

Long-Day Period Before Short-Day Treatment Affects the Vegetative Growth of Greenhouse-Grown Cut Chrysanthemum cv. Reagan Improved

Cheol Ki Baek · Kyung Cheol Cho · Jeong Hyun Lee¹ · Tae Ho Han² · Soon Ju Chung*

Fac. of Applied Plant Science, Coll. of Agri. and Life Sciences, Chonnam Nat'l Univ., Gwangju 500-757, Korea

¹Horticultural Production Chain Group, Wageningen Univ., Wageningen Marijkeweg 22, 6709 PG, The Netherlands

²National Institute of Agricultural Biotechnology, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

Abstract

This study was conducted to examine the effect of long-day (LD) period before short-day (SD) treatment on the vegetative growth of greenhouse-grown cut chrysanthemum cv. Reagan Improved at Wageningen Agricultural University, The Netherlands. Rooted cuttings of cut chrysanthemum cv. Reagan Improved were transplanted on 6th, 13th, 20th of September and all of them were treated with LD before SD treatment on 27th of September. The periods from transplanting until final harvest were 70, 77, and 84 days for 1, 2, and 3 week-LD treatment, respectively. The final plant height increased in the plot of 3 week-LD period and decreased in the plot of 1 week-LD period before the SD treatment. Total fresh weight and the leaf area were increased more in the plot of 3 week-LD period than that of 1 week-LD period, but the absolute growth rate after SD treatment was the same on plant growth rate and increase of the number of leaves in all treatments. The final dry matter production ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) was increased more in the plot of 3 week-LD period than that of 1, 2week-LD period before SD treatment. Plant height and fresh weight were followed by the condition of LD period. In addition, dry mass production was highest in 3 week-LD period.

Key words: *Dendranthema grandiflorum*, final dry mass production, specific leaf area

*Corresponding author

서 론

우리나라의 전체 국화 재배는 연중 평균 2.2 작기로서 실제 연간 생산면적은 2000년 현재 731.7 ha에 이른다. 한편 생산량에 있어서는 427백만본으로 1990년도에 비해 3배 이상 증가되었으며, 앞으로 우리나라에도 절화국의 연중 생산시스템의 도입과 재배방법 등의 개선을 통한 생산량 증대는 지속될 것으로 예상된다. 화란의 경우 전체 국화재배 면적은 스프레이 절화국을 중심으로 하여 2000년 현재 774 ha로써 전년도 대비 약 5%정도가 감소되었지만, 절화류 작물중에서는 두 번째로 많은 면적을 차지하고 있는 주요 작목이며, 연중 평균 4기작이 넘는 집약적인 생산시스템을 갖추고 있어 실제 연중 생산면적은 3,000 ha에 이른다고 볼 수 있다. 한편, 일본의 경우 '98년 국화재배면적은 6,190 ha로서 대국과 중국이 주류를 이루고 있는데 이

는 우리나라 전체 화훼류 재배면적보다도 많은 것이며, 이탈리아와 콜롬비아도 각각 600 ha와 525 ha를 차지하고 있다. 네덜란드의 경우 계절별로 장일기간은 10~21일, 재식밀도는 평방미터당 32~64주이며, 광량이 많은 여름철은 단위면적당 1~2주씩 더 재식하는 경우가 있지만, 품종별로 그 재식밀도는 상이하다. 장일기간의 단축은 생산기간의 단축을 의미하지만 생산물의 품질(적정 초장과 생체중)을 고려할 때 광량이 낮은 겨울철 작기에서는 장일기간을 최대로 하고 재식밀도를 줄임으로써 시장에서 요구되는 고품질의 상품을 생산해 낼 수 있다. 이러한 장일은 초장, 경경, SLA (specific leaf area)와 같은 식물의 특성에 영향을 준다(Subbiah et al., 1974). 또한, 초장과 경경은 장일기간이 길수록 길고 굵어진다고 하였으며, SLA는 장일거리 기간에 현저하게 영향을 받고 엽면적과 엽중의 증가를 가져온다고 하였다(Hughes, 1973). 따라서, 본

Table 1. Plant material characteristics for this study.

| Treatment | Stem length (cm) | No. of leaves | Leaf area (cm ² /plant) | Fresh wt. (g/plant) | | | Dry wt. (g/plant) | | |
|-----------|------------------|---------------|------------------------------------|---------------------|------|-------|-------------------|------|-------|
| | | | | Leaf | Stem | Total | Leaf | Stem | Total |
| 1 wk LD | 10.70 | 8.40 | 61.49 | 1.73 | 0.73 | 2.46 | 0.16 | 0.05 | 0.21 |
| 2 wk LD | 11.43 | 7.25 | 54.97 | 1.52 | 0.81 | 2.34 | 0.15 | 0.06 | 0.22 |
| 3 wk LD | 12.07 | 7.35 | 72.07 | 1.99 | 0.99 | 2.98 | 0.18 | 0.07 | 0.25 |

실험에서는 단일처리 전 장일처리 기간이 스프레이 절화국(*Dendranthema grandiflorum*)의 생장과 발육에 미치는 구명하고 고품질, 다수확 안정재배기술체제확립을 위한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험은 2000년 9월 6일부터 12월 초까지 네덜란드 Wageningen 대학의 유리온실(12×12.8 m, Venlo-type) 실험포에서 수행하였고, 공시품종으로는 스프레이 절화국 [*Dendranthema grandiflorum*(Ramat) Kitamura, cv. Reagan Improved]을 사용하였다. 정식 13~14일 전에 피트블록에 삼목한 삼목묘(초장 12 cm, 엽수 7매 내외의 균일한 묘)를 m²당 64주(정식거리 12.5 cm×12.5 cm)로 각각 2000년 9월 6, 13, 20일에 가로 10.25 m 세로 1.125 m의 토양베드에 각 시기별, 구역별로 정식하였다. 각 처리별 정식 3주, 2주, 1주 동안 장일처리를 한 후 2000년 9월 27일에 removable blackout screen을 사용하여 단일 처리를 하였다. 단일 처리방법은 매일 오후 8시부터 다음날 오전 7시까지 11시간 동안 차광하였다. 단일처리 전 장일처리는 오전 5시 05분에서 오후 11시 55분까지 고압나트륨등(SON-T, 400W)을 사용하여 19시간 여 동안 실시하였으며, 광이용량은 19시간 여 동안 외부광도가 150 W·m⁻² 이하일 때 점등하고 200 W·m⁻² 이상일 때 소등하였다. 이산화탄소는 350 mg·L⁻¹ 이하일 때 공급하였으며, 375 mg·L⁻¹ 이상시 중단하여 온실 내 CO₂농도를 일정하게 유지하고자 하였다. 급액은 스프링클러를 이용한 두상살수와 관수호스를 이용한 지상관수를 병행하여, 토양 pH 수준이 2정도일 때 지상관수와 4~5분간 두상살수를 동시에 실시하였으며, 그 후 1~1.5분간 엽손상을 막기 위하여 순수한 물을 두상살수 하였다. 급액 농도는 EC 1.2 dS·m⁻¹, pH 5.6의 수준으로 하여 공급하였다. 지상살수는 작물의 균락이

완전 밀폐되어진 이후에 시행하였으며, 두상 살수와 동일한 방법으로 수행하였다. 재배기간 중 온실 내부 온도는 자동센서에 의하여 주간 18.5°C 야간 19.5°C로 유지하였으며, 주간 온도 19.5°C, 야간 20.5°C에서 환기를 실시하였다. 실험구는 각 처리당 3반복으로 생육 조사는 정식 후 3일에서 7일 간격으로 각 처리구당 5주씩을 채취하여 초장, 엽수, 측지수, 엽면적, 각각의 생체중을 측정 후 105°C에서 14시간 동안 건조시켜 실온에서 건물중을 측정하였다. 엽면적은 LI-COR Model 3100을 사용하여 측정하였으며, 최종조사는 만개직전인 2000년 11월 28일에 실시하였다. 실험기간동안의 온실 내·외부 환경에 관한 데이터는 Wageningen 기상센터 및 자동 컴퓨터시스템에 의하여 측정된 값을 이용하였으며, 정식시 각 처리구별 초기 생장량은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

단일처리전 장일처리의 시기에 따른 스프레이 절화국의 초장 및 엽수, 화수에 대한 최종결과는 Table 2와 같았다. 정식 3주 장일처리구에서 2주 및 1주 처리구보다 엽수가 비교적 많았으며, 반면 화수에 있어서는 3주 장일처리구에서 통계적으로, 2주와 1주 처리구에 비해 1개 더 많았지만 실제로 장일기간이 화수에

Table 2. Effect of long-day (LD) period before short-day (SD) treatment on final plant characteristics of cut chrysanthemum cv. Reagan Improved.

| Treatment | Days to harvest ^z | Stem length (cm) | Number of leaves | Number of flowers |
|-----------|------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| 1 wk LD | 70 | 71 c | 27 c | 10.8 c |
| 2 wk LD | 77 | 84 b | 30 b | 11.7 bc |
| 3 wk LD | 84 | 104 a ^y | 32 a | 12.7 a |

^zDays from planting until harvest.

^yLSD_{0.05}; Least significant difference (Student's *t*-test; *P*=0.05).

단일처리전 장일처리 기간이 온실재배 스프레이 절화국의 영양생장에 미치는 영향

미치는 영향은 미비하였으며, 이러한 성장량의 차이는 Lee(1998)의 보고와 유사한 결과를 보였다.

이러한 결과는 주로 장일기간에 형성된 엽수와 성장량이 상이해서 나타난 것으로 사료되는데, 단일처리 63일 동안 세 처리구의 평균 초장은 57.3 cm로 나타났으며, 3주와 2주 장일처리구는 유의차가 없었고, 1주 장일처리구에서는 다소 낮게 나타났다. 단일처리 후 최종조사까지의 평균 엽수 증가는 15개로 3주 장일처리구에서 다소 낮았고, 2주와 1주 장일처리구에서는 유의차가 인정되지 않았다.

Fig. 1은 처리별 정식 후 최종조사까지의 초장과 엽수의 변화를 나타낸 것이다. 모든 처리구에서 화아분화 전까지 지속적으로 증가하였으며, 3주 장일처리구에서 높고 다음으로 2주, 1주 처리순으로 나타났다. 이는 단일처리전 장일처리 기간에 의한 영향으로 엽수 확보량의 차이가 대사산물의 생성과 식물의 생장 변화에 영향을 미치게 되어 초기 영양생장 상태가 생식생장 및 품질까지 영향을 미치게 될 것이다. 엽수의 변화량 역시 초장과 유사한 경향으로 3주 장일처리구에서 엽수 확보량이 가장 많았고 2주, 1주 처리구 순으로 낮았다. 모든 장일처리구에서 단일처리후 35일경에 출엽을 멈추고 화퇴의 생장이 시작됨을 관찰할 수 있었다.

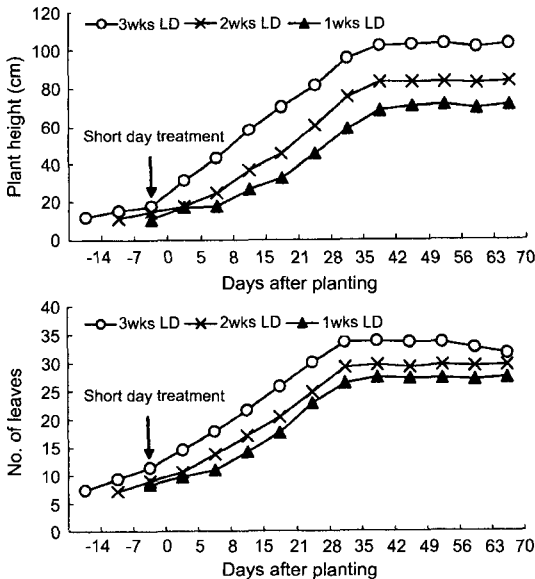


Fig. 1. Changes in plant height and number of leaves as influenced by long-day (LD) period before short-day (SD) treatment after planting of cut chrysanthemum cv. Reagan Improved.

Moon과 Moon(2001)은 감나무의 유묘재배에서 장일처리시 발아 40일 후 대조구에서는 신초신장이 둔화되었지만, 장일처리구에서는 계속 신장되어 평균 16.7 cm가 더 자랐으며, Mohara(1995)도 포도 시설재배에서 장일처리를 하였을 때 신초신장이 왕성하며 수체의 영양생장을 지속시켰다는 보고와 본 실험의 연구결과는 대체로 일치하였다.

정식 후부터 최종조사일까지의 총 생체중은 3주 장일처리구에서 단일처리 후 생육초반부터 지속적으로 높게 증가되는 반면에 2주, 1주 장일처리구에서는 초기에 유사하게 증가하다가 생육후반기에는 2주 장일처리구에서 1주 장일처리구보다 다소 높아지는 결과를 보였다(Fig. 2A). 이는 단일처리전 장일 기간에 의한 생육 차이로 생각되며, 생육초기에 급속하게 증가된 생체중은 40일 이후부터는 감소하는 경향이었는데 이는 상 전환에 따른 것으로 판단되었다. Fig. 2B는 정식 후부터 최종 조사일까지의 총건물중을 나타낸 것이다. 정식 직후 초기 성장값은 모든 처리구에서 비슷하였으나, 단일처리 전부터 3주 장일처리구에서 건물중이 다소 높게 유지되었다. 2주와 1주 처리구에서는 생육중반까지

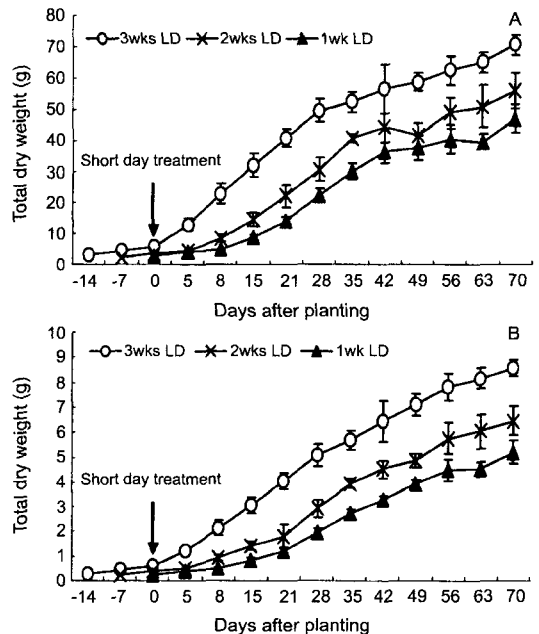


Fig. 2. Changes in total fresh weight (A) and dry weight (B) of cut chrysanthemum cv. Reagan Improved as influenced by long-day (LD) period before short-day (SD) treatment. Vertical bars indicate standard errors of mean.

Table 3. Leaf characteristics of cut chrysanthemum cv. Reagan Improved as influenced by long-day (LD) period before short-day (SD) treatment at final harvest.

| Treatment | LA (cm ² /plant) | LAI (m ² ·m ⁻²) | SLA (cm ² ·g ⁻¹ DM of leaf) |
|----------------------------------|--------------------------------|---|---|
| 1 wk LD | 720 c | 4.60 c | 414.7 a |
| 2 wk LD | 877 b | 5.61 b | 410.9 ab |
| 3 wk LD | 1,084 a | 6.93 a | 394.1 c |
| LSD _{0.05} ^y | 89.1 | 0.56 | 20.31 |

^yLSD_{0.05}: (Student's *t*-test; *P*=0.05).

는 비슷하게 유지하였으나 이후에는 2주처리구에서 다소 높았다. 건물중은 광도에 의한 광합성과 관련하기 때문에 본 실험은 가을에서 겨울로 진행되는 동안 일중광량이 줄어 건물생산에 많은 영향을 미친 것으로 보인다. Lee(1998)에 의하면 장일처리 기간이 2주인 것보다 4주 처리구에서 광이 많기 때문에 건물생산이 더 높았고, 장일처리 기간 또는 일장의 길이는 광량의 총합에 영향을 받으며, 작물은 광량의 총합에 의하여 건물을 생산한다고 하였다(Hughes, 1973; Karlsson과 Heins, 1992). 이는 장일 기간을 줄여 단일처리시기를 앞당겼을 경우 발생할 수 있는 건물함량의 감소를 광의 추가공급으로 건물생산을 증가시킬 수 있을 것으로 생각되었다.

단일처리전 장일처리 기간이 엽면적(leaf area, LA)과 엽면적 지수(leaf area index, LAI) 그리고 비엽면적(specific leaf area)에 미치는 영향은 Table 3에 나타난 바와 같다. 엽면적은 정식 후 3주 장일처리구에서 다른 처리구에 비하여 현저하게 높았다. 엽면적지수도 마찬가지로 3주 장일처리구에서 높고 나머지 처리구에서 낮게 나타났으며, 이들과는 반대로 비엽면적(SLA)은 3주 장일처리구에서 낮고 1주 장일처리구에서 높게 나타났다.

Fig. 3은 정식 후부터 최종조사까지의 총 엽면적 확보량의 변화를 나타낸 것으로 3주 장일처리구에서 생육후반기까지 가장 높게 나타났으며, 2주 및 1주 장일처리구에서는 40일경까지는 비슷하였으나, 단일처리전 장일기간에 의한 생육의 차이에 의하여 후기의 엽면적 확보량에는 다소 차이가 있었다. 또한, 모든 처리구에서 정식 10일 후 급속하게 증가하여 화이분화 시기에는 점점 감소되는 경향이였다. 단일처리전 장일처리 기간이 길수록 엽면적이 후반기까지 증가되었다. Hughes

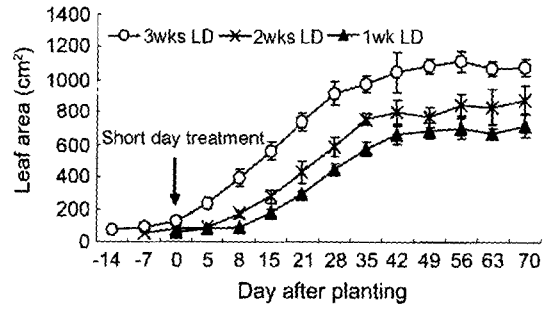


Fig. 3. Changes in leaf area of cut chrysanthemum cv. Reagan Improved as influenced by long-day (LD) period before short-day (SD) treatment after planting. Vertical bars indicate standard errors of mean.

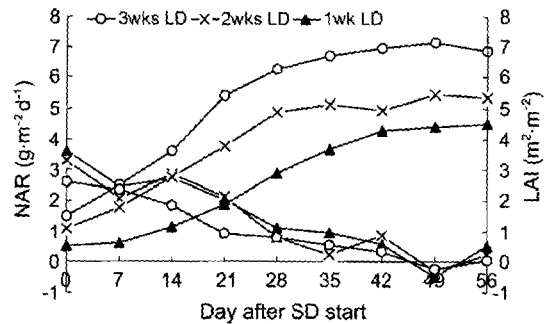


Fig. 4. Effect of long-day (LD) period on net assimilation rate (NAR) and leaf area index (LAI) of cut chrysanthemum cv. Reagan Improved from the start of short-day (SD) treatment to final harvest.

(1973)는 엽면적, 초장 및 엽중의 증가는 현저하게 장일기간의 길이에 영향을 받는다고 하였으며, 본 실험에서도 단일처리전 장일처리 기간의 차이에 의하여 처리구별 엽면적 증가율에 차이를 인정할 수 있었다.

Fig. 4는 단일처리 후부터 최종조사일까지의 엽면적 지수와 순동화율과의 관계를 나타낸 것이다. 엽면적지수는 3주 장일처리구에서 지속적으로 높은 증가율을 보였으며, 다음으로 2주, 1주 처리구 순으로 나타났다. 순동화율에 있어서는 엽면적지수와 달리 3주 장일처리구가 낮고 2주와 1주 장일처리구에서 다소 높은 결과를 보였다. Hughes와 Tsujita(1982)는 HPS를 이용하여 광을 추가 공급한 경우 건물함량과 NAR의 증가를 보고하였으며, Hughes와 Altstadt(1971)의 보고에서도 31 J·cm⁻²·day⁻¹에서 375 J·cm⁻²·day⁻¹로 광량을 증가시켰을 때 수광량이 증가함에 따라 NAR이 증가하였다고 보고하였다. 이러한 NAR은 시간에 따라 일정

단일처리전 장일처리 기간이 온실재배 스프레이 절화국의 영양생장에 미치는 영향

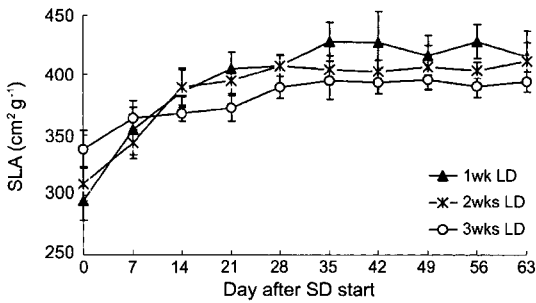


Fig. 5. Changes in specific leaf area (SLA) of cut chrysanthemum cv. Reagan Improved from start of short-day (SD) treatment to final harvest. Vertical bars indicate standard errors of mean.

하지 않으며, 식물노화에 따라 감소함을 보이는데 본 실험에서는 가을에서 겨울로 진행되는 동안에 광량의 감소에 따른 엽면적 비율이 건물중 비율보다 높고, 새로운 엽의 생장에 따른 차광량의 증가 및 작물의 크기가 증가함에 따라 누적호흡율이 증가하여 순동화율이 감소한 것으로 사료되었다.

Fig. 5는 단일처리 후부터 최종 조사까지의 비엽면적(SLA)을 나타낸 것이다. 단일처리전 장일처리 기간에 따른 SLA변화는 1주 장일처리구에서는 3주 장일처리구보다 상대적으로 더 높은 결과를 보였는데, SLA 값의 증가는 광량의 감소와 작물의 군락이 증가함에 따라 군락내의 광량 감소에 기인된 것으로 보였다. Lee(1998)는 SLA는 재식밀도의 영향보다는 장일처리 기간의 길이에 많은 영향을 한다고 보고하였으며, 장일기간 4주보다 2주에서 SLA가 더 증가하였다고 하였다. Subbiah *et al.*(1974)에 의하면 초장, 경경, SLA와 같은 식물의 특성은 장일처리 기간에 의하여 영향을 받는다고 하였는데 본 연구에서도 유사한 경향이었다. 또한, 초장과 경경은 장일처리 기간이 길수록 길고 굵어지며, SLA는 장일 기간의 영향을 현저하게 받으며, 엽면적과 엽중의 증가를 가져온다고 하였다 (Hughes, 1973).

Fig. 6은 단일처리 후부터 최종조사일까지의 상대생장율을 나타낸 것이다. 본 실험에서 일주일 간격으로 단일처리후의 상대생장율을 분석한 결과에 의하면 1주 장일처리구는 2주와 3주 처리구에 비하여 상대적으로 높은 결과를 나타냈다. 화화의 생장이 시작된 시기에는 광합성산물의 재분배로 인하여 모든 처리구에서 불규칙하게 나타났다. 일반적인 작물에 있어서 상대생장율

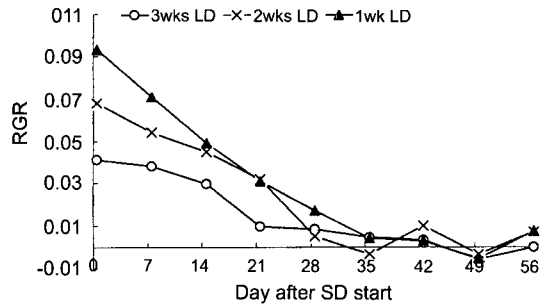


Fig. 6. Changes in relative growth rate (RGR) by long-day (LD) period from start of short-day (SD) treatment to final harvest in cut chrysanthemum cv. Reagan Improved.

은 발아 후 초기에는 느리지만 그 후 빠른 상승을 나타내며 이후에는 떨어지는데, 이는 식물의 개체중이 증가함에 따라 항상 감소하는 변량으로써 본 실험에서도 장일처리 기간에 따른 영향으로 식물의 개체중 증가가 높은 3주 장일처리구에서는 다른 처리구에 비하여 상대적으로 낮게 나타났다.

Acknowledgments

This experiment was conducted at Horticultural Production Chains Group, Wageningen Agricultural University, The Netherlands. It is part of the PhD. project of Jeong Hyun Lee, MSc. and was supervised by Dr. E. Heuvelink.

Literature Cited

- Hughes, A.P. and R.A. Altstadt. 1971. The effects of light intensity and carbon dioxide concentration on growth of *Chrysanthemum morifolium* cv. Bright Golden Anne. *Ann. Bot.* 35:899-914.
- Hughes, A.P. 1973. A comparison of the effects of light intensity and duration on *Chrysanthemum morifolium* cv. Bright Golden Anne in controlled environments. I. Growth analysis. *Ann. Bot.* 37:267-274.
- Hughes, B.R. and M.J. Tsujita. 1982. The effect of supplemental high pressure sodium lighting and nutrition on vegetative growth and flowering of 'White Marble' and 'Improved Mefo' cut chrysanthemum. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:1019-1024.
- Karlsson, M.G. and R.D. Heins. 1992. Chrysanthemum dry matter partitioning patterns along irradiance and temperature gradients. *Can. J. of Plant Sci.*

- 72:307-316.
5. Lee, J.H. 1998. Validation of a crop growth model for cut chrysanthemum, cv. Cassa. MS Thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
 6. Mohara, S. 1995. Technical topics of greenhouse grown fruit tree. Fruit Japan 50:28-31.
 7. Moon, D.Y. and D.K. Moon. 2001. Effect of long-day treatment on growth and flower bud differentiation of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) grown in heated plastic house. Kor. J. Hort. Sci. & Tech. 19:540-544.
 8. Subbaiah, K.M., S. Muthuswamy, and V.N.M. Rao. 1974. Effect of photoperiod on flowering responses in chrysanthemum. Indian J. of Hort. 31:274-277.

단일처리전 장일처리 기간이 온실재배 스프레이 절화국의 영양생장에 미치는 영향

백철기* · 조경철 · 이정현¹ · 한태호² · 정순주

전남대학교 응용식물학부, ¹네덜란드 와게닝겐 대학, ²농촌진흥청 농업생명과학연구원

적 요

본 실험은 정식 후 단일처리전 장일처리 기간에 따른 온실재배 스프레이 절화국 (cv. Reagan Improved)의 생육 및 건물생산에 미치는 영향을 구명하기 위하여 네덜란드 Wageningen 대학의 유리온실 실험포에서 수행하였다. 정식에서 개화기까지 3주 장일처리구에서는 84일이었고, 2주 처리구에서는 77일, 1주 처리구에서는 70일, 단일처리 후에 최종수확일까지는 63일이 소요되었다. 정식 후 초장 생장량은 3주 장일처리구에서 가장 높았고, 1주 장일처리구에서 가장 낮았다. 또한 정식 후 최종 엽수, 엽면적 확보량 및 엽생체중과 총식물생체중은 3주 장일처리구에서 높고, 1주 장일처리구에서 낮은 결과를 나타내었다. 반면, 단일처리 후 절대생장에 있어서 엽전개속도와 초장생장속도는 모든 처리구에서 동일한 반응을 보였다. 최종건물생산량 ($g \cdot m^{-2}$)은 3주 장일처리구에서 높고, 1주 장일처리구에서 가장 낮게 나타났다. 초장과 생체중은 장일조건이 길수록 높게 나타났으며, 누적 건물중도 3주 장일처리구에서 가장 높은 결과를 나타냈다.

주제어 : *Dendranthema grandiflorum*, 최종건물생산, 엽중 대 엽면적