

## 수경재배시 질소함량과 급액기간이 산호수의 생육 및 개화에 미치는 영향

길미정<sup>1</sup> · 허은주<sup>1</sup> · 최성열<sup>1</sup> · 임진희<sup>1</sup> · 박상근<sup>1</sup> · 심명선<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 화훼과, <sup>2</sup>국립수목원 전시교육과

### Effect of Nitrogen Concentration and Feeding Period on Growth and Flowering in Hydroponics of *Ardisia pusilla*

Mi-Jung Kil<sup>1</sup>, Yeun-Joo Huh<sup>1</sup>, Seong-Youl Choi<sup>1</sup>, Jin-Hee Lim<sup>1</sup>, Sang-Kun Park<sup>1</sup>, and Myung-Syun Shim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Floriculture Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 440-706, Korea

<sup>2</sup>Dep. of Horticulture and Education, Korea National Arboretum, Pocheon 487-821, Korea

**Abstract.** The objective of study was carried out to investigate the proper nutrient nitrogen concentration and irrigation period for increasing plant growth and flowering in *Ardisia pusilla*. Nutrient nitrogen concentrations were 120, 150, 180 and 210 mg · L<sup>-1</sup> and they were based on the Sonneveld solution. Irrigation periods were divided into ED (except dormancy) and TG (total growth) according to plant age. The results of plant age and irrigation period, growth of 1 year-old plant was promoted by nitrogen concentration above 150 mg · L<sup>-1</sup> regardless of irrigation period. And plant growth values of 2 years-old in TG treatments were higher than ED treatments, especially TG-180 treatment was best of all. The contents of total nitrogen of leaves after flowering were increased with nutrient nitrogen strength. And the contents of potassium, calcium, magnesium and phosphate slightly were decreased or were no significant differences. Plant growth and flowering decreased when nitrogen concentration was over 210 mg · L<sup>-1</sup>. Therefore, TG-150 and TG-180 were supposed to be appropriate treatment for plant growth and flowering of 1year-old plant and 2 years old plant, respectively.

**Key words :** dormancy period, EC level, ion, plant age

## 서 론

*Ardisia*는 약 500여종으로 주로 한국, 일본, 중국 등에 분포하고 있고(Chen과 Pipoly, 1996; Shim 등, 2009), 이중 *Ardisia pusilla*는 포복성 식물로써 보통 5-6월 산형으로 개화하여 9월에서 이듬해 3-4월까지 오랜 기간동안 붉은 열매를 감상할 수 있다(Cho, 1990; Conover와 Poole, 1989). 또한 번식이 용이하고 실내 베란다 등에서 월동이 가능하여 지피식물 및 실내 분화식물로 많이 선호되고 있다. 그러나, 산호수

는 영양생장 기간이 길고, 개화 1~3주 후 약 60% 이상이 낙화 될 뿐만 아니라 수분 수정이 되어도 대부분 성숙한 열매로 이행되지 못하는 등 개화수에 비해 착과율이 현저히 낮아 상품가치가 절하되고 있다(Lee 등, 2006). 개화증진과 적절한 생육을 위해서는 무엇보다 영양 및 생식생장 기간동안 영양분 흡수의 균형이 중요하다. 부적절한 영양공급은 식물에 심각한 생육장애를 일으키고 심지어 활력과 생산량까지 감소시킬 수 있다(Khan 등, 2004). 그러나 수경재배는 식물에 필요한 양분을 지속적으로 공급하기 때문에 식물의 생장 및 화아발달, 수확량 등을 향상시킬 수 있다. 뿐만 아니라 재배기간 및 개화소요시기를 단축시킬 수 있고 균일한 상품을 얻을 수 있어 거베라, 국화, 장미

\*Corresponding author: kilmj75@korea.kr  
Received October 14, 2010; Revised December 10, 2010;  
Accepted December 16, 2010

**Table 1.** Composition of nutrient solution used to investigate the effect of nitrogen concentration on growth of *Ardisia pusilla*.

Con. of nitrogen (mg · L <sup>-1</sup> ) <sup>z</sup>	Macroelement (mmol · L <sup>-1</sup> )							Microelement (μmol · L <sup>-1</sup> )						EC (dS · m <sup>-1</sup> )	pH
	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo		
120	7.80	0.80	1.50	5.50	3.0	0.75	2.25	20	10	3	20	0.5	0.5	1.08	6.32
150	9.90	0.90	1.50	5.50	3.0	0.75	1.25	20	10	3	20	0.5	0.5	1.09	6.28
180	11.50	1.50	1.50	5.50	3.0	0.75	0.75	20	10	3	20	0.5	0.5	1.16	6.28
210	12.50	2.50	1.50	5.50	3.0	0.75	0.75	20	10	3	20	0.5	0.5	1.25	6.26

<sup>z</sup>Concentrations of nitrogen are based on the standard Sonneveld solution for pot plants in the Netherlands.

등 화훼작물에서 많이 도입되고 있지만 산호수의 수경 재배에 관한 연구는 미비한 실정이다.

양액 구성성분 중 공통적으로 가장 많이 사용되고 있는 성분의 하나인 질소는 단백질 및 핵산, 가용성 아민류, 엽록소와 효소 등의 주요성분으로 식물생육에 중요한 제한 요소로써 작용하며, 백일홍과 글라디올러스 등 화훼식물의 개화수를 증진시킨다고 보고된 바 있다(Gee 등, 1998; Gilslerod와 Selmer-Olsen, 1980; Khan 등, 2004; Williams와 Nelson, 1992). 또한 질소 함량이 증가하면 개화까지의 기간이 단축되고 소화 길이, 자구 무게, 색상 등과 같은 생육 특성들이 증진되기도 하지만(Amarjeet 등, 1996; Bhattacharjee, 1981), 개화가 지연되고 꽃의 수명이 단축되는 경우도 있어 질소함량은 작물 및 생육시기별로 다르게 시용해야 한다(Shah 등, 1984). 따라서 본 연구는 산호수 수경재배시 생육과 개화를 증진시키기 위한 적절한 질소농도 및 공급시기를 구명하기 위해 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 수경재배시 질소농도 및 급액시기에 따른 산호수의 생육 및 개화특성

양액 내 질소농도 및 급액시기에 따른 산호수의 생육특성을 알아보기 위해 2009년 7월부터 2010년 7월까지 본 실험을 수행하였다. 모든 실험은 국립원예특작과학원 유리온실에서 이루어졌으며, 겨울철 야간온도는 15°C 이상으로 유지되도록 하였다. 산호수 1년생 묘와 2년생 묘는 구입 후 원예용 상토 Sunshine Mix#4 (Sun Gro Horticulture Canada Ltd., perlite : peatmoss = 1 : 1, v/v)로 각각 10, 20cm 화분에 이식 후 3주 동안 순화시켰다. 양액 공급은 산호수의 열매가 비대되는 시기부터 이루어졌으며, 산호수 1년생 묘의 평균 초장

과 엽수는 각각 약 6.4cm, 29매, 2년생 묘는 약 18.2cm, 107매였다. 공급양액은 Sonneveld 분화 전용양액(Sonneveld, 1989)을 토대로 질소함량을 120, 150, 180, 210mg · L<sup>-1</sup>로 조성하였으며, EC는 약 1~1.25dS · m<sup>-1</sup>, pH는 약 6.3으로 하여 비순환식으로 급액 하였다(Table 1). 2009년 7월부터 2010년 5월까지 1일 2분간 1회, 이후부터는 1일 2회 점적관수 하였다. 급액기간에 따른 생육 및 개화에 관한 차이를 조사하기 위해 생육 전기간 급액(TD; total growth)과 10월에서 이듬해 3월까지 휴면기를 제외(ED; except dormancy)하고 급액한 것으로 나누어 조사하였다. 휴면기동안 양액을 처리하지 않은 구는 양액대신 물을 공급하였다.

### 2. 식물 생육조사 및 식물체, 양액, 배지 분석

식물 생육 조사를 위해 휴면전과 실험 후 초장, 엽 폭, 엽수 및 개화수를 측정하였다. 실험 후에는 식물 잎의 무기성분 함량을 측정하기 위해 잎을 채취하여 60°C에서 건조시켜 마쇄하였다. 마쇄한 잎 0.5g을 취한 후 sulfuric acid 1ml과 50% perchloric acid 10ml을 넣고 300°C에서 분해하여 전질소, 인, 양이온 함량을 측정하였다. 또한 회분을 통해 배출된 양액과 배지의 EC, pH 및 무기함량을 조사하였다. 잎의 전질소(T-N), 배지와 양액의 NH<sub>4</sub>의 분석은 Indolpheno-Blue(RDA, 1988)방법을 사용하였으며, 양액과 배지의 NO<sub>3</sub>-N 함량은 Salicylic acid(Cataldo 등, 1975)방법으로 분석하였다. 인산은 Vanadate (Murphy와 Riley, 1962)법, K, Ca와 Mg는 원자흡광분광도계(Spectra AA 880, Varian)를 사용하여 측정하였다.

### 3. 통계분석

모든 실험은 처리구당 7개체씩 3반복으로 총 21개

수경재배시 질소함량과 급액기간이 산호수의 생육 및 개화에 미치는 영향

체였으며, 통계처리는 SPSS Ver. 12.0(SPSS Inc., USA) Duncan's multiple range test 0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 수경재배시 질소농도에 따른 *Ardisia pusilla*의 생육특성**

급액기간에 따른 생육 차이를 알아보기 위해 휴면기간 처리전(2009년 10월) 생육을 조사한 결과 1년생

묘는 급액기간에 따른 차이가 없는 반면 2년생 묘는 전생육기간 동안 급액한 경우 생육이 좋은 것으로 나타났다. 또한 1년생 묘는 질소농도에 따라서도 큰 차이가 없었던 반면 2년생 묘는 질소농도가 가장 높은 210mg · L<sup>-1</sup> 처리구에서 엽폭, 부피, 엽수 등 생육이 가장 우수한 것으로 나타났다(Table 2).

개화 후(2010년 7월) 1년생 묘의 생육은 급액기간에 관계없이 질소농도 150mg · L<sup>-1</sup> 이상 처리구에서 우수하였으며 부피와 엽수의 증가뿐만 아니라 초장과 엽폭이 휴면처리전보다 2배 이상 증가하였다. TG기간

**Table 2.** Growth characteristics of *Ardisia pusilla* on different nitrogen contents in nutrient solution before the dormancy.

Plant age (year)	Con. of nitrogen (mg · L <sup>-1</sup> ) <sup>z</sup>	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Plant volume (cm <sup>3</sup> )	No. of leaves (ea)
1	120	13.38 ± 1.64 <sup>y</sup>	14.46 ± 1.53	5981.29 ± 1921.50	30.33 ± 5.18
	150	10.83 ± 1.63	15.21 ± 1.39	5343.42 ± 1228.50	32.17 ± 3.16
	180	11.50 ± 1.68	15.98 ± 1.81	5545.77 ± 2027.68	29.17 ± 4.84
	210	12.50 ± 1.38	16.48 ± 1.17	6136.46 ± 1482.05	29.58 ± 5.20
2	120	24.17 ± 4.43	26.88 ± 4.39	68116.21 ± 27318.32	100.67 ± 17.64
	150	26.92 ± 4.10	29.21 ± 3.71	84563.65 ± 26722.11	105.00 ± 9.18
	180	24.00 ± 2.66	27.96 ± 4.15	73954.50 ± 21206.51	108.83 ± 12.45
	210	24.92 ± 2.49	28.88 ± 5.22	86975.65 ± 29872.73	117.42 ± 16.35

<sup>z</sup>Concentrations of nitrogen are based on the standard Sonneveld solution for pot plants in the Netherlands.

<sup>y</sup>Mean ± SD.

**Table 3.** Growth characteristics of *Ardisia pusilla* on different nitrogen contents in nutrient solution after the flowering.

Plant age (year)	Irrigation period <sup>z</sup>	Con. of nitrogen (mg · L <sup>-1</sup> ) <sup>y</sup>	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Plant volume (cm <sup>3</sup> )	No. of leaves (ea)
1	ED	120	36.36 a <sup>x</sup>	41.54 ab	62839.29 ab	48.86 ab
		150	38.79 a	46.39 a	79349.04 a	53.00 a
		180	36.93 a	43.39 ab	71154.91 ab	50.57 ab
		210	37.00 a	44.04 ab	71323.79 ab	39.43 cde
	TG	120	36.79 a	40.21 b	57545.21 b	32.29 e
		150	37.21 a	44.29 ab	72394.57 ab	43.29 bcd
		180	39.29 a	43.93 ab	71364.57 ab	36.57 de
		210	39.21 a	42.75 ab	70665.93 ab	46.71 abc
2	ED	120	43.00 bc	53.36 de	121791.34 cd	121.43 bc
		150	38.00 d	51.93 d	102799.75 d	104.14 c
		180	42.64 c	60.57 bcd	156678.86 bc	150.00 a
		210	42.21 c	57.14 cde	138549.18 cd	126.57 ab
	TG	120	43.93 bc	56.39 de	142145.43 cd	124.04 ab
		150	48.14 a	67.29 ab	231636.71 a	138.71 ab
		180	50.57 a	69.82 a	235502.79 a	150.14 a
		210	47.00 ab	64.46 abc	197409.07 ab	138.43 ab

<sup>z</sup>Irrigation periods were divided into two groups by nutrient solution irrigation. ED, except dormancy period; TG, total growth period.

<sup>y</sup>Concentrations of nitrogen are based on the standard Sonneveld solution for pot plants in the Netherlands.

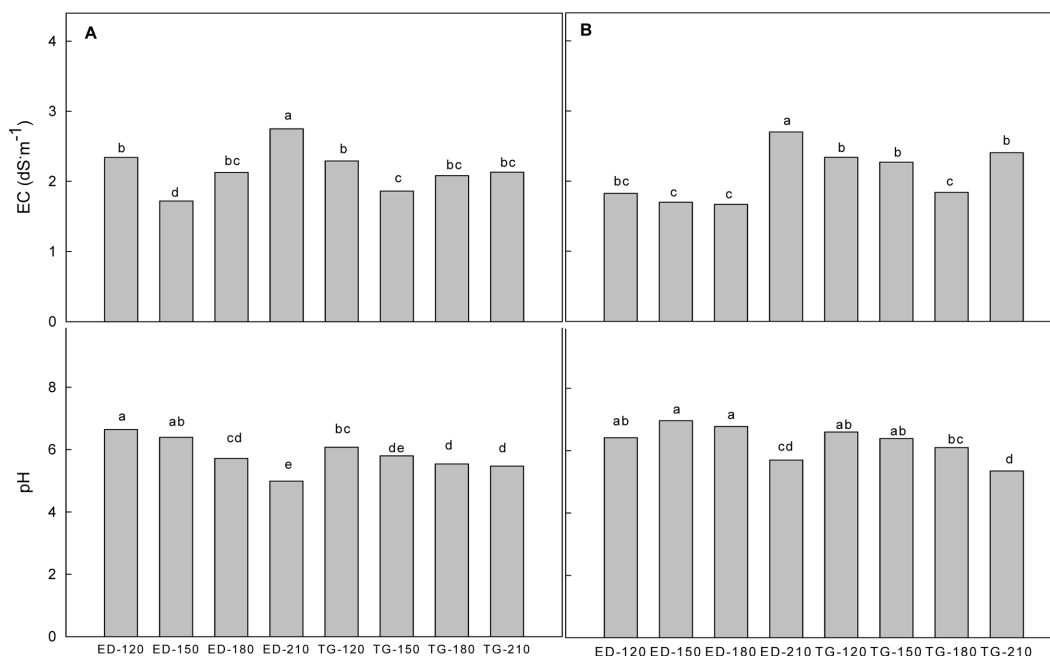
<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

동안 급액된 경우는 오히려 질소농도가 높을수록 생육이 좋지 않은 것으로 나타났으며 이는 Shim 등 (2009)의 연구와 같은 경향을 보였다. 그러나 2년생 묘는 TG기간 동안 급액한 처리구의 생육이 훨씬 우수하였다. ED기간을 제외하고 급액한 경우에는 질소 180, 210mg·L<sup>-1</sup> 처리구의 생육이 좋았고, TG기간 동안 급액한 경우에는 질소 150, 180mg·L<sup>-1</sup> 처리구의 생육이 양호하였다. 즉, ED기간 전까지 생육이 가장 좋았던 210mg·L<sup>-1</sup> 처리구보다 180mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 우수한 것으로 나타났다. 즉, 묘령이 높으면 질소 요구량도 많고, 지속적으로 공급될 때 생육이 좋은 것으로 판단된다. 따라서 1년생 묘는 휴면기를 제외하고 급액하는 것이 식물 생육과 경제적인 면에서 효과적이고, 2년생 묘는 생육 전기간 양액을 공급하되 휴면기 이후에는 질소 농도를 조금 낮추어 급액하는 것이 생육을 증진시키는데 효과적인 것으로 보인다(Table 3).

**2. 질소농도에 따른 양액, 배지, 식물 잎의 EC, pH 및 무기성분 함량**

생육이 가장 좋았던 1년생 ED-150과 2년생 TD-

180 처리구를 제외하고는 묘령 및 급액시기에 관계없이 대체적으로 질소농도가 높아짐에 따라 양액의 EC는 증가하였으며, pH는 반대로 조금씩 낮아지면서 산성화되는 경향을 보였다. 1년생 ED-150과 2년생 TD-180 처리구의 EC는 다른 처리구에 비해 상대적으로 낮았는데 이는 급액된 배양액의 무기성분이 생육에 이용되었기 때문이라고 생각된다. 또한 생육이 우수한 처리구의 EC는 대체적으로 2dS·m<sup>-1</sup> 이하이고 pH가 6.0~6.5였으며, 생육이 좋지 않은 처리구의 EC는 2dS·m<sup>-1</sup> 이상, pH는 5.5 이하인 것으로 나타났다(Fig. 1). 이때 배지의 EC는 0.8~1.2dS·m<sup>-1</sup>, pH는 5.5~6.0로 급액시기별 질소농도에 따른 큰 변화가 없는 것으로 보아 배지내 무기성분이 축적되지는 않는 것으로 보인다(Fig. 2). 또한 1년생 ED-150과 2년생 TG-180을 제외하고는 배지의 NO<sub>3</sub>-N은 질소농도가 높을수록 감소하였고, NH<sub>4</sub>는 증가하는 경향을 보였다. 즉, 산호수는 질소농도가 높을수록 NH<sub>4</sub>보다 상대적으로 NO<sub>3</sub>가 더 많이 흡수될 때 생육이 좋은 것으로 보이며 이용효율은 1년생 묘 ED-150, 2년생 묘 TG-180 처리구가 더 좋은 것으로 나타났다(Fig. 3).



**Fig. 1.** EC and pH in nutrient solution as influenced by the two growth ages, irrigation period and nitrogen strengths in *Ardisia pusilla*. ED, except dormancy period; TG, total growth period. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level (A, 1 year old; B, 2 years old).

수경재배시 질소함량과 급액기간이 산호수의 생육 및 개화에 미치는 영향

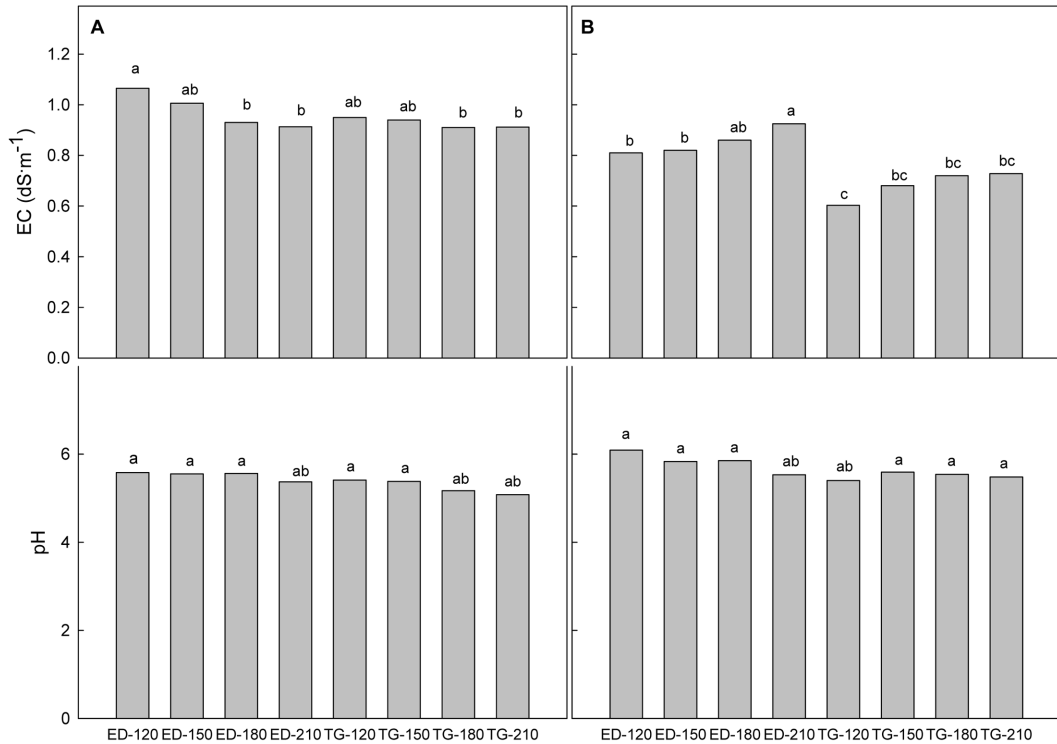


Fig. 2. EC and pH in media as influenced by the two growth ages, irrigation period and nitrogen strengths in *Ardisia pusilla*. ED, except dormancy period; TG, total growth period. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level (A, 1 year old; B, 2 years old).

개화 후 식물 잎의 무기성분 함량은 묘령에 관계없이 양액내 질소농도가 증가할수록 T-N의 함량은 높아지고 K, Ca, Mg, P의 함량은 약간 낮아지거나 차이가 거의 없었다. 그러나, 1년생 묘의 ED-210 처리구는 모든 처리구 중에서 Ca과 Mg 함량이 가장 높고 K와 P의 함량은 가장 낮게 측정되었다(Fig. 4). 질소는 고농도이거나 과잉으로 처리되면 식물의 무기성분 흡수과정에서 음이온간 길항작용에 의해 P의 흡수가 감소되거나 제한될 수 있다(Choi와 Park, 2007). 또한 토양내 pH가 낮아지면 P의 불용화가 촉진되어 토양내 P농도뿐만 아니라 식물체의 P 흡수량도 저하된다고 보고된 바 있다(Marschner, 1995; Mengel과 Kirkby, 1987). 그러나 질소가 적정량으로 조성되면 Ca는 N의 흡수를 돕고, Mg는 P와의 상호작용을 통해 잘 흡수되지만 이때 N을 구성하는 NO<sub>3</sub>와 NH<sub>4</sub> 혼합비율이 증가되면 양이온간의 길항작용에 의해 K의 흡수량은 오히려 더 저하된다고 보고된 바 있다(Choi와 Lee, 2004; Marschner, 1995; Mengel과 Kirkby, 1987). 본 실험

에 사용된 ED-150 처리구의 NO<sub>3</sub>와 NH<sub>4</sub>의 조성비율을 보면 약 10:1로 Sonneveld 분화전용양액과 비슷하지만 210mg·L<sup>-1</sup> 처리구의 NO<sub>3</sub>와 NH<sub>4</sub>의 당량은 각각 약 1.25배, 약 2배 높게 조성되어 있다. 따라서 1년생 ED-210 처리구의 K흡수량의 저하는 질소의 조성비율과 당량 등의 복합적인 원인에 의해 나타난 결과라 생각된다. 따라서 산호수는 질소농도가 210mg·L<sup>-1</sup> 이상으로 조성된 양액을 장기간 공급하면 생리적인 불균형이 일어날 수 있기 때문에 묘령 및 성장시기별로 적절한 질소, 인산, 칼륨 등의 무기양분 조성이 필요할 것으로 보인다(Shim 등, 2009).

### 3. 질소농도에 따른 산호수의 개화특성

산호수 1, 2년생의 개화수는 ED기간을 제외하고 급액한 경우보다 TG기간에 걸쳐 양액을 공급하였을 때 약 13%, 8% 더 증가하였으며, 대체로 생육이 좋았던 150, 180mg·L<sup>-1</sup> 처리구에서 개화수도 많았다(Fig. 5). 산호수의 생육과 개화수는 질소가 210mg·L<sup>-1</sup>의

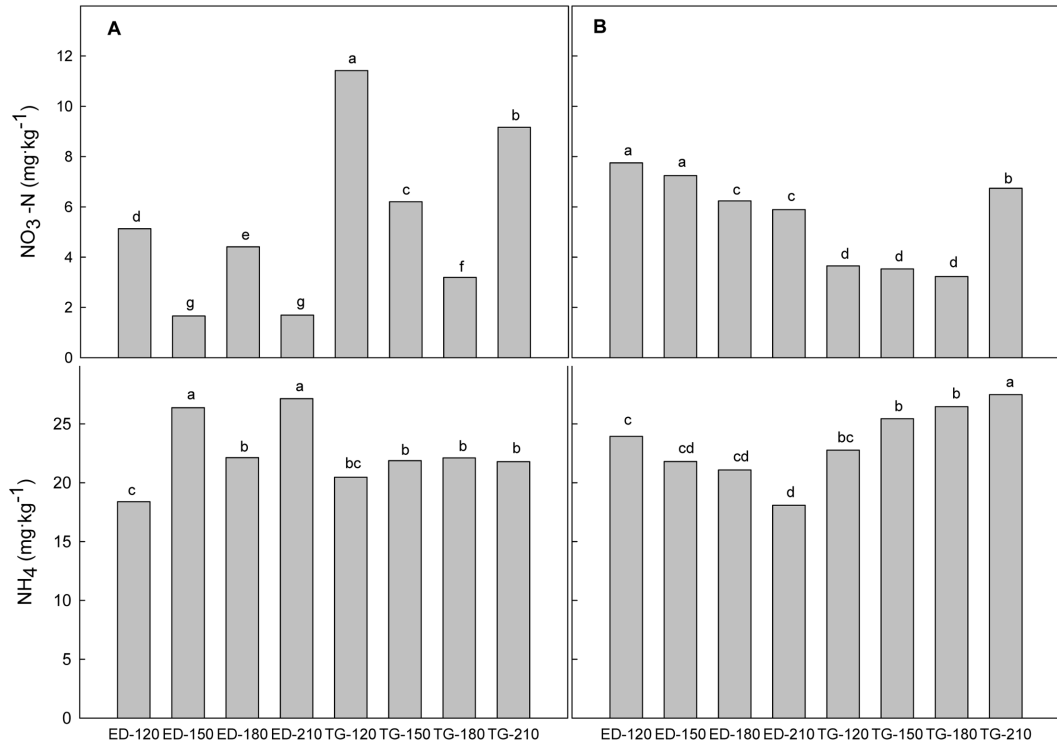


Fig. 3. Mineral contents of NO<sub>3</sub>-N and NH<sub>4</sub> in media as influenced by the two growth ages, irrigation period and nitrogen strengths in *Ardisia pusilla*. ED, except dormancy period; TG, total growth period. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level (A, 1 year old; B, 2 years old).

고농도로 처리되면 오히려 감소하는 현상을 보였다. 이때 엽내의 무기성분을 분석한 결과 다른 처리구에 비해 K와 P가 상대적으로 많이 감소한 것을 볼 수 있었다. Schwarz(1995)는 K가 감소되면서 꽃눈의 수가 함께 감소될 수 있으며, 이를 K가 Mg과 Na 같은 다른 양이온과의 상호작용에 의해 나타난 결과라 보고한 바 있다.

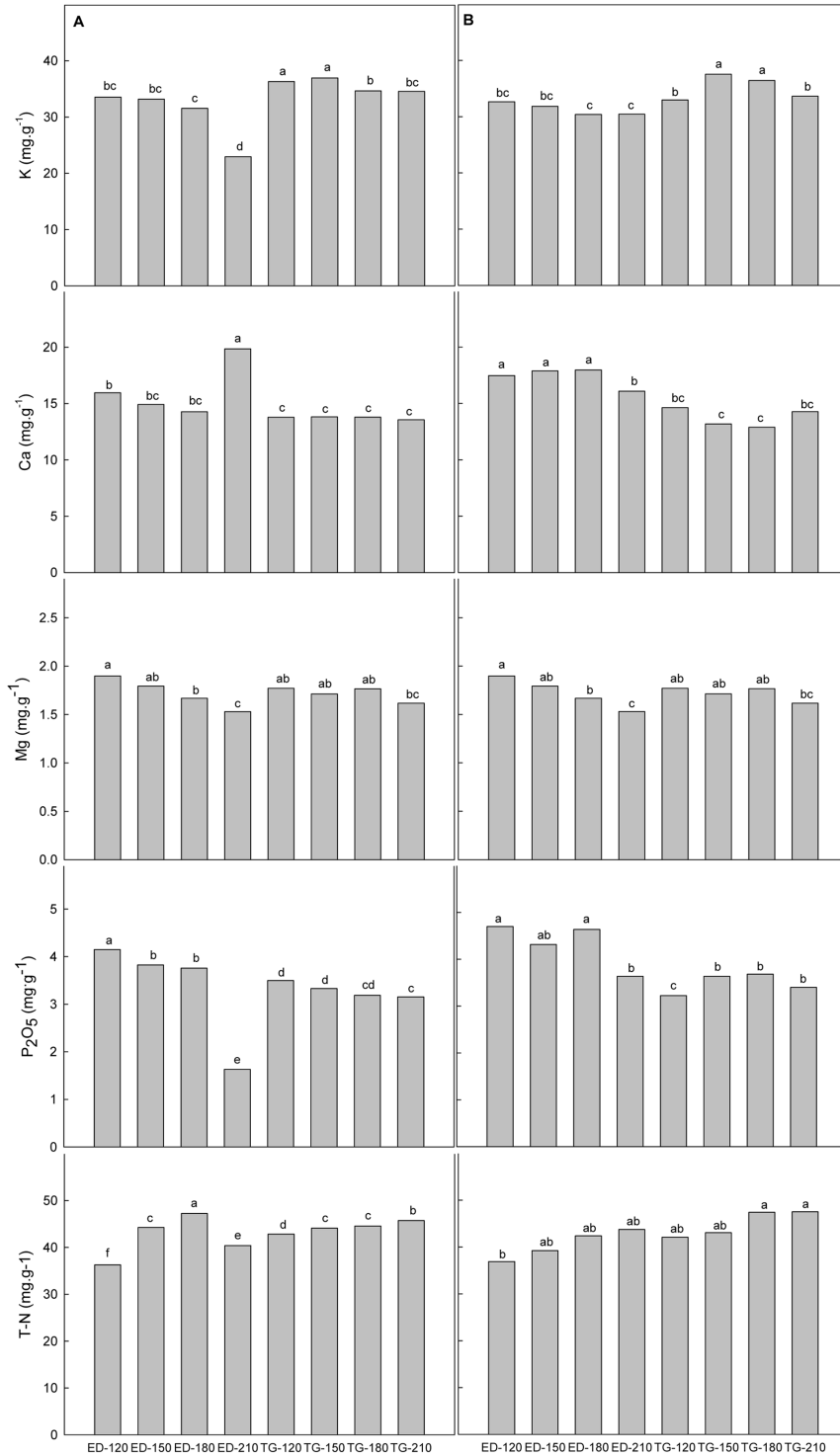
지금까지의 결과로 보아 산호수는 묘령에 따라 급액 시기 및 적정 질소농도가 다른 것으로 나타났다. 2년생 묘는 생육과 개화수 증진을 위해 생육 전기간동안 급액하고, 1년생 묘는 생육을 위해서는 양액을 휴면기간에는 제외하여 공급하는 것이 좋으나 개화수까지 고려한다면 생육 전기간 급액하는 것이 효과적이라 생각된다. 단 휴면기이후에는 질소농도를 낮추어 공급하는 것이 산호수의 생육 및 개화수 증진에 효과적이라고 판단된다. EC, pH 및 무기성분 변화를 보았을 때 적정 질소농도보다 높은 양액이 공급되면 식물 초장이나 부피 등 관상적인 면에 미치는 영향은 적더라도 장기

간 급액되면 영양분 흡수의 불균형이 초래되어 영양생장 이후인 개화와 결실과정에는 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각되어 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 적 요

본 연구는 수경재배시 산호수 생육과 개화를 증진시키기 위한 적절한 질소농도 및 공급시기를 구명하기 위해 수행하였다. 질소농도가 120, 150, 180, 210mg·L<sup>-1</sup>로 조성된 양액을 1년생과 2년생 *Ardisia pusilla*에 휴면기(10월~3월) 제외한 기간 급액(ED; except dormancy), 생육 전기간 급액(TG; total growth)으로 나누어 처리하였다. 묘령 및 급액기간에 따른 생육을 비교한 결과 1년생 묘는 급액기간에 관계없이 질소농도 150mg·L<sup>-1</sup> 이상 처리구에서 우수하였다. 2년생 묘는 TG기간 동안 급액한 처리구가 ED기간을 제외하고 급액한 처리구들보다 대체적으로의 생육이 훨씬 우

수경재배시 질소함량과 급액기간이 산호수의 생육 및 개화에 미치는 영향



**Fig. 4.** Mineral contents of K, Ca, Mg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and T-N in leaves as influenced by the two ages, irrigation period and nitrogen strengths in *Ardisia pusilla*. ED, except dormancy period; TG, total growth period. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level (A, 1 year old; B, 2 years old).

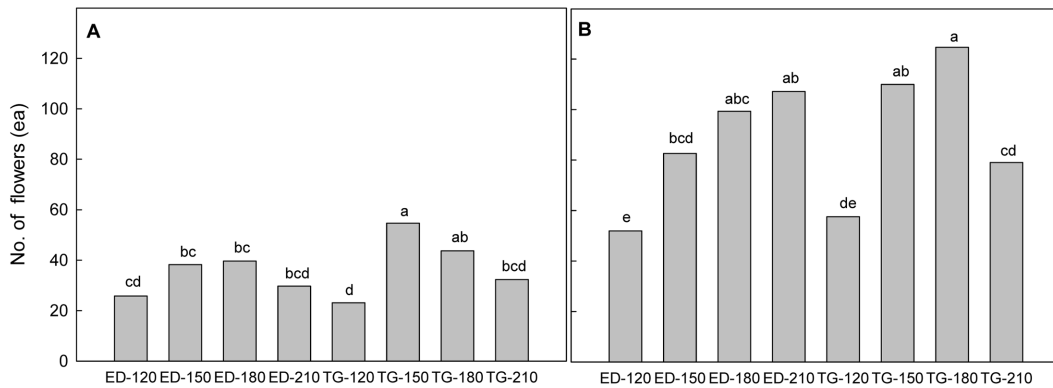


Fig. 5. Number of flowers as influenced by the two growth ages, irrigation period and nitrogen strengths in *Ardisia pusilla*. ED, except dormancy period; TG, total growth period. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level (A, 1 year old; B, 2 years old).

수하였으며, 특히 TG-150mg · L<sup>-1</sup>의 생육이 가장 좋았다. 개화 후 엽의 무기성분 함량을 측정된 결과 묘령에 관계없이 전체적으로 양액내 질소농도가 증가할수록 T-N의 함량은 높아지고 K, Ca, Mg, P의 함량은 약간 낮아지거나 차이가 거의 없었다. 그러나, 1년생 ED-210 처리구는 모든 처리구 중 Ca와 Mg 함량은 가장 높은 반면 K와 P의 함량은 가장 낮았으며 개화수도 적었다. 즉, 질소농도가 210mg · L<sup>-1</sup> 이상으로 조성되면 오히려 생육이나 개화수가 감소되는 것으로 보아 1년생 산호수는 생장 및 개화를 위해 TG-150으로 처리하고, 2년생 묘는 TG-180이 수경재배시 적절한 급액시기 및 질소농도로 판단된다.

**주제어** : 묘령, 이온, 휴면기간, EC 농도

## 사 사

본 논문은 2008년 농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예작물부 화훼과 기관프로젝트인 '수출용 *Ardisia* 고품질 분화생산 및 상품 디자인 기술개발' 과제중 박사후연구원 계약과제 지원으로 수행된 것입니다.

## 인 용 문 헌

- Amarjeet, S.N., R. Godhara, A. Kumar, A. Singh, and A. Kumar. 1996. Effect of NPK on flowering and flower quality of tuberose (*Polyanthus tuberosa* L.) Haryana Agriculture University J. Res. 26:43-49.
- Bhattacharjee, S.K. 1981. Influence of nitrogen, phosphorus and potash fertilization on flowering and corm production in gladiolus. Singapore J. Primary Industries. 9:23-27.
- Chen, C. and J.J. Pipoly. 1996. Myrsinaceae. p.1-38. In: Wu, Z. and P.H. Raven (eds.). Flora of China. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical garden Press, St. Louis, MO. USA.
- Choi, J.M. and K.H. Lee. 2004. Effect of nitrogen concentration in fertilizer solution on growth of and nutrient uptake by oriental hybrid lily 'Casa Blanca'. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 22:82-88.
- Choi, S.M. and J.Y. Park. 2007. Growth, deficiency symptom and tissue nutrient contents of leaf perilla (*Perilla frutescens*) as influenced by nitrogen concentrations in the fertigation solution. Journal of Bio-Environment Control. 16:365-371.
- Concer, C.A. and R.T. Poole. 1989. Production and use of *Ardisia crenata* as a potted foliage plant. Foliage Dig. 12:1-3.
- Gilslerod, H.R. and A.R. Selmerolsen. 1980. The responses of chrysanthemum to variations in salt concentration when grown in recirculated nutrient solution. Acta Hort. 98:201-209.
- Hanan, J.J. 1998. Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Ji, E.Y., W. Oh, K.S. Kim, and S.H. Kim. 1998. Effects of concentration of nutrient solution and irrigation frequency on growth and flower quality of cult chrysanthemum grown hydroponically in perlite. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 16:37-39.
- Khan, M., A. Ziaf, and I. Ahmad. 2004. Influence of nitrogen on growth and flowering of *Zinnia elegans* cv. Meteor. Asian J. of Plant Sci. 3:571-573.
- Lee, C.H., S.Y. Choi, and D.W. Lee. 2006. Effects of



- fruit drop and polyembryony of *Ardisia pusilla* as influenced by calcite, promalin, and 2,4-DP. Hort. Environ. Biotechnol. 47:93-99.
12. Lindsay, W.L. 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons, New York.
  13. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Inc., San Diego, USA.
  14. Menel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. 4th ed. Intl. Potash Inst., Bern, Switzerland.
  15. RDA. 1998. Soil chemical analysis method. 2nd ed. RDA, Suwon, Korea.
  16. Saha, A., S.B. Lal, and J.N. Sethi. 1984. Effect of different levels of N and P on growth, flowering and yield of *Gladiolus* cv. Vinks Glory. Prog. Hort. 16:305-307.
  17. Schwarz, M. 1995. Soilless culture management. Springer-Verlag.
  18. Shim, M.S, S.Y. Choi, S.K. Park, and O.K. Kwon. 2009. Growth responses and nutrient absorption characteristics of *Ardisia* pot plants in two growth stages as influenced by nutrient solution strengths. Hort. Environ. Biotechnol. 50:525-531.
  19. Sonneveld, C. 1989. A method for calculation the composition of nutrient solutions for soilless cultures. 3rd translated ed. Glasshouse Crop Research Station, Naaldwijk. The Netherlands.
  20. Williams, K.A. and P.V. Nelson. 1992. Growth of chrysanthemum at low relatively steady nutrient levels in a commercial-style substrate. HortScience 27:877-880.