

국화의 펄라이트 양액재배시 양액농도 및 관주주기가 생육과 절화 품질에 미치는 영향

지은영* · 오 옥 · 김선화 · 김기선
 서울대학교 농업생명과학대학 원예학과

Effects of Concentration of Nutrient Solution and Irrigation Frequency on Growth and Flower Quality of Cut Chrysanthemum Grown Hydroponically in Perlite

Ji, Eun Young* · Oh, Wook · Kim, Sun Hwa · Kim, Ki Sun
 Dept. of Horticulture, Seoul National University, Sawon 441-744, Korea
 *corresponding author

ABSTRACT This study was carried out to investigate the effects of nutrient solution concentration, irrigation frequency on growth, flowering, and cut flower longevity of *Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitamura 'Shuhouno-chikara' hydroponically grown in perlite media. Not only stem length but also mineral contents of each plant organ in nutrient solution culture were much higher than those in soil culture. 1/2S of nutrient solution was good at early stage, but 1S of nutrient solution was better as chrysanthemum growth progressed. Among different concentrations of nutrient solution, mineral contents of each plant part showed no significant difference. 1S treatment of nutrient solution increased the vase life by 3 days than 2S treatment. The growth and mineral contents of each plant organ were great in plants irrigated 8 times a day, because of high moisture contents of medium and high water availability, followed by more frequent nutrient replenishment near roots. There was no correlation between nutrient solution concentration and vase life of cut flower grown in nutrient solution culture. Cut flowers irrigated twice per day had the longer vase life than other treatments (4, 8 times).

Additional key words: cut flower, *Dendranthema grandiflorum*, flower longevity, vase life, water availability

서 언

국화(*Dendranthema grandiflorum*)는 재배 역사와 면적, 생산량 등에 있어서 가장 중요한 화훼작물이다. 그러나 대부분 토양에서 재배하기 때문에 연작에 의한 염류집적으로 초장과 생체중이 감소하고, 개화가 지연될 뿐만 아니라(石田, 1978; 加藤, 1989), 겨울철의 낮은 지온과 토양 전염성 병해에 의해 생산량이 감소한다. 또한 생육환경이 불량하여 작기가 길어지고(加藤, 1991), 정식후 활착의 지연으로 작기가 연장되며, 시비와 제초시 많은 노동력이 소요된다.

이러한 단점을 보완하고자 최근 들어 국화에서도 양액재배를 도입하려는 움직임이 있다. 양액재배는 지하부 환경을 최적화하여 생산성 향상과 토양 전염성 병해충 예방이 가능하며 생력화, 자동화 및 고품질 다수확으로 규모화를 이룰 수 있다(Buwalda와 Kim, 1994). 또한 화훼류의 양액재배시 생육촉진으로 인해 작기가 단축되고, 화색과 절화수명 등의 품질 향상 효과가 있다. 따라서 국화에 대한 양액재배의 실용성은 불량한 지상부 및 지하부 환경을 극복할 수 있는 재배법으로 그 가능성을 충분히 인정할 수 있다.

국화 재배에서 생장과 화아발달에 미치는 영양 요소와의 관련에 대한 보고는 다양하고(Gilslerod와 Selmer-Olsen, 1980; 細谷, 1992; 石田 등, 1981;

Williams와 Nelson, 1992), 선진국에서는 이미 그 나라의 기후와 품종에 적합한 양액관리 기준이 확립되고 있지만, 우리나라에서는 아직 작물별 전용양액이나 양액관리 방법의 개발이, 특히 화훼류에 있어서 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 펄라이트경에서 화란의 국화 전용양액을 이용하여 국화의 생육과 개화에 적절한 양액의 농도와 관주주기를 구명하여 실용화를 위한 기초자료를 얻고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 서울대학교 농업생명과학대학 부속 실험농장의 2연동 플라스틱하우스(남북동)에서 실시되었다. 자동양액공급장치(KHMC-T9, 한국원예자재센터, 서울)로 관수량과 관수시간을 제어하여 양액을 공급하였다. 정식 베드는 10처리 3반복으

로 임의배치하였으며, 펄라이트(파라트 1호:2호=1:1(v/v): (주)삼손)를 채운 800mm×2400mm×150mm의 성형스티로폼 상자 27개와 발효계분 혼합 토양을 채운 800mm×2400mm×150mm의 나무상자 3개를 이용하였다.

스탠다드형 추국 '수방력' 삽수를 펄라이트와 피트(1:1)의 혼합배지가 채워진 105공 플러그트레이에서 삼목하여 발근할 때까지 투명 PE 필름으로 밀폐하고 낮동안은 분무해 주었다. 1995년 7월 18일(축성재배)과 11월 17일(억제재배)에 100mm×110mm 간격으로 베드당 120주씩 정식한 후 1주일간은 수돗물로 관주하였다.

양액은 화란의 시설원예연구소(PBG)에서 개발한 국화전용양액(이후 화란양액)을 사용하였으며, 양액농도는 표준양액의 1/2, 1, 2배액 3가지로 하였고 토경에는 수돗물을 관주하였다. 본 실험에서 사용되었던 양액의 조성은 Table 1과 같다. 양액관주량은 축성재배시 생육초기에 국화 한 주당 하루 0.2L, 억제재배시 0.1L씩을 공급하였고, 정식 8주 후부터는 축성재배시 0.3L, 억제재배시 0.2L로 늘려주었다. 양액관주는 모든 처리구에서 07:00부터 시작하여 6, 3, 1.5시간 간격으로 하루에 각각 2, 4, 8회 공급하였다.

생육조건을 유지하기 위해 고온기에는 한랭사 피복과 환기 팬을 이용하였고, 저온기에는 온풍난방기와 천정 스크린을 이용하였으며, 배지는 전열선을 설치해 20±2℃로 유지해 주었다. 축성재배시 장일에 의한 화아분화억제를 타파하기 위해 검은 폴리에틸렌 필름으로 18:00-08:00까지 30일간 피복하여 화아를 유도시켰다. 억제재배시 단일에 의한 화아분화를 막기 위해 백열등으로 22:00-02:00까지 전조해 주었다.

절화적기에 처리당 18주씩 3반복으로 식물체를 수확하여 초장, 엽수 및 각 부위별(잎, 뿌리, 줄기, 꽃) 생체중을 측정하였고, 이 시료들을 80℃의 dry oven에서 48시간 말린 후 건물중을 측정하였다. 건조시료는 Wiley mill로 분쇄하여 무기성분 분석을 하였다. 전질소는 microkjeldahl(Model 550, GUCHI)로 분석하였다. P는 분광광도계(UV-1601, Shimadzu)로 K, Ca 및 Mg은 원자흡광광도계(Model 3300, Perkin Elmer)로 분석하였다. 절화시 처리당 6개체씩 3반복으로 수확한 후 잎 15매, 절화장 80cm로 하여 증류수를 채운 용기에 넣어 실온에 두고 2일 간격으로 절화중, 수분흡수, 화경, 화경경을 측정하였다. 절화수명은 화판이 쳐져서 말리거나 황화되고, 잎

Table 1. Composition, EC, and pH of nutrient solutions used during the experiment (PBG solution for chrysanthemum, The Netherlands).

Concentration ²	Macroelement (meL ⁻¹)								Microelement (ppm)						EC (mScm ⁻¹)
	NO ₃	NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo		
1/2 S	6.375	0.625	1.5	4	2.5	1	1	1.68	0.5	0.1	0.1	0.015	0.025	1.2	
1 S	12.75	1.25	3.0	8	5.0	2	2	3.36	1	0.2	0.2	0.03	0.05	1.8	
2 S	25.5	2.5	6.0	15	10.0	4	4	6.72	2	0.4	0.4	0.06	0.10	2.6	

² 1S is equivalent to the standard chrysanthemum solution developed by PBG in the Netherlands.

Table 2. Effects of concentration of nutrient solution on growth and cut flower longevity of 'Suhouno-chikara' chrysanthemum grown hydroponically in perlite at 95 days after planting

Ionic strength	Stem length (cm)	No. of leaves	Fresh weight (g)					Dry weight (g)					Cut flower longevity (day)
			Leaf	Stem	Root	Flower	Total	Leaf	Stem	Root	Flower	Total	
Soil	55.00b ²	56.0b	29.27a	12.53a	1.47b	4.00a	47.27b	4.66b	3.00ab	0.49a	0.49a	8.64b	-
1/2S	60.13ab	63.3a	30.67a	11.36a	1.78a	2.59b	46.40b	5.30a	2.03b	0.56a	0.26b	8.15b	30.1a
1S	64.89a	58.7ab	36.74a	12.89a	2.32a	4.59a	56.54a	5.48a	4.22a	0.54a	0.54a	10.78a	29.4a
2S	60.36ab	58.9ab	30.87a	12.24a	2.19a	4.14a	49.44ab	5.37a	3.34ab	0.50a	0.50a	9.71ab	26.9a

²Plants were cultured in a soil-based medium as the control.

³Means followed by different letters within columns are significantly separated by DMRT, P=0.05.

이 50% 황화될 때 종료되는 것으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 양액농도의 영향

토경과 양액재배간 생육 차이는 뚜렷하여 토경한 국화보다 양액재배한 것이 초장이 더 길었고 뿌리 생체중, 잎 건물중도 무거웠다(Table 2). 또한 양액농도 간에는, 1/2배액처리가 초장이 작았고 1배액에서 가장 컸으나, 유의차는 없었다. 이것은 1배액에서 국화의 초장이 가장 길고 절화의 생체중과 뿌리의 건물중이 무거우나 양액의 농도가 증가함에 따라 각각 감소한다는 보고(石田 등, 1981)와 일치하였다. 생육초기에는 1/2배액 처리에서도 국화의 생육이 양호하였으나(자료 게재 안함) 생육후기로 갈수록 꽃의 생체중, 줄기 건물중 등이 다른 처리에 비해 적고 초장도 작은 경향을 볼 수 있었다. Schwarz(1995)는 활착기간동안 저농도의 양액이, 생육기간 중에는 표준양액이 국화에 알맞으며, 2배액 또는 그보다 낮은 농도처리도 1배액 처리와 비슷하다고 보고하였다. 따라서 생육 초기에는 뿌리활착이나 생육면에 있어서 1/2배액도 적합하다고 생각된다. 2배액 처리는 1배액처리와 생육이 비슷하였으나, 1

배액처리가 초장, 생체중, 건물중에 있어서 가장 좋은 경향을 나타내었다.

양액재배시 양액농도처리에 따라 초장과 엽수는 유의차가 없었으나 생체중과 건물중은 처리간 유의성이 있거나 일정한 경향을 나타내었다. 강 등(1995a)은 국화 양액재배에서 본 실험에서와 같이 일본원시액 2배액 처리에서 영양과다 현상이 나타났다고 보고하고 있다. 그리고 石田 등(1988)은 국화 사경제배시 표준양액의 3배와 6배와 같은 고농도 양액을 3일과 6일 간격으로 처리하였을 때 표준양액을 하루에 1번 처리한 것과 유사한 생육을 보였으며, 따라서 양액의 농도가 높을 때는 처리간격이 길어져야 한다고 하였다.

양액재배 95일째 엽내 Total-N의 함량은 토양재배와 비교했을 때 별다른 차이가 없었다(Table 3). 그러나 K의 함량은 양액재배시 토양재배보다 높게 나타났다. 1/2배액 처리한 국화 잎의 P 함량은 1배액과 2배액보다 적었다. 전체적으로 보아 1배액 처리구가 엽내 이온함량이 높은 경향을 나타내었다. 石田 등(1988)은 1배액으로 일주일에 2번씩 준 것과 3배액으로 일주일에 1번 처리한 국화가 엽내 Total-N과 Ca 함량이 적었으나 엽내 P, Ca, Mg, Na의 함량은 각 처리에 따른

차이가 없었다고 보고하였다.

국화의 절화수명은 각 양액농도별 유의성은 없었으나 양액의 농도가 낮을 때 국화의 절화수명은 2-3일 정도 길었다(Table 2). 石田 등(1988)은 절화국의 품질이 1/2배액에서 가장 좋았고 양액농도가 증가함에 따라 나빠지는 것으로 보고하고 있다. Buttlers와 Wadsworth(1974)는 국화에서 절화의 수명은 공급된 N의 양과 관련이 있음을 밝혀냈다. 그러나 본 실험에서는 1배액에서 수명이 약간 길 뿐 2배액과 별 차이가 없었으므로 볼 때 생육기간 중 양액처리가 절화수명에 미치는 영향은 매우 적은 것으로 생각된다. 이에 대한 보충실험이 이루어져야 할 것이다.

2. 관주주기의 영향

관주주기에 따른 정식 95일후 국화의 생육에 있어서 초장은 처리간 유의차는 없었으나, 하루에 2회 관주한 것보다 4회 및 8회 관주한 것에서 더 길었다(Table 4). 그것은 2회 관주는 6시간 간격으로 양액이 공급되었기 때문에 배지내 양수분의 함유량이 적었고, 4회 및 8회 관주는 하루에 3시간 및 1시간 30분 간격으로 공급되기 때문에 2회 관주에 비해 근권부에 양수분을 계속적으로 공급할 수 있었기 때문인

Table 3. Effects of ionic strength of nutrient solution on mineral contents in leaves of 'Shuhouno-chikara' chrysanthemum grown hydroponically in perlite at 95 days after planting.

Ionic strength	Mineral content (% of dry weight)							
	Total-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Ca	Mg	Na
Soil	3.63a ²	1.73a	1.90a	0.24a	2.18b	0.86a	0.22b	1.16a
1/2S	3.11a	1.60a	1.51a	0.20a	2.43a	0.98a	0.32a	1.14a
1S	3.12a	1.66a	1.46a	0.22a	2.48a	0.99a	0.33a	1.18a
2S	3.13a	1.71a	1.42a	0.18b	2.28ab	1.02a	0.32a	1.20a

²Plants were cultured in a soil-based medium as the control.

³Means followed by different letters within columns are significantly separated by DMRT, P=0.05.

Table 4. Effects of irrigation frequency on growth and cut flower longevity of 'Suhouno-chikara' chrysanthemum grown hydroponically in perlite at 95 days after planting.

Irrigation frequency (times/day)	Stem length (cm)	No. of leaves	Fresh weight (g)					Dry weight (g)					Cut flower longevity (day)
			Leaf	Stem	Root	Flower	Total	Leaf	Stem	Root	Flower	Total	
2	60.27a ²	54.3b	29.32b	12.30b	1.78b	3.42b	46.82b	4.66a	3.15b	0.76b	0.38b	8.95b	33.0a
4	65.43a	62.7a	40.32a	14.38a	1.96b	4.00ab	60.66a	5.73a	4.46ab	0.74b	0.35b	11.28a	27.2b
8	65.83a	65.7a	40.57a	14.92a	3.32a	5.01a	63.82a	5.98a	5.06a	1.64a	0.77a	13.45a	28.0b

²Means followed by different letters within columns are significantly separated by DMRT, P=0.05.

Table 5. Effects of irrigation frequency on mineral contents in leaves of 'Shuhouno-chikara' chrysanthemum grown hydroponically in perlite at 95 days after planting.

Irrigation frequency (times/day)	Mineral content (%)							
	Total-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Ca	Mg	Na
2	2.93b ²	1.38b	1.55a	0.21a	2.26a	0.96a	0.21a	1.17a
4	3.31a	1.53b	1.78a	0.22a	2.35a	0.96a	0.26a	1.19a
8	3.37a	2.07a	1.30a	0.22a	2.48a	1.04a	0.21a	1.17a

²Means followed by different letters within columns are significantly separated by DMRT. *P*=0.05.

것으로 사료된다. 이 실험에서는 같은 양을 각각 여러 회에 나누어 공급한 것이므로 관수횟수가 적은 것은 배수량이 상대적으로 많다(Karlovich와 Fonteno, 1986). 또한 4회나 8회 관주시 수분요구가 많은 낮동안(10:00~16:00)의 관수량이 2회 처리에 비해 많고, 배지내 양수분 함량도 많으므로 국화생육이 양호했을 것으로 사료된다.

필라이트는 자연토양에 비해 보수력이 낮기 때문에(Riviere와 Nicolas, 1987) 배지내 수분 이용율은 관수가 불충분하나 잘못 않으면 낮동안 매우 변동이 심하게 된다(Urban 등, 1994). Lieth와 Burger(1989)는 국화에서 토양의 수분장력이 증가함에 따라 상대적으로 초장은 작아졌고 꽃의 크기도 감소하였으며, 결국 토양내 수분장력이 낮게 유지될 때 작물이 잘 자란다고 하였다. 그러나 Harbaugh 등(1989)은 관수율과 비료간의 상호작용은 국화재배에서 발견할 수 없었다고 하였다.

8회 관주시는 엽수나 국화 각 기관의 생체중, 건물중에 있어서 2회 관주보다 좋았다. 또한 8회 관주가 4회 관주에 비해 뿌리와 꽃의 생체중과 건물중이 컸다. 관주주기에 따른 절화수명은 2회 관주된 국화가 4회나 8회 관주에 비해 절화수명이 5일 더 길었다(표 4). 이것은 토마토에서 관수율을 증가시켰을 때 높은 수분함량으로 인한 뿌리활착과 뿌리 발달의 증가로 토마토의 생육과 생산량이 좋았다는 결과(Sanders, 1989; Bar-Yosef 등, 1980)와 유사하다.

국화 엽내 무기양분 함량에 있어서 8회 관주구에서 전질소, NO₃-N 함량이 2회 관주에 비해 많았다(Table 5). 또한 NO₃-N 함량은 8회 관주가 4회 관주보다 많았다. 전반적으로 8회관주시 엽내 각 이온의 함량이 많은 경향을 보였다.

이러한 결과들을 종합해 볼 때, 1배액 8회처리가 국화의 생육과 절화의 품질에 좋았다고 할 수 있으나, 여기에서 약간 벗어나는 결과들도 있어 구체적인 실험들이 앞으로 수행되어야 할 것이다. 또한 양액 농도, 관주주기 및 관주량을 생육단계별로 변화시켜 최적조건을 찾는 연구와 일사량이나 배지내 수분함량 등 식물의 수분요구도와 밀접한 요인들과 적정 관수량의 관련성에 관한 연구도 이루어져야 할 것이다.

초 록

본 연구는 절화용 국화의 필라이트 배지경 양액재배시, 국화의 생육과 절화 품질에 적합한 양액의 농도와 관주주기에 대

한 기초 자료를 얻고자 실시되었다. 양액 재배와 토양재배를 비교하였을 때, 초장은 양액재배에서 더 길어 절화의 품질은 좋았으나 엽내 무기이온의 함량은 두 재배간에 별 차이가 없었다. 양액재배시 국화의 생육과 개화에 있어 최적 농도를 규명하기 위해 화관 국화전용양액의 1/2, 1, 2배액을 처리한 결과, 유묘기에는 1/2배액처리도 양호하였으나 생육이 진전됨에 따라서 꽃의 생체중과 건물중이 낮은 반면, 1배액은 초장도 가장 길고 생육도 좋았다. 각 기관별 무기이온의 함량에 있어서는 뚜렷한 차이는 없었지만, 1/2배액처리에서 전질소와 NO₃-N 함량이 적었으며 2배액에서는 전질소 함량이 1배액보다 작을 뿐 큰 차이가 없었다. 또한 최적 관주주기를 구명하기 위해 양액을 하루에 2, 4, 8회로 나누어서 관주한 결과, 1배액 8회/일 관주에서 배지내 함수율 및 수분 이용율의 증대, 근근부의 신속한 양분교체로 인하여 생육이 가장 좋았다. 관주주기에 따른 각 기관별 무기이온함량에 있어서는 전반적으로 8회 관주가 높은 경향을 보였다. 국화의 양액재배시 양액농도와 관주주기가 국화의 절화수명에 미치는 영향을 살펴본 결과, 양액농도에 따라서는 큰 유의성이 없었지만 1배액이 2배액보다는 2-3일 정도 길었고, 관주주기에서는 하루 2회 관주가 4회와 8회 관주보다는 절화수명이 5일 정도 길었다.

추가주요어 : *Dendranthema grandiflorum*, 절화 수명, 함수율, 수분 이용율, 무기양분 함량, 양수분 흡수

인용문헌

Bar-Yosef, B., C. Stemmers, and B. Sagir. 1980. Growth of trickle-irrigated tomato as related to rooting volume and uptake of N and water. *Argon. J.* 72:815-822.
 Buttlers, R.E. and G.A. Wadsworth. 1974. Nutrition of year-round spray chrysanthemum in beds of soilless composts. *Expl. Hort.* 26:17-31.
 Buwalda, F. and K.S. Kim. 1994. Effects of irrigation frequency on root formation and shoot growth of spray chrysanthemum cuttings in small jute plugs. *Sci. Hort.* 60:125-138.
 Gilslerod, H.R. and A.R. Selmer-Olsen. 1980. The responses of

chrysanthemum to variations in salt concentration when grown in recirculated nutrient solution. *Acta Hort.* 98:201-209.
 Harbaugh, B.K., C.D. Stanley, J.F. Price, and J.B. Jones. 1989. Irrigation and fertilization management of cut chrysanthemums. *HortScience* 24(1):150.
 細谷 毅. 1992. 花卉의營養生理と施肥. 農文協. p.126-137.
 石田 明. 1978. 키크의耐鹽性. 園學雜 47(3):421-424.
 石田 明, 増井正夫, 重岡廣男. 1981. 秋ギクの生育と日持ちに及ぼす培養液濃度の影響. 園學雜 50(1):86-91.
 石田 明, 細谷 明, 重岡廣男, 岡桓勝. 1988. 秋ギクの生育と日持ちに及ぼす培養液の濃度と施用頻度の影響. 園學雜 57(3):494-498.
 강종구, 서범석, 정순주. 1995a. 양액의 이온농도가 분무경재배 국화의 생장과 발육에 미치는 영향. *한원지* 36(1): 83-89.
 강종구, 손정금, 박화성, 정순주. 1995b. 토경, 분무경 및 박막순환식 재배가 국화의 생장과 개화에 미치는 영향. *한원지* 36(5):747-754.
 加落傳. 1991. 키크集約産地の連作土壤の實態と今後の土壤管理(1)(2). 施設園藝 33:40-43.
 加藤俊博. 1989. 園藝作物における土壌リソンの適正範圍. 愛知農總試研報 21:230-238.
 Karlovich, P.T. and W.C. Fonteno. 1986. Effect of soil moisture tension and soil water content on the growth of chrysanthemum in 3 container media. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(2):191-195.
 Lieth, J.H. and D.W. Burger. 1989. Growth of chrysanthemum using an irrigation system controlled by soil moisture tension. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:387-392.
 Riviere, L.M. and H. Nicolas. 1987. Conduite de l'irrigation des cultures hor sol sur substrats. Contraintes liees au choix du milieu. Milieux poreux et transferts hydriques. *Bul. G.F. H.N.* 22:47-68.
 Sanders, D.C. 1989. Yield and quality of processing tomatoes in response to irrigation rate and schedule. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(6):904-908.
 Schwarz, M. 1995. Soilless culture management. p.29-32, 156-157.
 Urban, L., R. Brun, and P. Pyrrha. 1994. Water relations of leaves of 'Sonia' rose plants grown in soilless greenhouse conditions. *HortScience* 29(6):627-630.
 Williams, K.A. and P.V. Nelson. 1992. Growth of chrysanthemum at low relatively steady nutrient levels in a commercial-style substrate. *HortScience* 27(8):877-880.