C10 or C15 treatments caused either slow growth or withering of the plants. Fresh weight, dry weight and water content were significantly decreased in response to CaCl<sub>2</sub> concentration, compared with those in the control. These results showed that CaCl<sub>2</sub> concentration less than 1 g/L may be used as a hydroponic solution for *D. braunii*, as long as the water quality is not too saline. The chlorine ion has a negative effect on the growth.

**Key words** : Chloride ion, Deicing salt, Hydroponic culture, *Dracaena braunii*, Plant growth, Salt tolerance

#### 1. 서론

겨울철 폭설과 도로의 결빙으로 인한 피해를 줄이기 위해 제설제가 살포하고 있다. 제설제는 염소이온(Cl<sup>-</sup>)을 함유한 염화나트륨(NaCl), 염화칼슘(CaCl<sub>2</sub>),

염화마그네슘(MgCl<sub>2</sub>) 등의 염화물계 제설제와 비염화물계로 구분된다. 특히, 염화칼슘은 물과 반응하면 Ca<sup>2+</sup>과 Cl<sup>-</sup>이온이 증가해 식물체내 과다하게 축적됨에 따라 광합성 저하, 조기낙엽, 갈변, 황화현상 등의 피해가 발생하게 된다(Shin et al., 2010; Kwon et al.,

Received 31 July, 2017; Revised 12 September, 2017;

Accepted 15 September, 2017

\*Corresponding author: Jin-Hee Ju, Department of Green Technology Convergence, Konkuk University, Chungju 27478, Korea  
Phone : +82-43-840-3541  
E-mail : jhkkc@kku.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2014). 또한 도로 포장을 침투해 철근을 부식시키고, 가로변 식재 식물에 비산되어 잎의 황변을 초래할 뿐 아니라 고사 등의 생육장해를 일으킨다(Yang et al., 2008; Kim et al., 2012; Na and Lee, 2014). 염화칼슘과 식물에 대한 연구로는 염화칼슘 처리에 따른 가로수나 조경수의 생육 생리적 특성(Kwon et al., 2014; Je and Kim, 2016), 가로변 수목(Park et al., 2011), 농작물(Choi et al., 2010), 도로변 지피식물(Lee et al., 2013; Ju et al., 2016) 등이 진행되어 왔다. 하지만 대부분 토양재배 연구들이 주를 이루고 있어 염화칼슘의 염소이온 농도에 따른 배지 내 직접적인 영향과 생육반응에 관한 연구는 부족한 실정이다.

개운죽(*Dracaena braunii*)은 토경재배와 수경재배가 모두 가능하며, 우리나라에서는 주로 실내 관상용 수경재배로 활용되고 있다. 이에 본 연구에서는 염화칼슘 염소이온 농도에 따른 배지환경과 개운죽의 생육반응을 통해 제설제의 염소이온 농도에 따른 배지 및 식물생육에 미치는 영향을 살펴봄으로써, 제설제 피해지역의 친환경 토양-식물 이행(soil-plant continuum) 관리방안에 있어 기초자료로 활용하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 재료

2016년 3월부터 12월까지 약 10개월 동안 생장상(Growth chamber, JSGC-420C, JS Research inc., Korea)에서 수행하였다. 내부 환경조건은 개운죽의 적정한 생육조건을 고려해 온도  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ , 상대습도  $70 \pm 3\%$ , 광도 1000 lux로 일장 14/10(명/암)시간으로 설정하였다. 수경재배는 250 mL 투명 삼각플라스크(AO205, Dongsung Science, Korea)를 이용하였다. 제설제 염소이온 농도처리는 개운죽의 한계 염소농도가 20 g/L로 보고된 것을 반영하여 이보다 낮은 범위로 설정하였다(Ju et al., 2017). 순도 74%의 분말 염화칼슘( $\text{CaCl}_2$ , Oriental Chemical Industries, Korea)을 사용하여 증류수 1 L당 염화칼슘( $\text{CaCl}_2$ )을 0(CON), 1(C1), 2(C2), 5(C5), 10(C10), 15 g(C15) 등 6가지 처리구로 조성하였다. 각 처리구 마다 10반복씩 총 60개의 실험구로 삼각플라스크에 100 mL씩 수용액을 분배한 후, 하단에 초장  $17 \pm 2$  cm의 개운죽의 뿌리를

안착시켜 고정하였다.

### 2.2. 방법

개운죽의 배지 환경의 변화를 알아보기 위한 식재 전·후의 산도(pH)는 pH meter(86505, AZ, China)를 이용하여 측정하였다. 전기전도도(EC)는 여과지(Whatman No.2, WF2-1100, UK)로 여과 후 EC meter(CON510, EUTECH instruments, Singapore)를 이용하여 분석하였다. 또한, 개운죽의 엽장, 엽폭, 엽수, 근수, 근장, 생중량, 건물중 등을 중심으로 매월 마지막 주에 생육조사를 실시하였다. 엽장, 엽폭, 근장은 디지털 캘리퍼스(Digital calipers, Korea)를 이용하였으며, 엽수는 완전 전개한 잎을, 근수는 5 mm 이상의 뿌리를 각각 육안으로 측정하였다. 생중량은 지상부와 지하부로 나누어 무게를 잰 뒤  $72^\circ\text{C}$ 의 열풍건조기(Dry oven, C-DF, CHANGSHIN Sci CO, Korea)에서 48시간 건조한 후 건물중을 측정하였다. 식물체의 수분함량(Water content, %)은  $\{(\text{생중량} - \text{건물중}) / \text{건물중}\} \times 100$ 로 계상하였다.

각 데이터들은 PASW Statistics 18(SPSS Inc., USA)을 활용하여 유의성 검정-DMRT (Duncan's Multiple Range Test)를 실시하였으며, 제설제 이온농도처리에 따른 배지환경과 개운죽의 상관관계 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 생육환경

개운죽 식재 전의 산도(pH)는 각각 CON 7.28, C1 6.15, C2 7.55, C5 8.52, C10 8.82, C15 9.38 순으로 염화칼슘( $\text{CaCl}_2$ ) 이온농도가 높아질수록 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 염화칼슘처리 농도가 증가할수록 산도는 알칼리성이 된다는 기존의 연구와 유사하였다(Kim et al., 2012). 반면, 식재 후에는 각각 CON 6.72, C1 6.86, C2 7.63, C5 7.44, C10 7.38, C15 7.24로 처리간 유의한 차이를 보이지 않았다.

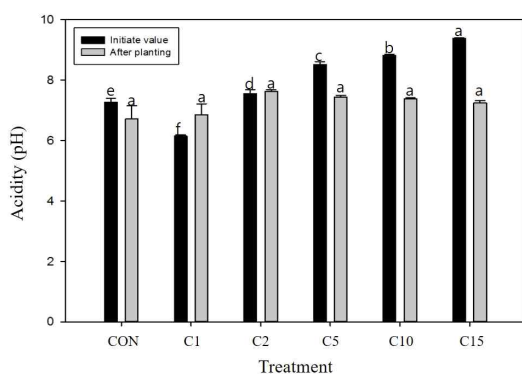
전기전도도(EC)는 염화칼슘의 처리농도가 높을수록 증가하는 경향이 비교적 뚜렷하였다. 식재 전·후의 전기전도도를 살펴보면, 식재 전에는 CON 0.23, C1 0.17, C2 0.32, C5 0.78, C10 1.36, C15 1.94 ds/m로, C15처리구가 1.94 ds/m로 가장 높았고 C1실험구가

0.17 ds/m로 가장 낮았다. 개운죽 식재 후에는 각각 CON 0.01, C1 0.15, C2 0.29, C5 0.72, C10 1.21, C15 1.51 ds/m, C15 처리구의 전기전도도가 가장 높았다 (Fig. 2). 산도와 달리 전기전도도에서는 식재 전과 식재 후의 차이는 확인하지 않았으나 식재 후에 전기전도도 값이 다소 낮아졌는데 이는 식물의 뿌리호흡으로 수용액내 이온이 줄어들었기 때문으로 사료된다 (Taiz and Zeiger, 2013). 전기전도도는 물에 용해된 염류 이온은 물속에서 전기 전달능을 가지게 되기 때문에 염의 농도를 종합적으로 나타내는 지표로서 이용되고 있다 (Oh et al., 2010). Lee et al. (2004)는 절화장미 수경재배시 배양액의 최적 농도를 1.0~1.5 ds/m로 보고하고 있어, 개운죽은 C10 처리구까지 생육이 가능하나, 1.9 ds/m 이상인 염화칼슘 15 g 이상에서 생육장해를 일으킬 것으로 예상된다.

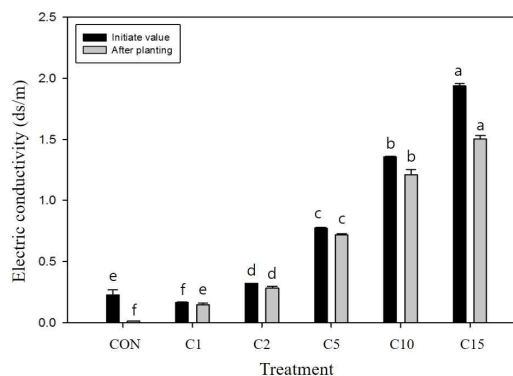
### 3.2. 개운죽 (*Dracaena braunii*)의 생육

엽장은 6월 CON 7.48, C1 6.94, C2 6.38, C5 6.24, C10 6.13, C15 4.67 cm로 제설제의 염소이온농도가 높아질수록 엽장이 작아지는 경향을 보였다. 7월에는 CON 8.10, C1 7.90, C2 7.2, C5 6.97, C10 6.80, C15 5.64 cm, 8월에는 CON 6.74, C1 6.89, C2 6.07, C5

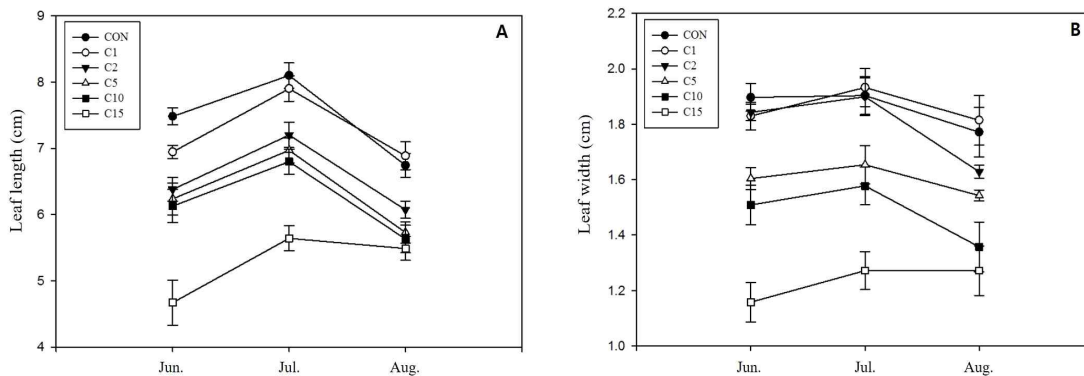
5.73, C10 5.63, C15 5.49 cm로 7월까지 증가하다가 8월에 약간 감소하는 경향으로 나타났다. 8월에는 CON보다 C1 처리구에서 엽장이 더 넓은 것으로 분석되었다. 엽폭 또한 엽장과 비슷한 경향으로 나타났다. 6월에는 CON 1.90, C1 1.83, C2 1.84, C5 1.60, C10 1.51, C15 1.16 cm, 7월에는 CON 1.90, C1 1.93, C2 1.90, C5 1.65, C10 1.58, C15 1.27 cm, 8월에는 C1 1.81, CON 1.77, C2 1.63, C5 1.54, C10 1.36, C15 1.27 cm 순으로 좁아졌다. 즉, 염화칼슘 처리농도가 높아질수록 잎의 전개가 늦고 크기가 작아졌는데, 이는 고농도의 염화칼슘 처리가 산딸나무의 잎의 전개 및 확장율을 감소시킨 것으로 (Sung et al., 2009) 해석된다. 또한 염화칼슘 처리 농도가 높아질수록 배지의 삼투포텐셜의 저하로 양분흡수가 낮아지고 특정이온의 과잉흡수나 흡수장해가 생기는데 기인하는 것으로 판단되었다 (Ahn et al., 2011). CON보다 C1 처리구에서 엽장, 엽폭의 수치가 높았는데, 이는 소량의 염화칼슘 ( $\text{CaCl}_2$ )이 녹으면서 생성된  $\text{Ca}^{2+}$  이온이 개운죽의 잎 생육에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다 (Jeong et al., 2015). 염수의 월별 변화 값은 6월에는 CON 9.5, C1 8.9, C2 11.6, C5 8.0, C10 8.9, C15 7.2개, 7월에는 CON 11.6, C1 11.5, C2 13.3, C5 11.3, C10



**Fig. 1.** Difference of initiate value acidity between after planting were subjected to calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) treatments. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level. Vertical bars represent mean  $\pm$  standard error. CON;  $\text{CaCl}_2$  0 g/L, C1;  $\text{CaCl}_2$  1 g/L, C2;  $\text{CaCl}_2$  2 g/L, C5;  $\text{CaCl}_2$  5 g/L, C10;  $\text{CaCl}_2$  10 g/L, C15;  $\text{CaCl}_2$  15 g/L.



**Fig. 2.** Difference of initiate value electric conductivity between after planting were subjected to calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) treatments. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level. Vertical bars represent mean  $\pm$  standard error. CON;  $\text{CaCl}_2$  0 g/L, C1;  $\text{CaCl}_2$  1 g/L, C2;  $\text{CaCl}_2$  2 g/L, C5;  $\text{CaCl}_2$  5 g/L, C10;  $\text{CaCl}_2$  10 g/L, C15;  $\text{CaCl}_2$  15 g/L.



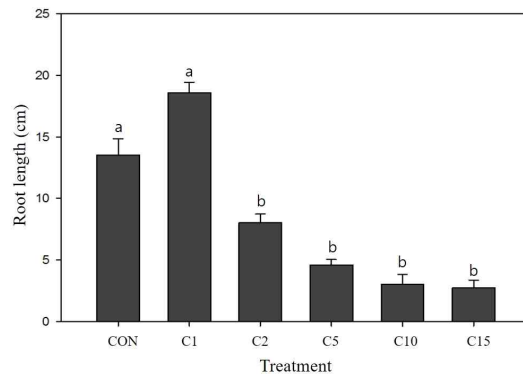
**Fig. 3.** Change in leaf length (A) and leaf width (B) of *Dracaena braunii* were subjected to calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) treatments. Vertical bars represent mean ± standard error. CON; CaCl<sub>2</sub> 0 g/L, C1; CaCl<sub>2</sub> 1 g/L, C2; CaCl<sub>2</sub> 2 g/L, C5; CaCl<sub>2</sub> 5 g/L, C10; CaCl<sub>2</sub> 10 g/L, C15; CaCl<sub>2</sub> 15 g/L.

10.5, C15 10.7개로 나타났다. 8월에는 CON 8.3, C1 8.6, C2 9.1, C5 8.0, C10 6.6, C15 7.0개로 C2처리구의 엽수가 가장 많았다. 하지만 C2처리구의 7월과 8월 사이에 엽수의 감소가 4.16개로 C1처리구의 2.9개, CON의 3.3개로, 염화칼슘 2 g/L 이상에 장기적으로 노출될 경우, 생육에 부정적인 영향을 줄 수 있음을 시사하고 있다.

근장은 CON 13.54, C1 18.60, C2 8.03, C5 4.60, C10 3.02, C15 2.73 cm로 C1 처리구가 가장 길었으며, 제설제 염소이온농도가 높을수록 뿌리의 길이가 짧아지는 것으로 분석되었다. 특히 C1 처리구와 C2 처리구의 차이가 10.57 cm로 2 g/L 이상에서는 뿌리의 생장이 크게 감소한 것으로 나타났다. 이는 배지에 염이 축적되어 식물체의 지상부 및 지하부의 신장저하 등과 같은 염해증상에 의한 것으로(Kim et al., 2012) 해석된다. C1 처리구의 근장이 CON보다 길었던 이유는 기존의 증류수보다 CaCl<sub>2</sub>를 첨가하여 반응하며 생성된 Ca<sup>2+</sup>가 근장생장에 영향을 주었던 것으로 (Kim et al., 2005) 보고 있다.

생중량은 CON 23.12, C1 25.02, C2 23.05, C5 23.11, C10 21.57, C15 21.06 g으로, C1 > CON > C5 > C2 > C10 > C15 순으로 나타났다. 건물중은 CON 3.48, C1 4.48, C2 3.98, C5 4.25, C10 4.21, C15 4.23 g으로 나타났다. 전반적으로 C1 처리구에서 생중량과 건물중 모두 높은 수치를 보였으나, 생중량이 건물중보다 좀 더 유의적인 차이가 있는 것으로 분석되었다.

식물체내 수분함량은 CON 5.37, C1 4.68, C2 4.65, C5 4.33, C10 4.22, C15 3.74%로 CON에서 수분함량이 가장 높았던 반면, C15 처리구에서 수분함량이 가장 낮아 제설제 이온 농도처리가 높을수록 유의적으로 감소되었음을 알 수 있다. 이러한 수분함량의 감소는 건조를 포함한 염 스트레스가 식물체의 광합성과 증산작용을 억제하기 때문인 것으로(Kwon et al., 2014) 판단된다.



**Fig. 4.** Root length *Dracaena braunii* were subjected to calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) treatments. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level. Vertical bars represent mean ± standard error. CON; CaCl<sub>2</sub> 0 g/L, C1; CaCl<sub>2</sub> 1 g/L, C2; CaCl<sub>2</sub> 2 g/L, C5; CaCl<sub>2</sub> 5 g/L, C10; CaCl<sub>2</sub> 10 g/L, C15; CaCl<sub>2</sub> 15 g/L.

**Table 1.** Fresh weight, dry weight and water content by calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) treatments

Treatment	Fresh weight (g)		Dry weight (g)		Water content (%)
	shoot	root	shoot	root	
CON <sup>y</sup>	22.75 a <sup>z</sup>	0.37 bc	3.40 b	0.08 b	5.37 a
C1	24.00 a	1.05 a	4.30 a	0.18 a	4.68 ab
C2	22.27 a	0.78 ab	3.90 ab	0.08 b	4.65 ab
C5	22.78 a	0.33 bc	4.20 ab	0.05 b	4.33 bc
C10	21.36 a	0.21 c	4.18 ab	0.03 b	4.22 bc
C15	20.97 a	0.09 c	4.21 ab	0.02 b	3.74 c

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

<sup>y</sup> : CON; CaCl<sub>2</sub> 0 g/L, C1; CaCl<sub>2</sub> 1 g/L, C2; CaCl<sub>2</sub> 2 g/L, C5; CaCl<sub>2</sub> 5 g/L, C10; CaCl<sub>2</sub> 10 g/L, 15; CaCl<sub>2</sub> 15 g/L

**Table 2.** Correlation analysis of substrate condition between plant growth as affected by calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) treatments

	Treatment	pH	EC	No. of leaves	Leaf length	Leaf width	No. of roots
pH	.303						
EC	.971**	.226					
No. of leaves	-.323*	-.217	-.374*				
Leaf length	-.391*	-.184	-.400*	.177			
Leaf width	-.642**	-.174	-.660**	.243	.645**		
No. of roots	-.219	.109	-.347*	.391*	.124	.400**	
Root length	-.691**	-.437**	-.677**	.161	.372*	.607**	.109

\* : The correlation of coefficient is significant at the 0.05 level

\*\* : The correlation of coefficient is significant at the 0.01 level

### 3.3. 염소이온농도 처리와 식물생육의 상관성분석

제설제 염소이온 농도처리가 높아질수록 산도와 근수를 제외한 요소들에서 상관관계가 성립되었다. 전기전도도는 0.971로 가장 높은 정의 상관성을, 개운죽의 엽수, 엽장, 엽폭, 근장에서는 모두 부의 상관성을 보였다. 특히, 근장은 가장 높은 부의 상관관계(-0.691)를 보여 제설제 염소이온 농도처리가 근장의 성장에 가장 부정적인 영향을 주는 것으로 해석된다.

## 4. 결론

본 연구는 수경재배에서 제설제 염소이온 농도처리에 따른 배지환경과 개운죽의 생육반응을 살펴봄으로써 제설제 피해지역의 친환경 토양-식물 이행(soil-plant continuum) 관리방안에 있어 기초자료를 제시하고자 수행하였다. 제설제 염소이온 농도처리는 염화칼슘(CaCl<sub>2</sub>) 0(CON), 1(C1), 2(C2), 5(C5), 10(C10), 15 g(C15) 등 총 6개의 처리구로 조성하여,

배지환경 및 식물생육을 중심으로 분석하였다. 식재 전에는 산도의 범위가 6.14~9.38로 염소이온농도가 높을수록 증가하나, 식재 후에는 6.72~7.24로 약산성에서 중성으로 나타났다. 전기전도도(EC)는 식재 전과 후에 각 처리구별 큰 차이는 보이지 않았으나 전반적으로 염화칼슘(CaCl<sub>2</sub>) 농도처리가 높을수록 전기전도도가 증가하는 경향이 매우 뚜렷하였다. 엽장, 엽폭, 근장 모두 C1 처리구가 CON보다 높은 수치를 보인 반면, C10, C15 처리구에서 감소하거나 고사하는 것으로 조사되었다. 염화칼슘 2 g/L 이상에서 엽수의 감소 현상이 비교적 뚜렷하였다. 전반적으로 C1 처리구에서 생중량과 건물중 모두 높은 수치를 보였으나, 생중량이 건물중보다 좀 더 유의적인 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 제설제 염소이온 농도처리가 1 g/L 이하에서는 배지환경과 생육에 부정적인 영향을 주지 않으나, 장기적인 수경재배 시 그 이상의 농도에서는 친환경적 관리기법이 적용되어야 함을 보여주고 있다.

### 감사의 글

이 논문은 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2015R1C1A2A01052633).

### REFERENCES

- Ahn, B. K., Kim, K. C., Kim, D. H., Lee, J. H., 2011, Effects of soil water potential on the moisture injury of *Rubus coreanus* Miq. and soil properties, *Kor. J. Soil Sci. Fert.*, 44(2), 168-175.
- Choi, Y. S., Lee, K. M., Seo, G. S., Kim, M. K., Hwang, Y. S., 2010, Effect of preharvest treatment of  $\text{CaCl}_2$  and alkaline-reduced water on the quality of oyster mushroom during storage, *Kor. J. Agric. Sci.*, 37(3), 355-360.
- Han, H. J., 2016, A Study on deicers and environment certificated deicers verification, M. A. Degree, Hanyang University, Korea.
- Je, S. M., Kim, S. H., 2016, Effects of  $\text{CaCl}_2$  on gas exchange and stomatal responses in the leaves of *Prunus serrulata*, *J. Kor. For. Soc.*, 105(3), 303-308.
- Jeong, E. J., Lee, N. K., Yum, E. J., Nam, K., Oh, J. S., Kim, Y. S., Park, J. Y., Kim, S. J., Jeong, Y. S., 2015, Effect of calcium chloride on the texture of pickled radish wrap, *Kor. J. Food Preserv.*, 22(3), 452-457.
- Ju, J. H., Son, H. M., Yoon, Y. H., 2017, Responses of substrates and salt stress on *Dracaena braunii* to high chloride ions concentrations in ornamental hydro-culture, *J. People Plants Environ.*, 20(2), 117-123.
- Ju, J. H., XU, H., Park, J. Y., Choi, E. Y., Yoon, Y. H., 2016, Evaluation of salt tolerance of *Liriope platyphylla* and *Pachysandra terminalis* to deicing salt ( $\text{CaCl}_2$ ) concentration in winter, *Kor. J. Environ. Ecol.*, 30(4), 651-657.
- Kim, I. Y., Chang, T. H., Lee, Y. S., 2005, Effects of foliar spray of calcium chloride on calcium concentrations in leaf and fruit tissues of 'Nishimurawase' and 'Fuyu' persimmon rees and fruits storability, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 23(3), 293-300.
- Kim, S. H., Cho, J. H., Sung, J. H., 2012, The properties of tree damage due to calcium chloride, 12-01, Korea Forest Research Institute, 1-15.
- Kwon, M. Y., Kim, S. H., Sung, J. H., 2014, The responses of growth and physiological traits of *Acer triflorum* on calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) concentration, *Kor. J. Environ. Ecol.*, 28(5), 500-509.
- Lee, H. J., Young, E. Y., Park, K. S., Lee, Y. B., Bea, J. H., Jeon, K. S., 2004, Effect of EC and pH of nutrient solution on the growth and quality of single-stemmed rose in cytted rose production factory, *J. Bio-Environ. Control*, 13(4), 258-265.
- Lee, S. Y., Kim, W. T., Ju, J. H., Yoon, Y. H., 2013, Effect of calcium chloride concentration on roadside ground cover plant growth, *J. Kor. Inst. Landsc. Archit.*, 41(4), 17-23.
- Na, O. P., Lee, J. S., 2014, Prediction of chloride penetration into concrete pavement under deicing chemicals, *J. Kor. Soc. Hazard Mitig.*, 14(2), 77-83.
- Oh, S. E., Son, J. S., Ok, Y. S., Joo, J. H., 2010, A Modified methodology of salt removal through flooding and drainage in a plastic film house soil, *J. Soil Sci. Fert.*, 43(5), 565-571.
- Park, J. H., Park, B. G., Kim, M. J., Park, S. G., Lee, C. H., Kim, J. H., 1999, Study on growth characteristics of *Saururus chinensis* Baill, *Kor. J. Plant. Res.*, 12(2), 120-124.
- Park, W. J., Park, M. O., Kim, Y. H., Gu, B. H., 2011, A Study on the growth characteristics and improvement strategies of trees in Guro, Seoul, *J. Kor. Inst. Landsc. Archit.*, 124-127.
- Shin, S. S., Park, S. D., Kim, H. S., Lee, K. S., 2010, Effects of calcium chloride and eco-friendly deicer on the plant growth, *J. Kor. Soc. Environ. Eng.*, 32(5), 487-498.
- Sung, J. H., Je, S. M., Kim, S. H., Kim, Y. K., 2009, Effect of Calcium Chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) on the characteristics of photosynthetic apparatus, stomatal conductance, and fluorescence image of the leaves of *Cornus kousa*, *Kor. J. Agric. For. Meteorol.*, 11(4), 143-150.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2013, *Plant physiology*, 5th ed., Life Science Publishing Co., 103-124, 289-326.
- Yang, E. I., Kim, M. Y., Park, H. G., 2008, Field investigation of chloride penetration and evaluation of corrosion characteristics for deicer, *J. Kor. Soc. Hazard Mitig.*, 8(6), 47-52.