

ENGINEERING

Growth characteristics of chrysanthemum according to planting density

Sun-Ok Chung¹, Yong-Joo Kim¹, Kyu-Ho Lee¹, Cheol-Hwi Lee², Hyun-Kwon Noh^{3*}

¹Department of Biosystems Machinery Engineering, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

²Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Yesan 32418, Korea

³Department of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Chungju 28644, Korea

*Corresponding author: nhkisg@chungbuk.ac.kr

Abstract

In this study, the effects of planting density on the growth of chrysanthemum in a greenhouse were evaluated on two popular varieties (i.e., Sinma and Moonlight). Planting density treatments were as follows: 1) 12 cm × 12 cm, 2) 6 cm × 12 cm, 3) 6 cm × 12 cm with one-cell vacant, and 4) 6 cm × 12 cm with two-cell vacant. Size of each treatments indicate one chrysanthemum was planted in that sized cell that was rectangular shaped field and these treatments were located in a line. Moreover, “one and two-cell vacant” means that it makes middle point of the field empty, offers beside chrysanthemum larger spaces to grow. For the Sinma variety, the results of growth and flowering characteristics at the harvesting stage showed that leaf number, leaf length, flower length, and leaf area were highest when the crop was planted at the 12 cm × 12 cm density, and the next preferable density was 6 cm × 12 cm with one-cell vacant. For the Moonlight variety, the results showed that stalk height and diameter, leaf number and length, flower length, leaf area, and flower number were highest at the 12 cm × 12 cm planting density. For Sinma, ratios of marketable production were 87.5% and 83.3% for the 12 cm × 12 cm and 6 cm × 12 cm with two-cell vacant, respectively. For Moonlight, ratios were 88.0% and 84.3% for the 12 cm × 12 cm and 6 cm × 12 cm with two-cell vacant.

Keywords: chrysanthemum, greenhouse production, growth status, marketability, planting density



OPEN ACCESS

Citation: Chung SO, Kim YJ, Lee KH, Lee CH, Noh HK. 2017. Growth characteristics of chrysanthemum according to planting density. Korean Journal of Agricultural Science 44:604-612.

DOI: <https://doi.org/10.7744/kjoas.20170065>

Editor: Kyeong Hwan Lee, Chonnam National University, Korea

Received: September 7, 2017

Revised: November 20, 2017

Accepted: November 28, 2017

Copyright: © 2017 Korean Journal of Agricultural Science.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

국내 산업은 4차 산업혁명이라는 새로운 개혁을 추진하고 있다. 이는 로봇기술, 빅데이터를 바탕으로 한 산업으로 고령화로 인한 노동력 부족현상을 해결할 수 있는 방안이 될 수 있다. 최근 ICT, IoT 등 관련 기술들의 농업 적용이 관심을 받고 있다. 이에 발맞춰 과거 시설재배의 규모는 1979년 4,972 ha에 비해 2015년 90,468 ha로 약 18배 증가하였다(Statistics Korea, 2016). 하지만 시설원에 산업의 정체, 특정 작물 과다 경쟁, 수요의 계절성으로 인해 성장이 제자리 걸음 되었고, 규모도 작아지고 있다. 이에 주요 화훼 작목(국화, 장미, 백합)들을 중심으로 기술선진국인 네덜란드와 비교하여 경제성을 분석하였으며(Kim and Kim, 2015; KREI, 2015; Jang

and Kim, 2016), 품질과 생산량을 높이기 위해 국화의 생육에 따라 필요한 적정 영양소, 최적의 환경 조건에 대한 많은 연구가 진행되었다.

과거 국화는 토양에서 재배되는 경우가 많았는데, 토양에서 연작하게 되면 토양의 염류로 인해 초장과 생체중이 감소하고, 개화가 지연된다(Ishida et al., 1978). 또한 여름과 겨울에 국화 생장에 적합한 지온을 유지하기가 어렵고, 병해충으로 인해 생산량이 감소하고 고품질 국화 생산이 쉽지 않다(Kato and Takei, 1989; Ji et al., 1998a). 이러한 토양재배의 한계점을 보완하기 위하여 국화 재배에 양액재배를 도입하고 있고, 양액재배가 토양보다 적절하다는 결과를 보고한 사례들이 많다(Morgan et al., 1980; Moustafa and Morgan, 1981; Buwalda and Kim, 1994; Ji et al., 1998b). 특히, 생육단계, 작물 및 품종에 따른 양액의 조성농도와 농도는 가장 중요한 요소로 생산성과 품질에 직접적 연관이 있다(Nakaya, 1992). 예를 들어, 국화는 생육 초기에 양액의 농도가 너무 낮으면 생육 후기에 초세가 약해지고 엽색이 옅어지며, 양액의 농도가 높으면 생리 장애가 유발되고 품질이 낮아지게 된다(Kang et al., 1995). Kim et al. (2000)은 최적 양액농도를 유지한다면 최대 연간 4기작 재배까지 가능하고 하였다. 각 기작별 적정 관수량과 양액농도, 양액의 pH가 중요 요소이며, 특히 pH는 영양생장기에는 안정적으로 유지되지만, 양액재배의 종류(비순환식, 순환식)에 따라 생식생장기에는 순환식 재배에서 비교적 많이 낮아지는 것으로 나타났다.

국화 재배는 근권 환경에 영향을 받으며, 또한 광량, 온습도 및 재식밀도가 영향 요인으로 꼽힌다(Chung et al., 2015). 특히, 광량과 재식밀도는 서로 연관성이 높는데, 재식밀도가 높을수록 작물이 받는 광량이 적어진다(Van der Hoeven et al., 1975; Kang et al., 1995; Carvalho and Heuvelink, 2001; Lee, 2002). Langton et al. (1999)도 재식밀도와 국화 줄기기간의 상관관계를 확인한 결과, 재식밀도가 높아질수록 국화의 줄기가 짧아지는 현상을 확인하였고, 국화 줄기가 최대 성장할 수 있는 최적의 재식밀도에 대한 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 국내 주요 국화 품종에 대하여 재식밀도별 생육특성을 실험적으로 조사 분석하였다.

Materials and Methods

본 연구에 사용한 국화 품종은 농가에서 많이 재배되고 있는 대표적인 품종으로 선정하였으며, 스탠다드는 신마, 스프레이는 문라이트를 사용하였다. 재식밀도는 농가의 재배양식을 고려하여 4가지로 나누어 실험하였다. 재식밀도를 일정하게 조성하기 위하여 12 cm × 12 cm 크기의 그물망을 사용하였으며, 한 그물망에 식재하는 국화의 밀도를 다르게 하였다. Fig. 1에 재식밀도 조성방법을 나타내었다. 처리 1은 한 개의 그물망에 한주씩 식재하여 12 cm × 12 cm 간격으로 식재하였다. 처리 2는 한 개 그물망 안에 앞 뒤 방향으로 2주씩 식재하여 6 cm × 12 cm 간격을 두었다. 처리 3과 4는 처리 2를 변형하여 그물망 8칸 중 가운데 한 칸 및 두 칸을 비웠다. Fig. 2, 3은 재배광경을 보여주고 있다.

Treatment 1: 12 × 12 cm (n = 8)

♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣
---	---	---	---	---	---	---	---

Treatment 2: 6 × 12 cm (n = 16)

♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣
♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣	♣

Treatment 3: 6 × 12 cm with one vacant cell (n = 14)

♣	♣	♣		♣	♣	♣	♣
♣	♣	♣		♣	♣	♣	♣

Treatment 4: 6 × 12 cm with two vacant cells (n = 12)

♣	♣	♣			♣	♣	♣
♣	♣	♣			♣	♣	♣

Fig. 1. Layout of 4 treatments with different planting densities.



Fig. 2. Photo of chrysanthemum grown in the greenhouse for the experiment.



Fig. 3. Photos of each treatment in the experiment (upper left: treatment 1, upper right: treatment 2, bottom left: treatment 3, bottom right: treatment 4).

재배 실험은 예산에 위치한 화훼연구소 단동 비닐하우스 내에서 이루어졌으며, 네덜란드 표준양액(Table 1)을 토양에 관주하는 방법으로 1.8 ds/m을 기준으로 물에 희석하여 사용하였다. 양액공급은 생육단계별로 나누어서 생육초기에는 0.8 ds/m, 생육후기에는 1.0 ds/m으로 설정하여 관주하였다. 수분과 양액은 점적호스를 활용하여 수행하였으며, 자동화 양액공급 장치를 활용하였다. 문라이트와 신마의 삽수를 채취하여 2009년 4월 3일과 4월 10일에 육묘하였고, 4월 22일에 정식을 하였다. 생육조사는 생육초기(50일 후), 생육중기(80일 후), 생육후기(100일 후), 그리고 수확 및 개화기(120일 후)로 나누어 4회에 걸쳐 수행하였다. 생육특성 결과는 초장, 경경, 엽수, 엽장, 엽폭을 측정하였고, 각 처리구에서 단계별 10개의 샘플을 채취하여 평균을 계산하였으며, 던컨 분석법을 이용하여 가장 높은 결과값의 처리구의 환경을 양호하다고 판단하였다.

Table 1. Nutrient composition used in the study (Netherlands, Circulation type).

Item	Composition	
EC	1.8 mS/cm	
Macro-nutrient (me/L)	NO ₃ -N	12.75
	NH ₃ -N	1.25 (9%)
	P	3.0
	K	7.5
	Ca	5.0
	Mg	2.0
	S	2.0
Micro-nutrient (ppm)	Fe	3.36
	Mn	100
	B	0.22
	Zn	0.20
	Cu	0.03
	Mo	0.05

Results and Discussion

국화의 생육특성을 판단하는 기준으로 생체중과 건체중을 사용하는 경우가 많지만(Lee, 2002; Lee et al., 2009), 대기중으로 부터의 광량, CO₂ 흡수 여러 외부 요인에 따른 생육특성을 판단하기 위해서는 초장, 경경, 엽수, 엽장, 엽폭, 줄기의 강도, 잎의 모양 등 다양한 결과를 활용하는 것이 좋다고 하였다(Carvalho and Heuvelink, 2001). 본 연구에서는 온실 내에서 재배되는 국화의 상품성도 함께 고려하였기 때문에 생체중과 건체중보다는 초장과 잎의 생장 결과로 생육특성과 상품성을 판단하였다(Lee et al., 2008).

생육초기 재식밀도 처리별 생육특성

Table 2에 나타낸 바와 같이, 신마 품종의 경우 초장은 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리에서 63.2 cm로 가장 컸고, 다음으로 12 cm × 12 cm가 63.0 cm이었다. 경경의 경우는 12 cm × 12 cm가 5.07 mm로 다른 처리구에 비하여 양호하였다. 엽수의 경우도 12 cm × 12 cm가 37.1개로 가장 많았다. 엽장의 경우는 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움)가 가장 8.48 cm로 가장 길었고, 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움)와 12 cm × 12 cm도 각각 8.41 cm과 8.43 cm로 근소한 차이가 나타났다. 엽폭의 경우는 12 cm × 12 cm가 5.10 cm로 가장 넓었다. 대체적으로 12 cm × 12 cm 처리구가 생육이 양호하였다. 처리 간 통계적 유의적 차이를 분석한 결과 경경과 엽수에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 2. Growth characteristics at the early growth stage according to the planting density.

Treatment	Standard (Sinma variety)					Spray (Moonlight variety)				
	Height (cm)	Stem diameter (mm/stalk)	No. leaf	Left length (cm)	Leaf width (cm)	Height (cm)	Stem diameter (mm/stalk)	No. leaf	Left length (cm)	Leaf width (cm)
1	63.0a	5.07a	37.1a	8.43a	5.10a	61.05a	5.20a	41.0a	8.75b	5.09a
2	58.4a	4.66b	33.4b	8.13a	4.84a	61.71a	5.23a	39.4ab	9.06ab	5.03a
3	63.2a	4.78b	35.8ab	8.41a	4.81a	63.05a	5.19a	40.6ab	9.38a	5.10a
4	59.3a	4.77b	35.0ab	8.48a	4.89a	61.65a	5.16a	38.5b	9.22ab	5.07a

a, b Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

문라이트 생육초기 재식밀도 처리별 생육특성 조사결과를 보면, 초장은 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 63.05 cm로 가장 양호하였고, 나머지 처리구는 큰 차이가 없었다. 경경의 경우 6 cm × 12 cm 처리구가 5.23 mm로 가장 양호하였고, 다음으로 12 cm × 12 cm 처리구가 5.20 mm로 약간 낮았다. 엽수의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구가 41 개로 가장 양호하였다. 엽장의 경우는 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 9.38 cm로 가장 양호하였다. 엽폭의 경우도 같은 경향으로 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 9.38 cm로 가장 양호하였다. 엽수와 엽장에서 처리 간 통계적 유의적 차이를 보였다.

생육중기 재식밀도 처리별 생육특성

생육중기 재식밀도별 생육특성 조사결과는 Table 3에 요약하였다. 신마의 경우 초장은 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 80.3 cm로 가장 양호하였다. 다음으로 12 cm × 12 cm 처리구가 79.6 cm로 높았다. 경경의 경우는 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움)가 5.64 mm로 가장 높았고, 다음으로 12 cm × 12 cm 처리구에서 5.55 mm로 양호하였다. 엽수의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구에서 49.3개로 가장 양호하였고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 46.3개로 높았다. 엽장의 경우는 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 10.53 cm로 가장 양호하였고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구가 10.36 cm로 양호하였다. 따라서 가운데 통기성을 양호하게 하는 것이 엽장의 생육조건을 좋게 하는 것으로 사료된다. 엽폭의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구가 5.86 cm로 가장 높았고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 5.79 cm로 양호하였다. 대체적으로 12 cm × 12 cm 처리구가 생육초기와 마찬가지로 생육이 양호한 것으로 나타났다. 하지만 가운데를 비우는 처리구들도 초장, 경경, 엽장이 양호하게 나타났다. 처리 간 유의적 차이를 분석한 결과 엽장에서 처리 간 차이가 있는 것으로 분석되었다.

Table 3. Growth characteristics at the mid growth stage according to the planting density.

Treatment	Standard (Sinma variety)					Spray (Moonlight variety)				
	Height (cm)	Stem diameter (mm/stalk)	No. leaf	Left length (cm)	Leaf width (cm)	Height (cm)	Stem diameter (mm/stalk)	No. leaf	Left length (cm)	Leaf width (cm)
1	79.6a	5.55a	49.3a	10.29ab	5.86a	85.0a	5.38a	44.3a	10.10a	5.86a
2	79.0a	5.34a	45.3a	10.15b	5.67a	76.7b	5.00b	41.0a	9.15a	5.67a
3	80.3a	5.42a	46.3a	10.53a	5.79a	82.0ab	5.19ab	43.7a	9.62a	5.79a
4	79.2a	5.64a	45.4a	10.36ab	5.74a	81.1ab	5.28ab	42.5a	9.79a	5.74a

a, b Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

문라이트의 경우 초장은 12 cm × 12 cm 처리구가 85.0 cm로 가장 높았다. 경경의 경우도 5.38 mm로 가장 양호한 것으로 나타났다. 엽수의 경우도 12 cm × 12 cm 처리구가 44.3개고 가장 양호하였고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 우수하였다. 엽장의 경우도 같은 경향으로 12 cm × 12 cm 처리구가 10.10 cm로 가장 높았다. 엽폭의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구가 5.68 cm로 가장 높았다. 전체적으로 12 cm × 12 cm 처리구가 생육이 가장 양호한 것으로 나타나 신마와는 약간 다른 차이를 보였다. 처리 간 유의성을 분석한 결과 초장과 경경에서 처리 간 유의적 차이가 있는 것으로 분석되었고, 다른 조사항목에서는 유의적 차이가 없는 것으로 분석되었다.

생육후기 재식밀도 처리별 생육특성

생육후기 재식밀도 처리별 생육특성 조사결과는 Table 4와 같다. 신마의 경우, 초장은 12 cm × 12 cm 처리구가

98.4 cm로 가장 높았고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구에서 95.9 cm로 높았다. 경경의 경우도 같은 경향으로 12 cm × 12 cm 처리구가 5.5 mm로 가장 높았고, 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 5.43 mm로 양호하였다. 엽수의 경우도 같은 경향으로 12 cm × 12 cm 처리구가 58.2개로 가장 높았다. 엽장의 경우는 가운데를 비운 처리구가 다른 처리들에 비하여 양호하였다. 가장 양호한 처리구는 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움)에서 10.64 cm로 양호하였고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구가 양호하였다. 엽폭의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구가 5.96 cm로 가장 높았다. 다음으로 가운데를 비운 처리구가 같이 5.84 cm로 높았다. 전체적으로 12 cm × 12 cm 처리구가 엽장을 제외하고는 생육이 양호하였다. 처리 간 유의성을 분석한 결과 경경에서만 처리 간 유의적 차이가 있는 것으로 분석되었고, 다른 항목에서는 처리 간 유의성이 없는 것으로 분석되었다.

Table 4. Growth characteristics at the late growth stage according to the planting density.

Treatment	Standard (Sinma variety)					Spray (Moonlight variety)				
	Height (cm)	Stem diameter (mm/stalk)	No. leaf	Left length (cm)	Leaf width (cm)	Height (cm)	Stem diameter (mm/stalk)	No. leaf	Left length (cm)	Leaf width (cm)
1	98.4a	5.50a	58.2a	10.51a	5.96a	107.9a	5.55a	49.9a	10.21a	5.79a
2	94.5a	5.40ab	55.9a	10.40a	5.77a	96.5a	5.22b	50.9a	9.40b	5.56a
3	97.3a	5.43ab	57.6a	10.64a	5.84a	101.1a	5.31b	53.0a	9.82ab	5.63a
4	95.9a	5.33b	56.8a	10.56a	5.84a	102.6a	5.36ab	52.2a	9.95ab	5.66a

a, b Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

문라이트는 초장의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구가 107.9 cm로 가장 양호하였고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구가 양호하였다. 경경의 경우도 같은 경향으로 12 cm × 12 cm 처리구에서 5.55 mm로 양호하였다. 엽수의 경우는 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 53개로 가장 양호하였고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구가 52.2개로 양호하였다. 대체적으로 엽수의 경우는 가운데를 비운 처리구에서 양호한 것으로 나타났다. 엽장의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구가 10.21 cm로 가장 길었다. 엽폭의 경우도 12 cm × 12 cm 처리구가 5.79 cm로 큰 차이는 나지 않았지만 가장 양호하였다. 유의성을 분석한 결과 경경과 엽장에서 차이를 보였다. 하지만 다른 항목에서는 통계적 유의적 차이가 없는 것으로 분석되었다.

수확 후 생육 및 개화 특성 조사

신마 수확 후 생육 및 개화 특성 조사를 한 결과는 Table 5와 같다. 초장의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구가 117.1 cm로 가장 양호하였고, 경경의 경우는 6 cm × 12 cm가 5.65 mm로 가장 양호하였지만 다른 처리와 큰 차이는 나지 않았다. 엽수의 경우 12 cm × 12 cm 처리구가 64.3 cm로 근소한 차이로 가장 양호하였다. 엽장의 경우 12 cm × 12 cm 처리구가 10.66 cm로 가장 양호하였다. 엽폭의 경우는 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 5.61 cm로 가장 양호하였다. 다음으로 12 cm × 12 cm 처리구가 5.56 cm로 양호하였다. 절화중의 경우는 상품성을 결정하는 기준으로 12 cm × 12 cm 처리구가 87.2 g으로 가장 많이 나왔고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 82.1 g으로 높게 나타났다. 화폭의 경우는 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구가 11.28 cm로 가장 컸다. 대체적으로 가운데를 비운 상태로 재배한 처리구가 양호한 것으로 나타났다. 엽면적의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구가 1334.7 mm²로 가장 넓었다. 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 1307.7 mm²로 다음으로 넓었다. 전체적으로 12 cm × 12 cm 처리구가 초장, 경경, 엽수, 엽장, 절화중, 엽면적에서 다른 처리구에 비하여 양호하였다. 처리 간 유의적 차이를 분석한 결과 모든 조사항목에서 차이를 볼 수는 없었다.

Table 5. Growth and flowering characteristics at the harvesting stage according to the planting density for “Sinma” variety.

Treatment	Height (cm)	Stem diameter (mm/stalk)	No. leaf	Left length (cm)	Leaf width (cm)	Flower mass (g)	Flower width (cm)	Leaf area (mm ²)
1	117.1a	5.60a	64.4a	10.66a	5.56a	87.2a	11.01a	11.01a
2	121.3a	5.65a	62.8a	10.31a	5.37a	75.1a	11.03a	11.03a
3	115.8a	5.52a	64.3a	10.60a	5.61a	82.1a	11.27a	11.27a
4	116.1a	5.27a	61.2a	10.05a	5.35a	66.9a	11.28a	11.28a

a Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, 5% level.

문라이트 수확 후 생육 및 개화 특성 조사를 한 결과는 Table 6과 같다. 초장은 12 cm × 12 cm 처리구가 133 cm로 가장 양호하였고, 경경의 경우도 같은 경향이었다. 12 cm × 12 cm 처리구가 6.02 mm로 가장 높았고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구가 6.01 mm로 양호하였다. 엽수의 경우도 12 cm × 12 cm 처리구가 57.9개로 가장 양호하였고, 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구, 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구 순으로 양호하였다. 엽장의 경우도 같은 경향으로 12 cm × 12 cm 처리구가 57.9개로 가장 양호하였다. 엽장의 경우도 12 cm × 12 cm 처리구가 9.8 cm로 가장 양호하였다. 엽폭의 경우는 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 5.4 cm로 가장 높게 나타났다. 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구 순이었다. 이와 같은 결과는 가운데 통기성을 양호하게 하는 것이 엽폭 확장에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 절화중의 경우 상품성을 나타내는 기준으로 12 cm × 12 cm 처리구가 85.4 g으로 가장 높게 나왔다. 화폭의 경우는 6 cm × 12 cm 처리구가 5.32 cm로 가장 높게 나타났다. 엽면적의 경우는 12 cm × 12 cm 처리구가 875.4 mm²로 가장 넓은 것으로 나타났다. 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움)가 다음으로 넓게 나타났다. 화수의 경우는 31.1개로 가장 많이 꽃이 달리는 것으로 나타났다. 대체적으로 12 cm × 12 cm 처리구가 생육특성, 상품성이 양호하게 나타났다. 이것은 수확 시 높은 가격을 받을 수 있는 요인이 된다. 유의성을 분석한 결과, 초장, 절화중 및 엽면적에서 차이가 있었고, 다른 조사항목에서는 처리구 간 유의적 차이를 볼 수 없었다.

Table 6. Growth and flowering characteristics at the harvesting stage according to the planting density for “Moonlight” variety.

Treatment	Height (cm)	Stem diameter (mm/stalk)	No. leaf	Left length (cm)	Leaf width (cm)	Flower mass (g)	Flower width (cm)	Leaf area (mm ²)	No. flower
1	133.0a	6.02a	57.9a	9.80a	5.31a	85.4a	4.98a	875.4a	31.1a
2	119.3b	5.81a	54.6a	9.03a	4.88a	65.1b	5.32a	774.5b	21.1a
3	120.0b	5.57a	55.1a	9.67a	5.40a	75.8ab	5.30a	820.9ab	26.1a
4	125.3ab	6.01a	55.0a	9.63a	5.37a	74.1b	5.08a	822.4ab	26.3a

a, b Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, 5% level.

상품성을 육안으로 평가한 결과, 신마의 경우 조방적인 12 cm × 12 cm 처리구와 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움)에서 상품율이 높게 나타났다. 밀식재배가 수확량은 많지만 상품율에서 떨어져 좋은 가격을 받지 못한다. 생육 현황(초장)을 보면 모든 처리가 비슷한 경향을 보였고, 이 중 2처리구가 초기에는 약간 작았으나 시간이 지나면서 크는 속도가 빨라 개화기에는 가장 성장이 높았다. 엽수를 보면 4처리 모두 생육단계별로 성장 경향이 비슷하였다. 엽장의 경우 조방적으로 재배하는 1처리와 4처리가 가장 양호하였다. 그리고 가장 밀식한 2처리가 엽장이 가장 작

았다. 큰 차이가 나지는 않지만 엽방의 크기에 따라 상품성의 차이가 있어 중요하다.

문라이트의 경우에도 조방적으로 재배한 1처리와 4처리가 초장이 양호하게 나타났다. 상대적으로 밀식재배한 2처리와 3처리는 초장이 작았다. 밀식이 수량은 많이 늘어나지만 상품성이 떨어져 국화 가격에 따라 경제성이 달라진다. 엽수를 보면 역시 1처리가 가장 양호하게 나타났다. 후기에는 3처리가 양호하게 나타났지만 포장이 우거지면서 차광현상으로 광합성이 줄어들면서 엽수가 줄어든 것으로 사료된다. 그래서 조방적으로 재배한 1처리와 4처리가 엽수가 가장 많은 것으로 나타났다. 엽장은 생육초기에는 1처리가 작았지만 중기, 후기를 거치면서 급격히 성장하여 개화기에는 가장 길은 것으로 나타났다. 대체적으로 조방적으로 재배하는 것이 생육은 양호하여 품질이 우수한 것으로 나타났다. 하지만 다른 처리에 비하여 수량이 적다는 단점이 있다. 등급별로 가격차이가 많이 나는 경우에는 상품율이 높은 1처리가 유리하고, 등급별 가격차이가 적을 경우에는 밀식재배도 경제성이 있다고 볼 수 있다. 문라이트 재식거리 처리별 상품율을 보면 신마와 비슷한 경향치를 보였다. 조방적으로 재배한 12 cm × 12 cm 처리구와 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구가 88%, 84.3%로 나와 다른 처리구에 비하여 높게 나타났다.

Langton et al. (1999)은 국화의 재식 거리가 넓을수록, 줄기의 강도와 초장 등 상품성이 향상되었다고 하였는데, 이는 각 개체에 공급되는 바람과 광량의 요인이 가장 크다고 하였다. Lee (2002)도 같은 조건에서는 광량이 국화의 생장에 영향을 미치는 요인이기 때문에 반드시 고려해야 할 요인이라 하였고, 재식 거리와 광량의 관계가 반비례하므로 재식 거리와 광량의 상관관계를 분석하는 것이 필요하다고 하였다. 따라서 본 실험에서는 국화의 재식 거리가 12 cm × 12 cm과 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움)의 환경이 조방적인 환경이었기 때문에 통풍이 잘 되어 상품성이 높았고, 추가적으로 재식밀도가 광량에 영향을 주어 상품성이 높았다고 판단된다.

Conclusion

국화의 시설재배 시 적정 재식거리 구명을 위하여 농가가 선호하는 품종 스탠다드 신마 그리고 스프레이는 문라이트를 공시하여 시험한 연구 결과는 아래와 같이 요약할 수 있다. 적정 재식거리 구명 시험결과 신마는 수확 후 생육 및 개화특성을 보면, 재식거리 12 cm × 12 cm 처리구가 엽수, 엽장, 절화중, 엽면적에서 가장 양호한 것으로 나타났다. 다음으로 6 cm × 12 cm (가운데 한 칸 비움) 처리구가 엽폭과 화폭에서는 양호하였다. 문라이트 수확 후 생육 및 개화특성 조사결과 12 cm × 12 cm 처리구가 초장, 경경, 엽수, 엽장, 절화중, 엽면적 및 화수에서 양호하였다. 신마 재식거리 처리별 상품율을 보면 12 cm × 12 cm 처리구가 87.5%로 높았으며 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구가 83.3%를 나타냈다. 문라이트 재식거리 처리별 상품율을 보면 신마와 같은 경향이었으며, 12 cm × 12 cm 처리구가 88%, 6 cm × 12 cm (가운데 두 칸 비움) 처리구가 84.3%를 나타냈다.

Acknowledgements

이 연구는 충남대학교 CNU 학술연구비 지원으로 수행되었음.

References

- Buwalda F, Kim KS. 1994. Effects of irrigation frequency on root formation and shoot growth of spray Chrysanthemum cuttings in small jute plugs. *Scientia Horticulturae* 60:125-138.
- Carvalho SMP, Heuvelink E. 2001. Influence of greenhouse climate and plant density on external quality of Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kirtamura): First steps towards a quality model. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76:249-258.
- Chung SO, Kim YJ, Lee KH, Sung NS, Lee CH, Noh HK. 2015. Remote monitoring of light environment using

- web-camera for protected chrysanthemum production. *CNU Journal of Agricultural Science* 42:447-453.
- Ishida A, Masui M, Nukaya A, Ogura T. 1978. Salt tolerance of chrysanthemums. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 47:421-424. [in Japanese]
- Jang HD, Kim SH. 2016. Analysis of the economic value of the production of lily bulbs in Korea. *Korean Journal of Agricultural Science* 43:481-495.
- Ji EY, Oh W, Kim SH, Kim KS. 1998a. Effects of changes of nutrient solution concentration according to growth stage on growth and flowering of cut chrysanthemum grown hydroponically in perlite. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology* 16:247-250. [in Korean]
- Ji EY, Oh W, Kim SH, Kim KS. 1998b. Effects of concentration of nutrient solution and irrigation frequency on growth and flower quality of cut Chrysanthemum grown hydroponically in perlite. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology* 16:37-39. [in Korean]
- Kang JG, Seo BS, Chung SJ. 1995. Effect of nutrient concentration on growth and development of aeroponically grown Chrysanthemum. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 36:83-89. [in Korean]
- Kato T, Takei A. 1989. Effects of available soil phosphorus on growth and yield of chrysanthemums. *Research bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center* 21:230-238. [in Japanese]
- Kim JH, Lee JS, Kim TJ, Kim HH, Kim SD, Lee HD, Lee CH, Yun T. 2000. Effects of shading and mulching on growth and flower quality of 'Baegkwonag' chrysanthemums. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 41:631-635. [in Korean]
- Kim SH, Kim JT. 2015. Analysis on the production and consumption of the cut lily bulb in world market. *CNU Journal of Agricultural Science* 42:73-79. [in Korean]
- KREI (Korea Rural Economic Institute). 2015. Development strategies for material industries of greenhouses in Korea. [in Korean]
- Langton FA, Benjamin LR, Edmondson RN. 1999. The effects of crop density on plant growth and variability in cut-flower chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74:493-501.
- Lee JH. 2002. Analysis and simulation of growth and yield of cut chrysanthemum. Ph. D. dissertation, Wageningen University, Wageningen, NL.
- Lee JH, Heuvelink Ep, Bakker Menno J. 2009. Interaction Effects between Light Level and Plant Density on Plant Growth, Development and External Quality in Year-around Cut Chrysanthemum. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 27:391-398.
- Lee JK, Park BY, Choi DR, Heo JW. 2008. Damage and Occurrence of *Pratylenchus vulnus* and *Paratylenchus* sp. on Spray Chrysanthemum, *Dendranthema grandiflourm* Kitamura. *Korean Journal of Applied Entomology* 47:473-478. [in Korean]
- Morgan JV, Moustafa AT, Scanlan F, Fan A. 1980. Propagation techniques for crops in nutrient solution culture. *Acta Horticulturae* 98:243-251.
- Moustafa AT, Morgan JV. 1981. Root zone warming of spray chrysanthemums in hydroponics. *Acta Horticulturae* 115:217-226.
- Nakaya A. 1992. Management of nutrient solution for hydroponics of vegetables: Management of nutrient solution for the high quality. *Acta Horticulturae* 10:86-89.
- Statistics Korea. 2016. Agricultural area statistics in 2015. [in Korean]
- Van der Hoeven AP, Mol CP, Van der Steen JA. 1975. Plant density of year-round chrysanthemums. *Netherland Journal of Agricultural Science* 23:234-230.