

보안과제(), 일반과제(O)

과제번호

발간등록번호

11-1541000-001200-01

온도, 광 조절을 통한 심비디움 및 분화류의
품질 향상 및 에너지 절감 기술개발

Development of quality cymbidium and potted
plant production by temperature and
photo-control for energy saving

서울대학교

농림수산식품자료실



0004595

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “온도, 광 조절을 통한 심비디움 및 분화류의 품질 향상 및 에너지 절감 기술 개발에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2011년 12월 19일

주관연구기관명 : 서울대학교

주관연구책임자 : 김기선

연 구 원 : 김윤진

연 구 원 : 안혜련

연 구 원 : 안성광

연 구 원 : 이승연

협동연구기관명 : 상일난원

협동연구책임자 : 박창만

협동연구기관명 : 상현영농조합

협동연구책임자 : 이온규

요 약 문

I. 제 목

온도, 광 조절을 통한 심비디움 및 분화류의 품질 향상 및 에너지 절감 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

온도, 일장, 광도 등을 조절하여 심비디움 및 분화류의 개화 및 성장 촉진 등 생산성과 품질을 높이며 냉·난방비를 절감할 수 있는 기술 개발

III. 연구개발 내용 및 범위

- 최소 난방 하에서 분화류의 장일 및 광 중단 처리에 의한 개화 및 생육 지연 완화 기술 개발 보완 및 실용화
- 온도, 일장, 광 조절을 이용한 분화류 및 난류의 개화 조절 및 품질 향상 기술 개발
- 심비디움에서 온도와 광 조절, 고품 비료와 양액을 이용한 생육단계별(유묘, 성묘, 개화주) 최적 시비 관리법 및 개화 촉진 기술개발
- 생산 현장에 바로 적용할 수 실용화 기술 개발
- 체계적인 기초 연구 병행으로 생육 조절 기작 구명

IV. 연구개발결과

- 초화류 재배시 광을 이용한 개화작기 단축 기술 개발로 난방비 절감, 생산성 향상
- 심비디움 작기 단축에 야과처리 기술 도입, 이에 따른 온도, 영양분 관리 기술 개발

V. 연구성과 및 성과활용 계획

- 초화류 재배시 난방비 절감, 생산성 향상 등 농가의 애로사항 해결
- 심비디움 작기 단축으로 인한 총 에너지 (냉·난방비) 비용 절감
- 온도, 일장 조절에 의한 분화 및 난류 성장 및 개화 조절 기술 보급
- 국내 분화, 심비디움의 품질 향상과 빠른 회전율로 수출증대 및 소비자 요구 부응

SUMMARY

(영문요약문)

I. Night interruption promotes vegetative growth and flowering of *Cymbidium* and potted plants

In this study, we determined the optimum distance of light from potted plants, *Cyclamen*, to reduce the energy consumption during the night interruption (NI) and examined the effects of NI on the vegetative growth and flowering of *Cymbidium* 'Red Fire' and 'Yokihi'. *Cymbidium* Plants were grown under 9/15 h, ambient light/dark (control), 9 h ambient light plus night interruption (NI; 22:00 to 02:00 h) with low light intensity at $3\text{--}7\ \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (LNI), and 9 h ambient light plus NI with high light intensity at $120\ \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (HNI) conditions. To determine the optimum distance of light from potted plants, the light controlled at 50, 100, 150 cm height at intervals of 1, 2, 3 m. In *Cyclamen*, the plants decreased days to flowering with $1\text{--}3\ \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ NI, which located 100cm height from the plants at intervals of 3 m. The number of leaves, leaf length, the number of pseudobulbs, and pseudobulb diameter of *Cymbidium* plants were increased in both LNI and HNI compared to controls for both cultivars. While none of the control plants flowered within 2 years, 100% of the 'Yokihi' and 80% of the 'Red Fire' plant grown under HNI conditions flowered. In the LNI group, 60% of the plants flowered in both cultivars. Plants in the HNI group showed a decreased time to visible inflorescence and flowering than those in the LNI group. The number of inflorescences and florets were greater in the plants grown under HNI than those in the LNI group. The tallest plants at flowering were in the HNI group in both cultivars. NI with low light intensity can be used effectively to promote flower induction with increased growth rate during the vegetative stage in *Cymbidium*. However, to obtain high quality plants, NI with high light intensity strategies should be considered.

II. Growth and flowering of *Cymbidium* grown under different cooling systems during night interruption forcing culture

The growth and flowering of *Cymbidium* 'Red Fire' and 'Yokihi' plants was studied in a greenhouse with summer cooling control during forcing culture which included night interruption (NI) in winter. The greenhouse was divided into two sections for separate

cooling control during the long day summer season. One of the sections was cooled by a mist system (Mist), while the other was cooled by a shade screen (Shade). During short day season, the plants were grown with NI at a low light intensity (LNI) of $3\text{--}7 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ and at a high light intensity NI (HNI) of $120 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ for four hours (22:00–02:00 h), whereas the control plants were grown under a 9 h photoperiod condition during the short day season. Night interruption for 16 weeks and cooling for 9 weeks were employed twice during the experimental period of two years. The temperature was approximately 2°C lower in the Mist than in the Shade and the relative humidity of the Mist was $80 \pm 5\%$, as compared to the relative humidity of the Shade, which was $55 \pm 5\%$. The daily light integral of the Shade compartment was 48% that of the Mist condition. The time to flowering pseudobulb emergence from initial planting for ‘Red Fire’ and ‘Yokihi’ was reduced by LNI and HNI regardless of the cooling treatments but the promotion effect was more in the Mist condition compared to the Shade. Plants that received NI followed by Mist flowered within two years with a different flowering percentage depending on light intensity whereas none of the plants flowered under the Shade condition. In conclusion, ‘Red Fire’ and ‘Yokihi’ cymbidiums could reach flowering within two years by summer cooling with Mist and winter forcing by NI treatment. Temperature should be maintained under 27°C to avoid heat stress and inflorescence abortion during summer growing season in a greenhouse.

III. Control of flower initiation and development by potassium and nitrogen under night interruption in *Cymbidium*

This study was conducted to investigate the effects of potassium (K) and nitrogen (N) on flower initiation and development when applied in conjunction with night interruption (NI) in *Cymbidium* ‘RedFire’. The experimental plants were grown with NI at a low light intensity (LNI) of $3\text{--}7 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ and at a high light intensity NI (HNI) of $120 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ for four hours (22:00–02:00 h), whereas control plants were grown under 9 h photoperiod condition. The concentrations of K and N used in each experiment were 0, 100, 200 and 400 mg L^{-1} . The plants grown under LNI conditions emerged inflorescence 71% of the time when 200 mg L^{-1} K was supplied, while no inflorescence emerged in control plants flowered, despite the application of K fertilizer. Flower diameter, as well as inflorescence length and diameter, increased with increasing N application up to 200 mg L^{-1} under LNI and 400 mg L^{-1} under HNI conditions. K fertilization during the adult vegetative stage in *Cymbidium* grown under

NI artificially induced inflorescence, but the flower quality of the plants decreased relative to those grown under HNI. To improve flower quality, maintaining N at 200 mg L⁻¹ and 400 mg L⁻¹ for plants grown under LNI and HNI conditions, respectively, after inflorescence emergence is recommended.

CONTENTS

Chapter 1 Introduction	7
Chapter 2 Current Development of Related Technology	8
1. Technologies of developed countries.....	8
2. Domestic technologies.....	12
Chapter 3 Reaserch data: Approches, Results and Discussion	14
I.Night interruption promotes vegetative growth and flowering of <i>Cymbidium</i> and potted plants.....	14
II.Growth and flowering of <i>Cymbidium</i> grown under different cooling systems during night interruption forcing culture.....	31
III.Control of flower initiation and development by potassium and nitrogen under night interruption in <i>Cymbidium</i>	40
Chapter 4 Achievement Evaluation	51
Chapter 5 Practical Application of the Results	53
Chapter 6 Scientific Information Collected for the Project	65
Chapter 7 Reference	66

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	7
제 2 장	국내외 기술개발 현황	8
제1절	국외현황	8
제2절	국내현황	12
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	14
제1절	광도 및 입장 조절에 의한 분화 및 심비디움의 생육 및 개화 조절	14
제2절	심비디움 조기 개화를 위한 여름철 온도 관리 기술 개발	31
제3절	심비디움 조기 개화를 위한 영양분 요구도 구명	40
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	51
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	53
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	65
제 7 장	참고문헌	66

제 1 장 연구개발과제의 개요

현재 우리나라는 농업 뿐 아니라 사회 전반에 있어 에너지 절감의 중요성이 거듭 강조되고 있다. 특히 화훼작물의 재배에 있어서는 여름철과 겨울철에 냉, 난방비를 절감하면서도 고품질의 식물을 생산할 수 있는 기술을 개발 하는 부분에 많은 관심이 기울어졌다. 이러한 사회의 요구에 부응하며 농업 연구사 및 재배자들은 각종 에너지 절감 재배 방식을 보고한 바 있으며 상당 부분은 실용화되어 사용되기도 한다. 하지만 현재까지의 연구들은 분, 절화의 재배나 유통 관리 등에 초점이 맞추어졌다.

난은 한국 화훼 수출액 부문 1위로 국제경쟁력을 가진 고부가가치 품목이다. 세계 난시장 규모는 2억 5천만불 이상 규모로 매년 10% 정도로 시장 확대되고 있으며 한국 난 업계는 미국과 중국에 난 수출전지기지 (20여개이상)를 조성하여 난 수출을 확대시키고 있는 실정이다. 세계 난 시장은 커지고 있는 반면 국가 간 경쟁이 더욱 심화되고 있어 난 주요생산국들은 수출을 위해 적지생산, 또는 자동화, 대형화, 첨단화를 도모하고 있어 한국도 이에 대한 기술개발이 절실히 요구되고 있다. 한국에서 난의 생산과 소비, 수출이 증가되고 있으나 이에 부응하는 재배 기술에 대한 연구나 설비는 아직도 매우 미미한 실정이다. 주요 생산 품목도 호접란이나 심비디움 등의 일부 난에 국한되어 있다. 그러나 이마저도 제대로 활용할 수 있는 재배 매뉴얼 등이 설립되지 않아 고품질의 분화를 생산하는데에 어려움이 있다.

현재 중국 시장으로 난류중 수출 1위를 차지하고 있는 심비디움의 경우 재배 작기가 조직배양묘부터 약 3년이상 걸리는 비교적 긴 재배기간을 요하는 식물이다. 이러한 식물의 특성에 따라 심비디움 재배시 몇 번의 여름철과 겨울철을 지나게 되는데, 계속되는 국제 유가의 상승으로 온실 내의 냉 난방 비용은 농가가 고민해야 하는 주요 문제점으로 대두되고 있다. 현재까지 대체연료의 개발, 국부 난방 기술, 열 효율 증대 등의 기술이 개발되고 있지만 분화나 난류의 온실 재배에 응용하기에는 다소 무리가 있다.

본 연구에서는 분화류 및 난류의 생산에 있어서 여름철 냉방과 겨울철 난방을 위한 에너지 비용을 줄이기 위해 다양한 접근을 하여 몇 가지 해결 방안들을 제시하고자 한다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국외 현황

1. 세계난시장의 현황과 변화

가. 세계 난시장의 규모와 주요 수출입국

(1) 양란 세계시장 수출입 유통규모 및 현황

전 세계 양란의 절화 및 분화 수입 수출 시장은 2000년에 이미 1억 5,000만불을 넘어섰으며 절화가 1억 2,800만불 정도이며 분화는 2천3백만불 정도가 수출입을 통해 거래되었다 (United Nation Comstats 통계자료). 난 세계 무역시장에서 가장 활발하게 움직임을 보여준 것은 아시아 지역의 나라들이었다. 그 중 태국이 절화로 5,000만불 정도 분화로 400만불 정도 수출을 하였으며 대부분 일본으로 수출되었다. 태국은 난 재배면적이 2,240ha로 세계최대 난 수출국이고 싱가포르 역시 주요한 난수출국으로 절화형태로 770만불, 분화로 8천불 정도 수출하였다. 그리고 말레이시아가 절화로 280만불 분화로 15,000불정도 수출하였고 유럽에서는 유일하게 이탈리아가 절화로 652천불, 분화로 399천불 정도를 수출하였다. 현재 세계 난 시장에서 절화가 분화류의 8배 이상의 시장을 형성하고 있다는 것을 주의 깊게 살펴볼 필요가 있다.

(2) 전 세계 양란절화의 유통현황

일본은 세계에서 가장 큰 절화 수입국이며 일본 내 꽃가게에서 절화 수요는 매우 활발하다. 2001년 통계로 일본화훼 경매장에서 난 절화가 2억 3,000만불 정도가 판매되었으며 대부분은 국내에서 생산되었고, 특히 오키나와에서 자란 덴드로비움의 절화류 시장에서 많이 판매되었다. 그리고 약 580만본의 절화가 수입되었으며 금액으로는 5,400만불 정도로 추정되었다. 일본의 난 절화 구매의 23% 정도가 수입된 것들이지만 세계 절화 수출유통물량의 42%를 일본시장이 차지하고 있다. 수입된 물량 중 거의 50% 정도가 태국에서 들어온 것이며 19%가 뉴질랜드, 그 다음으로 타이완, 말레이시아, 스리랑카 등등 이다. 이탈리아는 세계에서 2번째로 많은 난 절화 수입국이며 그 규모는 2,400만불 정도의 시장으로 추산된다. 수입된 절화중에 태국에서 1,200만불 정도 수입되었고 약 1,100만불 정도는 네덜란드로부터 트럭으로 수송되어 수입된 것이다. 대부분은 동

남아시아에서 수입되는 덴드로비움으로 네덜란드 수입업자들에 의해 다시 이탈리아로 수입되고 있는 실정이다. 프랑스 또한 세 번째로 큰 절화 수입국이며 약 1,400만불 정도가 수입되었다. 파리에서 난소비의 경향은 지난 10년간 큰 변화가 없다가 최근 상승세를 타고 있다. 독일은 네 번째로 큰 난 절화 수입국인데 1,100만불 정도이며 미국은 다섯번째 난 절화 수입국으로 600만불, 영국이 6위로 290만불, 화란이 7위로 190만불(대부분 재수출), 오스트리아가 8위로 170만불, 벨기에가 9위로 140만불, 그리스가 10위로 120만불 정도 수입되고 있다. 그 외에 포르투갈, 스페인, 스웨덴, 캐나다, 핀란드, 덴마크, 스위스 등도 중요한 수입국이다. 개략적으로 이야기하면 미국은 일본 절화시장의 1/8규모이며 이탈리아의 1/5, 프랑스의 1/3, 독일의 1/2정도 수준이다. 미국은 많은 절화를 생산하고 있는 국가이며 특히 하와이에서 판매된 난 절화는 2000년 기준으로 230만불 정도였다.

(3) 난 분화류의 수출입 유통

난 분화류의 가장 큰 생산국은 중국으로 평가되고 있으나 대부분 심비디움이며 주로 국내에서 소모되고 있다. 분화류의 최대수출국은 대만이며 그다음은 태국, 영국, 이탈리아, 일본, 뉴질랜드, 브라질, 인디아, 말레이시아, 아이보리코스타, 스리랑카, 페루, 마오리티우스, 베트남, 싱가포르, 필리핀, 마다카스카르, 중국 등이다. 그러나 수출량은 아직 많지 않은 편이며 영국이 465천불, 뉴질랜드가 93천불, 페루가 3만불, 마다카스카르가 9천불, 중국이 1천불 정도이다. 분화류의 최대수입국은 미국이며 유럽 수입물량의 세배로 1,800만불 정도이다. 이중 1,100만불 정도의 물량은 대만으로부터 수입된 것이며 대부분은 호접란으로 슈퍼마켓 체인점이나 대량구매 업자들에게 판매된 것이다. 하와이 통계청에 따르면 5,600만불 정도 물량의 분화류가 생산되고 90만불 정도의 CP묘도 생산되고 있으나 대부분 국내에서 소모된다. 유럽에서 자국내 심비디움과 호접란 생산은 대부분 자체적으로 시장에서 소모되는 형편이다. 화란에서 가장 중요한 분화류는 호접란으로 지난 10년간 가장 많이 팔렸던 칼랑코예를 제치고 2001년 판매1위로 올라섰다.

(4) 주요 난수출입국의 현황

□ 중 국

○ 난류 수출동향

- 중국의 난류 수출은 자생원종 및 산채한 난류가 많음
- 대만, 일본이 중국현지에서 생산한 묘를 자국에 반입하는 물량
- 최근 팔레놉시스 중간묘를 한국, 일본으로 소량 수출하고 있음

○ 난류 수입동향

- 중국에서 주로 수입하고 있는 난류는 심비디움과 팔레놉시스임
- 주요 수입국은 한국(심비디움), 대만(팔레놉시스)임
- 중국내 심비디움 유통량은 약 50만본 추정, 대부분 수입의존(한국산 80%)
- 한국으로부터 개화주(약 70%) 및 중간묘(약 30%)형태로 수입
- 2005년부터 일본으로부터 신품종 종묘도 수입하고 있음

□ 일 본

○ 난류 수출 동향

- 양란류 중 일본에서 수출하는 품목은 주로 심비디움임
- 신품종 종묘를 대부분 한국에 수출하고 있음. 중국에는 2004년부터 종묘업체가 중국 현지
에 진출하여 수출하고 있음
- 팔레놉시스 품목도 소량이지만 한국과 중국을 대상으로 수출하고 있음

○ 난류 수입 동향

- 난류 최대 수입국으로 난절화가 580만본(5,400 만불) 수입됨
- 수입품목은 절화류 심비디움(뉴질랜드, 네덜란드), 덴파레(태국), 팔레놉시스(대만) 등임

□ 대 만

○ 수출동향

- 세계 최대 팔레놉시스 수출국이며 주로 한국, 일본, 미국, 유럽 등으로 수출시장 확대 및
수출량이 '97년 이후 '08년까지 매년 증가, 최근 다시 증가추세
- 연도별 화훼류 (난류) 수출액(백만NT\$)

연도별	계	장미	국화	백합	선인장	난초(양란포함)	기타
'05	52,142 (9,968톤)	10,570 (2,065)	8,503 (1,928)	10,484 (1,191)	1,881 (210)	18,744(양란2,076) (4,249)(411)	1,960 (325)
'06	40,414 (8,077톤)	8,847 (2,564)	6,971 (1,717)	9,716 (1,212)	2,179 (229)	11,412(양란592) (2,156)(167)	1,289 (199)
'07	58,089 (10,014톤)	8,025 (1,931)	5,926 (1,430)	15,886 (1,899)	1,806 (201)	25,057(양란1,543) (4,366)(345)	1,389 (187)
'08	76,222 (12,593톤)	11,811 (1,884)	6,018 (1,410)	19,051 (2,555)	2,523 (210)	25,976(양란970) (4,334)(86)	10,843 (2,200)
'09	77,179 (10,946톤)	20,132 (3,203)	8,004 (1,587)	24,742 (2,691)	2,606 (218)	16,519(양란1,075) (2,540)(92)	5,146 (707)
'10	103,067 (12,550톤)	34,235 (3,810)	13,802 (2,091)	27,845 (2,722)	2,756 (324)	20,264(양란985) (3,019)(83)	4,165 (584)

* 자료 : 2010 농림수산물식품부 통계

- 대만의 난류 수입액은 15.5백만NT\$(’02)이며 온시디움, 덴파레 일부 품목으로 미미함 (100NT\$ = 3,300원)

□ 미 국

○ 난류 수출 동향

- 난류의 수출실적은 미미하고, 수입에 의존하고 있으며, 주로 대만과 태국에서 수입함
- 최근 캘리포니아 마쓰이 농장에서 대규모 유럽에 난 온실을 신축하고 있어 유럽 수출 물량이 늘 것으로 예상됨

2. 재배 기술 및 시설 현황

- 대만은 대만기후에 적합한 시설과 재배기술을 거의 매뉴얼함으로서 수준 있는 국제유통이 재배기술을 가지고 있으며 병충해 방제기술들도 뛰어나며 무검역으로 통과할 수 있는 재배 시설과 기술을 미국으로 공인받은 회사들이 늘고 있다.
- 네덜란드에서는 양란 FLORICULTURA를 위시한 큰 기업들과 비교적 규모가 큰 양란 농장들이 보유한 시설은 자동화, 첨단화가 되어 있으며 무인 재배시스템 개발과 자동화 재배시스템이 결합되어 최첨단재배로 균일하고 고품질의 양란을 생산하고 있다.
- 태국, 말레이시아, 인도네시아 등은 싼 인건비와 기후조건의 유리한 점을 이용하여 노지대량 재배를 하고 있으며 주로 절화재배에 치중하고 있다. 중국과 베트남의 경우 난재배를 시작하는 초기인데 시설이나 기술수준이 낮아 당분간은 수출시장에 강자는 아니지만 잠재력은 충분히 있다고 보여진다.

○ 국가간 난 재배기술의 현황 비교

구 분	한 국	대만,일본	화 란
재배기술	평균수준	수준급	최상위수준
첨단자동화정도	미흡	일부자동화	완전첨단자동화
수출개화주품질	60-70%	70~80%	80-90%
개화주 생산	심비디움,호접란수출	수출(80%)	수출산업 정착 (미국,유럽,일본판매)

제2절 국내 현황

1. 재배기술 및 시설 현황

- 국내 심비디움은 시장 다변화를 창출하지 못해 매년 판매가격이 하락하고 있고 품종 로열티 지불로 인하여 생산원가는 상승하고 있음
 - 인건비, 부대자재 가격 인상으로 인해 재배비용은 높아지고 있으나 국내 판매가격은 하락하고 있어 생산농가의 도산이 점차적으로 늘어나고 있음
- 심비디움 판매가격 하락의 주된 원인은 재배량은 감소했으나 시장위축 따른 소비량(수출, 내수)이 감소하는 악순환의 반복임
 - 심비디움 수입국 소비자가 선호하는 품종을 제대로 파악하지 못하므로 수출재고량이 증가하여 수출하지 못한 많은 물량이 국내시장에 과잉 출하됨
- 심비디움 개화기 조절 실패와 출하상품의 균일도가 낮음
- 주 수출 대상국인 중국의 재배기술 급진전 되어 국산에 비해 품질 경쟁력에 뒤지지 않으며 품종 경쟁력면에서 오히려 앞선 경우도 있음
 - 2008년 중국 수출실적이 약 60% 이상 전년도에 비해 감소함
- 심비디움의 경우 호접난과는 달리 개화를 위해서는 개화별브가 충분하게 성숙하여야 함
 - 개화별브의 충실도는 재배시의 광도, 시비량, 온도 등이 관여함
- 특히 조생종의 경우 화경발생 초기단계의 고온은 화경고사의 원인이 되기 때문에 고랭지로의 이동재배가 필요함
 - 고랭지로의 이동재배는 많은 시간과 노동력, 그리고 별도의 시설이 투입되기 때문에 심비디움의 생산단가를 높이는 원인이 됨
 - 따라서 간단한 방법과 저렴한 비용으로 고품질의 양란을 원하는 시기에 생산할 수 있는 개화조절기술이 확립되면 생산단가를 낮출 수 있을 뿐만 아니라 국내외적으로 경쟁력이 강화되어 농가소득증대에 기여하게 될 것임
- 우리나라 심비디움 수출단지 및 개인 농가들은 재배기술이 어느 정도 정착되어 고품질의 생산이 가능하나 품종갱신과 품종선택에 매우 어려움이 있으며 품종 갱신 시 그 품종에 맞는 재배생리파악과 재배방법개선에 긴 시간이 소요됨
- 국내 양란재배온실은 낙후되어 있고 각 온실마다 지역마다 시설조건이 달라 재배 메뉴얼이나 시스템에 의거해 재배하지 못하고 재배자의 경험에 의존하여 재배하는 편임
- 시설이 낙후되고 수출경험이 적은 수출농가들은 병충해, 바이러스감염 등 여러 가지 위험상태에서 재배하고 있으며 수출시 검역에 큰 문제가 앞으로 발생할 수 있음

○ 난류 재배기술 개발 분야 SWOT분석

구분	강 점(S)	약 점(W)
난 재배 기술 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 심비디움 재배기술 정립으로 고품질재배 가능 - 호접란 재배기술 정착과 수출을 위한 릴레이재배기술 경험 축적 - 수출 전진기지를 이용한 현지 개화주 생산 기술정립 단계 	<ul style="list-style-type: none"> - 외국 품종, 종묘에 의존하다 보니 품종별 재배 특성과약에 시일 소요 - 호접란 경우 난방비, 인건비 과다소요로 경영수지 압박 - 재배시설, 환경제어시설 열악하여 첨단재배시설 과 시스템활용보다는 재배경험에 의존
	기 회(O)	위 험(T)
	<ul style="list-style-type: none"> - 난시장확대와 난생산국 증대로 난수출시장 활성화 - 난 수출전진기지에서 국산 중간묘, 개화주 공급 요청 - 고품질 중간묘, 개화주생산시 미국 유럽, 일본, 중국 등 세계로 수출가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 심비디움 중요수출국인 중국이 심비디움 재배농장 건설자체 운영중 - 대만의 호접란 수출재배기술 비약적 발전으로 미국, 유럽, 일본 공략 - 화란은 첨단재배기술을 앞세워 유럽시장 장악노력

제 3 장 연구 개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 광도 및 일장 조절에 의한 분화 및 심비디움의 생육 및 개화 조절

1. 요약

야파처리를 통하여 분화류 및 심비디움 난류의 개화촉진 기술을 개발한다. 겨울철 밤 사이 (22:00-02:00)에 광을 끊어 공급하여 식물이 빛을 인지할 수 있도록 야파처리를 하여 최소한의 난방으로 개화를 유도할 수 있다. 야파처리를 실시하기에 앞서 에너지 절감형 기술을 개발하기 위하여 시클라멘을 이용하여 온실 내 광원의 높이와 간격에 따른 광 분포도를 산출하였다. 인공광원을 사용할 시 약 $3\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도의 광도만으로 식물의 생육이나 개화에 영향을 미칠 수 있음을 확인하였으며 광 분포를 효율적으로 하기 위해서는 삼파장 형광등의 경우 100m 높이에 2-3m 정도의 간격으로 갓을 띄워 광을 공급할 수 있다. 난류인 심비디움의 개화 촉진을 위하여는 저광도($3\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)와 고광도($120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) 야파처리(22:00-02:00)를 무처리구와 비교하였다. 엽수와 엽장, 위구경의 수와 위구경의 단경 등 생육을 나타내는 항목들이 저광도와 고광도 야파처리 모두에서 무처리구보다 증가하였다. 무처리 구에서는 2년안에 전혀 개화를 하지 않은 반면, 저광도 야파처리구에서는 60%, 고광도 야파처리구에서는 품종에 따라서 80-100% 개화하였다. 화서의 수나 꽃 수는 고광도 야파처리구에서 저광도 야파처리구보다 증가하였다. 저광도나 고광도의 야파처리를 통하여 심비디움 재배를 할 경우 개화시기를 1년 이상 단축시킬 수 있고 품질을 조절할 수 있다. 시설비나 에너지 비용을 고려하여 목적에 맞게 저광도나 고광도의 야파처리 기술이 심비디움 개화 촉진과 품질 향상에 적용될 수 있다고 판단된다.

2. 일장조절을 통한 분화류 품질 향상 및 에너지 절감 기술의 현장적용

가. 서론

이전 농림수산식품부의 수행 연구인 ‘에너지 절감형 고품질 분화 생산 시스템 개발’ 과제의 결과를 토대로 에너지 절감형 재배로 실용화가 가능한 초종 중 시클라멘을 에너지 절감 식물 평가 대상식물로 선정하였다. 시클라멘의 재배 최적 기온은 20°C이다. 생산비 절감을 위해서 시클라멘을 16°C에서 재배하면서 장일처리를 통해 개화를 촉진한다면 에너지 절감에 크게 기여할 수 있을 것이다.

저온하에서 개화를 촉진하기 위해 야파처리(식물이 호흡을 하고있는 밤 사이 (22:00-02:00)에 광을 끊어 공급하여 식물이 빛을 인지할 수 있도록 하는 일종의 보광처리 방법)를 할 때 생산자가 광원의 간격을 어떻게 설정 할 것인가는 중요하게 고려해야 할 사항이다. 필요 이상으로 광원을 많이 설치하면 생산비와 유지비가 많이 들어가며 부분적으로는 시설에 의한 차광의 영향도 있기 때문이다. 반대로 광원의 간격을 너무 넓게 하면 야파처리의 효과를 기대할 수 없다. 적정 광원의 간격을 제시하기 위해서는 첫째, 작물에 따른 야파처리 효과의 임계 광도를 구명해야 하며 둘째, 야파처리 시 온실 내에 광 분포가 어떻게 되는지를 조사해야 한다. 특히 두 번째 문제의 경우 생산자가 거리에 따라 광원을 설치하고, 광도를 측정하고, 적정 광원 거리를 찾는 것은 고려해야 할 사항이다. 이런 문제를 해결하기 위하여 간단한 수학적식과 컴퓨터를 이용하여 광원의 거리에 따른 광 분포를 구할 수 있도록 다음과 같은 실험을 수행하였다. 실험에 앞서 먼저 가정된 사항은 1) 모든 광원이 동일한 광도와 세기를 가지고 있다는 점, 2) 광이 겹치는 곳은 빛의 간섭이 없기 때문에 산술적으로 합하여짐, 3) 빛은 광원을 중심으로 동심원을 그리며 분포한다 등이다.

나. 재료 및 방법

광 분포도 작성을 위하여 1개의 형광등을 사용하여 간격별, 높이별 광분포도를 조사하였다. 형광등 사이의 간격은 1, 2, 3m 이며 식물체와 광원의 높이는 50, 100, 150cm로 실행하였다(그림 1). 갖의 유무에 따른 광의 파장도 조사되었다. 각 광원에 따른 광분포를 그린 후 거리에 따라 광원을 설정하고 광이 겹치는 곳은 산술적으로 더하여 광분포도를 만들었다. 야파처리 시 적정 광원의 간격을 알아보기 위한 실험의 재료는 4가지 품종의 시클라멘이며 잎이 2-3매 전개되어있는 단계의 식물을 이용하였다. 사용된 품종은 *Cyclamen persicum* var. Compact, Laser, Macro pastel, Swan 의 네 가지 품종이다. 실험은 수원시 서울대학교 부속 농장의 비닐 온실에서 수행되었으며 이 때 야간 온도는 최저 15°C로 유지되었다. 야파처리시 광원은 55W 형광등을 사용하였으며 일장은 9시간(09:00-18:00)으로 유지하며, 그 외 시간은 자동으로 차광막이 작동되었다. 야파처리 시간은 야간의 4시간(22:00-02:00)이었다. 처리는 무처리구($< 0.1\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 0-0.5, 1-3, 3-7 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 설정되었다. 이 광도 설정은 한 개의 형광등을 설치하고 거리가 광원을 중심으로 60cm 이내 일 때 광도가 3-7 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이었으며 거리가 80-140cm 일 때에는 1-3 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 거리가 180-280cm 시에는 0.2-0.5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 거리가 400cm 이상이 되면 광도가 $< 0.1\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이 되었다. 2009년 10월 23부터 약 12주에 걸쳐 잎의 생육 및 개화 소요일수가 측정되었다.

다. 결과 및 고찰

온실 내에 식물 재배 베드에 광을 0.5m, 1m 높이로 설치한 후 갖의 유무를 비교하여 광 분포를

측정하였다. 그 결과 같은 높이일 때 갖의 유무에 따라서 50m 이내의 반경의 광도가 5-20배까지 차이가 생기는것을 확인하였다(그림 2). 갖을 사용하지 않고 광의 높이를 1m에서 0.5m로 낮추어도 광도의 증가는 미미하였다. 이상의 결과를 통하여 온실내에 보광시설을 할 때에 갖의 사용이 매우 중요함을 알 수 있다.

두 번째 실험은 첫 번째 실험의 결과에서 도출한 결과를 사용하여, 즉 갖은 사용을 하고 등의 높이만을 조절하여 광 분포를 알아보았다. 그 결과 등 높이가 낮을수록 100m 이내 반경의 광도가 높아짐을 알 수 있으며 이는 0.5, 1.0, 1.5m를 비교하였을 때 같은 지점에서 높이에 따라 약 4-9배의 광도가 차이가 나는것을 확인하였다(그림 3).

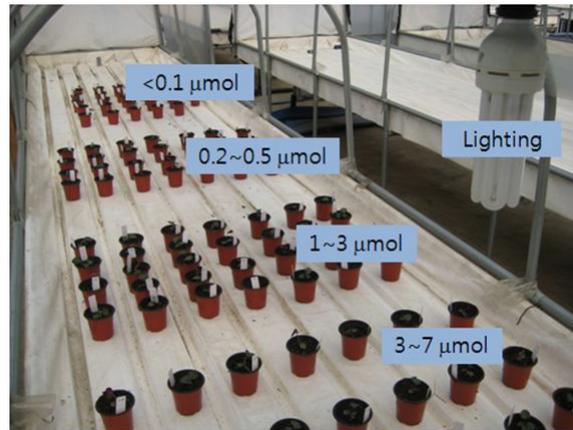


그림 1. 광원의 높이와 간격에 따른 광분포 조사

1개의 형광등 아래에 형성되는 광분포를 조사하여 이를 산술적으로 환산하여 간격에 따른 광분포를 알 수 있었다 (그림 4, 5, 6). 다음의 예는 100cm 높이에서의 광 분포를 나타내나 갖의 유무, 식물의 크기, 베드의 위치에 따라 높이가 50cm, 150cm 일 때의 광 분포 역시 측정하였다. 이러한 광 분포도는 보광(야파처리)시 광 처리에 유효한 최소의 광도를 알게 되며 기존의 $3\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이상의 광도에서 개화를 앞당기는지 알 수 있다. 즉 광을 설치하는 간격을 1, 2, 3m로 각각 넓혔을 때 구역마다의 광도를 알 수 있으며 이는 작물의 요구도에 맞추어 광을 설치하여 에너지를 절감하는 설비를 하는데에 사용할 수 있을 것이라 판단된다.

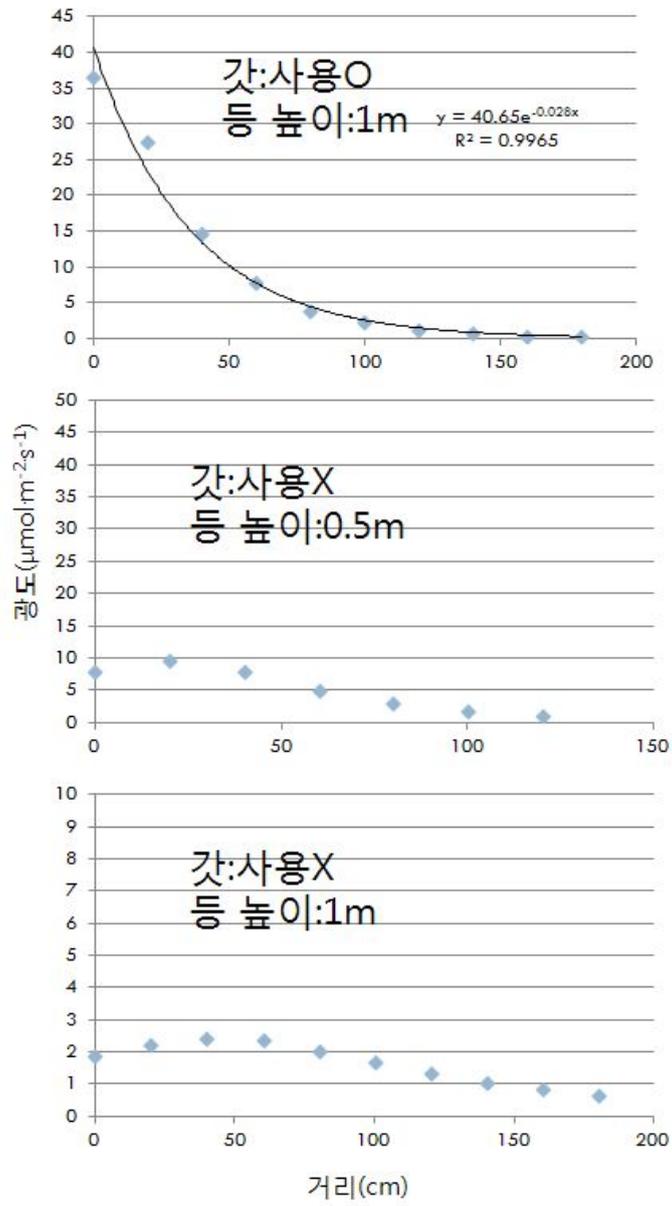


그림 2. 갓의 유무에 따른 광분포도

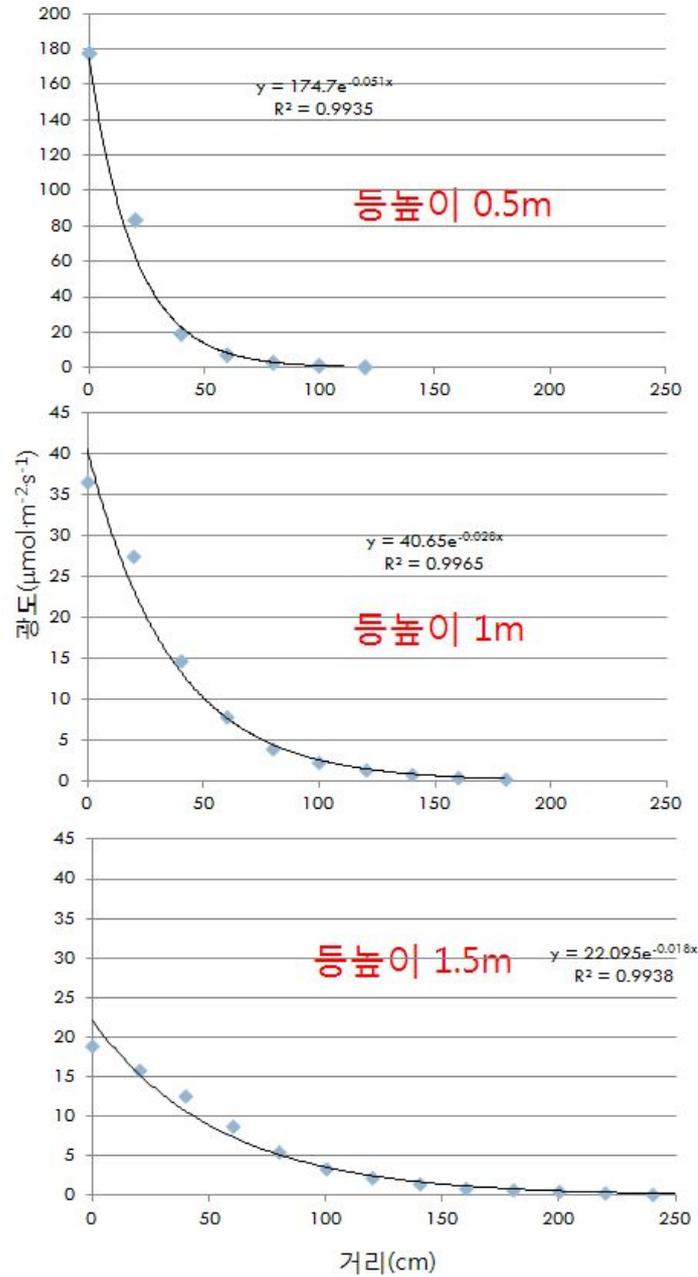


그림 3. 등 높이에 따른 광분포도

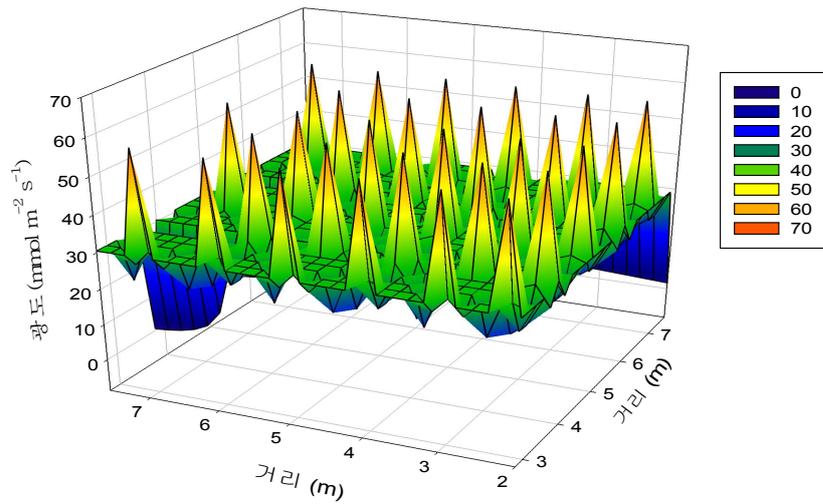


그림 4. 형광등에 갓을 달아 100cm 높이에서 1m 간격으로 설치되었을 시 광분포측정

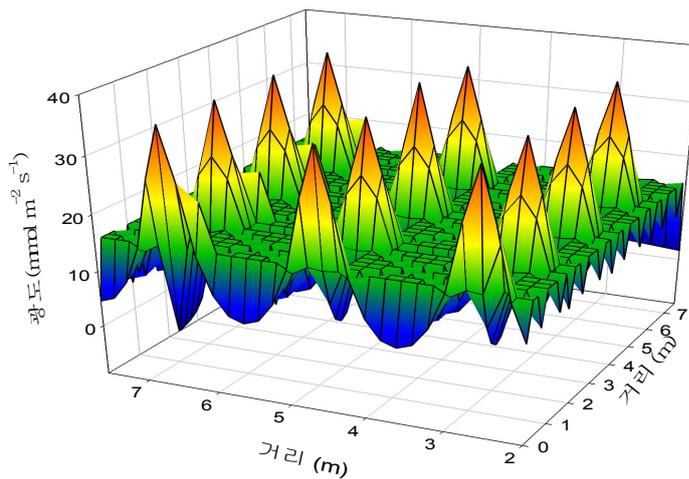


그림 5. 형광등에 갓을 달아 100cm 높이에서의 2m 간격으로 설치되었을 시 광분포측정

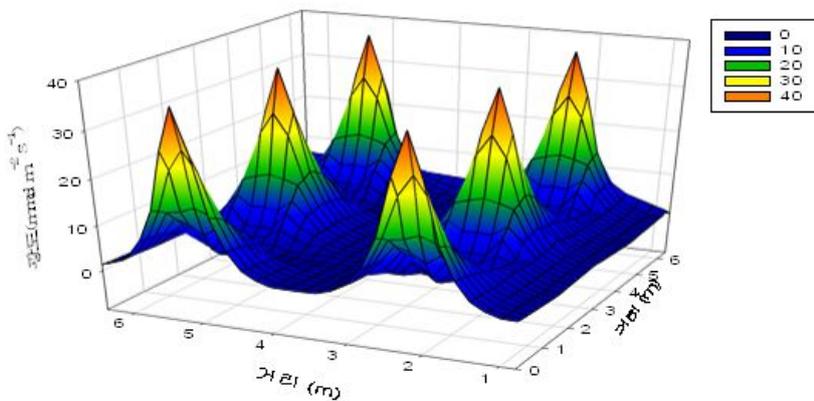


그림 6. 형광등에 갓을 달아 100cm 높이에서의 3m 간격으로 설치되었을 시 광분포측정

같은 높이에서 간격을 달리한 광분포를 비교하여 보면 1m 간격으로 등을 설치하였을 경우 한 베드의 거의 모든 부분에서 광도가 약 $40\text{--}70\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 유지되는 반면, 간격이 벌어질수록 광도가 낮아지는 경향성을 알 수 있다(그림 4, 5, 6). 이 때에 광원이 2m 간격에서도 여전히 비교적 높은 광분포가 형성되며 3m 간격일 때에 $10\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 미만의 광 분포가 형성되었다. 시클라멘 네 품종 모두에서 야파처리 시 광도가 높을수록 화아의 출현일수가 줄어드는 경향이 있었는데 *Cyclamen persicum* var. Compact의 경우 광도가 $3\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이상 되었을 때 정식 후 42일이 지났을 때 화아가 보였으며 $0.5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이하 에서는 60일 이상이 지나야 화아가 출현하기 시작하였다(그림 7A). 광도가 $1\text{--}3\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 일 때 47일에 화아가 출현되어 $3\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이상 되었을 때 보다는 늦었으나 통계적 유의성은 없었다. 나머지 세 품종에서도 비슷한 경향성을 볼 수 있으며 *Cyclamen persicum* var. Laser와 Macro pastel의 경우에서 $3\text{--}5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서 가장 빠른 개화 소요일수를 보였다(그림 7B 와 C).

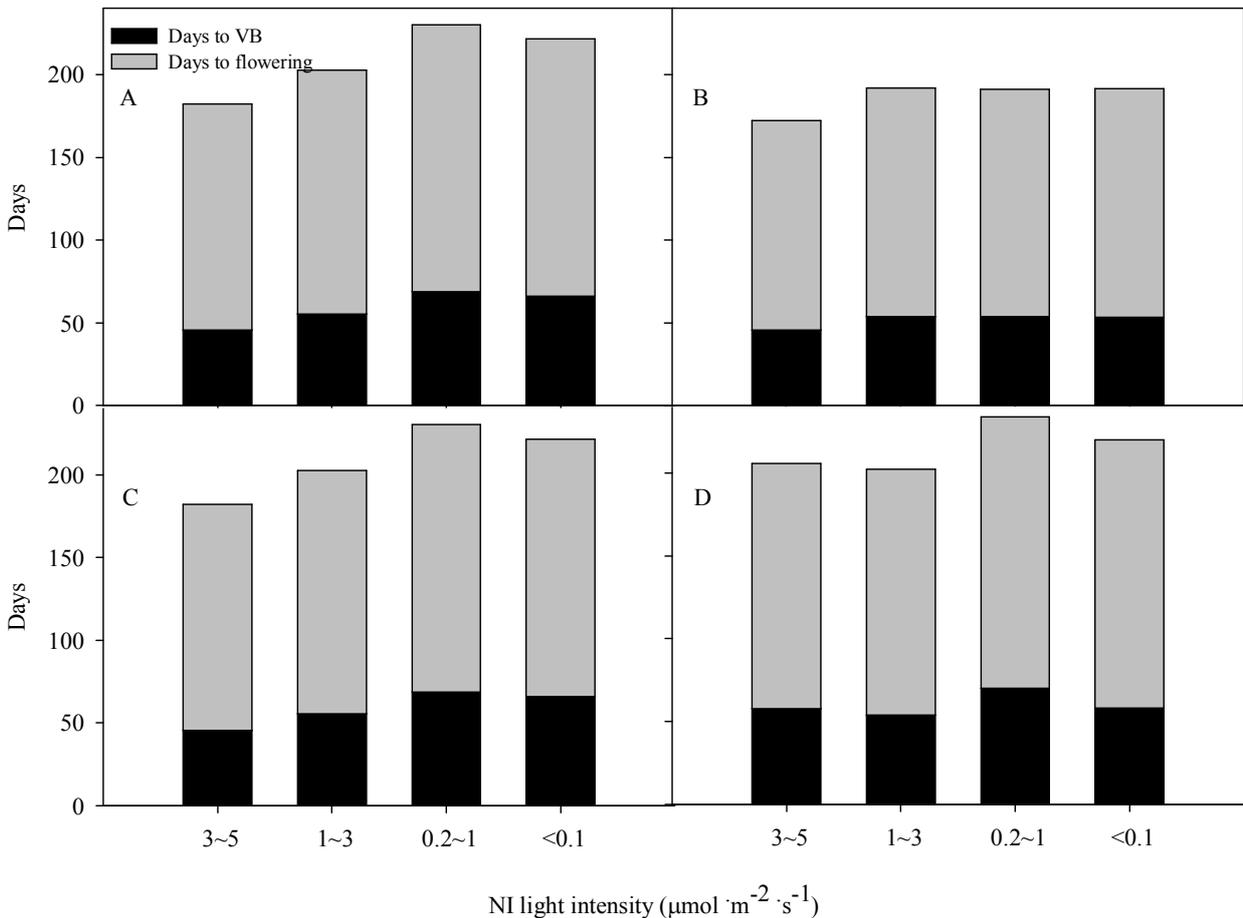


그림 7. *Cyclamen persicum* var. Compact (A), Laser (B), Macro pastel (C), Swan (D) 의 화아 출현 소요일수와 개화소요일수

시클라멘의 경우 품종에 따라 개화반응에 요구되는 광도에 약간의 차이가 있기는 하나 $1-3\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이상의 광도로 야파처리를 해 줄 경우 비교적 저온하에서 개화를 유도시킬 수 있음을 확인하였다. 즉, 이러한 경우 베드에서 식물의 높이가 100cm 인곳에 광원을 3m 간격으로만 설치 하여도 식물의 생장에 충분히 영향을 미치는 보광 설비를 할 수 있다. 그러나 같은 작물이라도 품종에 따른 요구도의 차이가 있었기에 재배자들은 대상작물의 광 요구도를 명확히 확인하는 것이 필요하겠다. 즉, 보광을 위하여 온실 내 광원을 설치할 경우 분화마다의 광 요구도를 산출하여 광원사이의 간격을 분화 요구도에 맞게 조절한다면 에너지 절감형 재배가 가능할 것이라고 판단된다.

3. 야파처리를 통한 심비디움의 개화 촉진 효과

가. 서론

심비디움은 현재 우리나라 난 시장을 대표하는 작물로서 팔레놉시스, 덴드로비움등과 함께 대중적으로 인기있는 작물이다. 대부분의 난은 유년기가 길다(2-10년)는 일반적인 특성을 가지고 있는데 심비디움 역시 유년기의 생장이 메리클론 묘부터 약 2-3년 정도 지속되는 긴 재배 작형을 요하는 특성을 가지고 있다(Hew and Yong, 2004). 만약, 심비디움의 유년기를 약 1년 정도만 줄여 개화가 촉진될 수 있다면 경제적으로 큰 이익이 발생할 수 있다. 현재까지도 이러한 특성 재배 기술은 재배자들 사이에서 많이 시도되어 왔다. 그러나 농민들의 관행적인 기술로 1년 이상의 작기 단축은 가능하였으나, 시간이 단축된 만큼 품질이 저하되고 고급 상품으로 출하되기 어려운 품질의 상품들이 만들어졌다. 이에 재배자들은 온실 회전력이 빠르고 재배시 난방이나 냉방 등 각종 유지비용이 절감되며 이에 상급의 품질까지 유지할 수 있는 새로운 재배방식의 개발을 요하고 있다. 심비디움이라는 분화의 특성상 충분한 영양 생장기를 거친 후 개화하게 만들어야만 고품질의 상품이 만들어질 수 있다. 영양생장이 부족할 경우 인위적으로 온도를 조절함으로 화아를 유도할수는 있으나 분화의 불륨이나 전체적인 비율이 적절치 않은 분화로 출하 되는 것이다.

본 연구팀은 과거 연구에서 겨울철에 비교적 난방을 많이 하지 않은 환경에 광 등을 통하여 온도 대체 효과를 볼 수 있는지에 대한 연구를 시행하여 왔다. 이에 대표적 에너지 절감형 재배 기술로는 초화류를 통한 일장 연장 실험들이 유스토마, 왜성 털부처 꽃 등에서 이루어져 긍정적인 효과를 얻었으며(Islam et al., 2005; Kim et al., 2011), 겨울철 야파처리를 통하여 초화류의 재배 작기를 단축시킨 사례들이 있다. 또한 초화류의 재배작기 단축은 국외의 많은 연구자들을 통하여도 활발히 이루어져왔다(Damann and Lyons, 1996; Runkle et al., 1998; Kang et al., 2008). 본 연구에서는 심비디움 난의 소비자의 요구와 재배자들의 에너지 절감형 재배 기술 개발에 대한 욕구를 충족시키기 위하여 야파처리 방식을 심비디움 재배에 도입하여 그 효과를 구명하고자 한다.

나. 재료 및 방법

이 실험은 2009년 2월부터 2010년 12월까지 화성의 상일난원(박창만대표)에서 수행되었다. 식물 재료로는 *Cymbidium* hybrids ‘Red Fire’ 와 ‘Yokihi’ (Mukoyama Orchids Co., Ltd., Yamanashiken, Japan) 두 가지 품종이 사용되었다. 메리클론 묘에서 10cm 용기에 이식하여 약 4개월 후 16cm 용기로 교체해주었으며 배지는 코코넛 배지를 사용하였다. 2009년과 2010년 여름 온도는 27/22 와 28/24°C, 겨울철 온도는 21/12°C 와 22/13°C 이었다. 관수는 스프링쿨러를 사용하여 매일 1시간씩 해주었고, 각 화분에 13N - 5.7P - 10.8K fertilizers (Mukoyama Orchids Co., Ltd.) 고품비료를 생육시기별로 5g 씩 3번 올려주었다.

야파처리는 고압나트륨등을 이용하였으며 밤 10시부터 새벽 2시까지 4시간 동안 광도를 달리하여 조사하였다. 무처리구는 9시간 일장에 17:00-08:00 까지 검은 천으로 빛이 투과되지 않게 하였으며 저광도 야파처리구(Low light intensity Night Interruption: LNI)는 9시간 일장에 $3-7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광도로, 고풍도 야파처리구(High light intensity Night Interruption: HNI)는 $120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 인공광을 조사 하였다(그림 8). 야파처리는 2년에 걸쳐 2번 처리되었으며 1차 야파처리는 이식직후부터 약 16주 동안 (2009년 2월-5월), 2차 야파처리는 이식 후 38주 후부터 16주 동안(2009년 11월-2010년 2월)까지 시행되었다. 첫 번째 야파처리시 온실의 온도는 22/15°C 이었으며 두 번째에는 19/12°C이었다. 일 적산광량(The mean photosynthetic daily light integral (DLI)는 무처리구와 저광도 야파처리구에서 $6.5\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 고풍도 처리구에서는 $8.2\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 이었다. 각 처리마다 온도, 상대습도, 이산화탄소등의 조건은 동일하게 유지되었다.

처리 후부터 엽수와 최장엽장, 위구경의 수와 위구경의 단경이 월마다 측정되었다. 한 화분에서 위구경의 가장 아래부분부터 제일 긴 잎이 최장엽장을 측정하는데 사용되었고, 위구경의 직경은 개화 위구경의 가장 넓은 부위의 지름을 이용하였다 (ABS Digimatic Caliper; Mitutoyo Co., Ltd., Tsukuba, Japan). 잎과 위구경, 뿌리의 건물중은 2차 야파처리후 80°C 오븐에서 약 3일 경과 후 측정하였다. 처리 시작일부터 2차 위구경의 소요일수가 측정되었으며 화서와 개화소요일수, 화서의 길이, 숫자, 꽃 수 등이 측정되었다. 개화소요일수는 한 화분당 첫 번째 꽃이 만개하는 날을 기준으로 측정되었다.

참고) 실험에 사용된 심비디움의 작부체계

1. 식재재료: 코코넛칩 (예전 심비디움의 재배는 주로 바크로 이루어 졌으나 최근 심비디움의 해외 수출등이 증가하고 이로인해 미생물 발생이 적은 코코넛칩이 주로 이용됨)

2. 재배 및 영양관리

메리클론묘 정식	유기물비료처리	고형비료처리	성묘분으로 분갈이	유기물비료처리
2009.02.01	2009.04.21	2009.04.21	2009.10.25	2010.01.04

*사용된 유기물 비료 성분

유박 30%, 계분 45%, 톱밥 20%, 활성탄, 미생물 3%, 제오라이트 2%

*사용된 고형비료 성분

내용	함량 (mg/kg 이하)
제오라이트	2%
카드뮴	2.5
수은	1
납	75
크롬	150
구리	200
니켈	25
아연	500
염분	1%

3. 관수: 스프링클러

4. 습도: 70±10% 유지

5. CO₂ : 야간 700 mmol·CO₂mol⁻¹ 유지

6. 병충해관리: 연부병, 응애, 민달팽이-발생시 울스타등 농약 처리

7. 실험에 사용된 묘: Cymbidium'Red Fire' 'Yokihi'- Mukoyama Orchid, Co.에서 공급받음

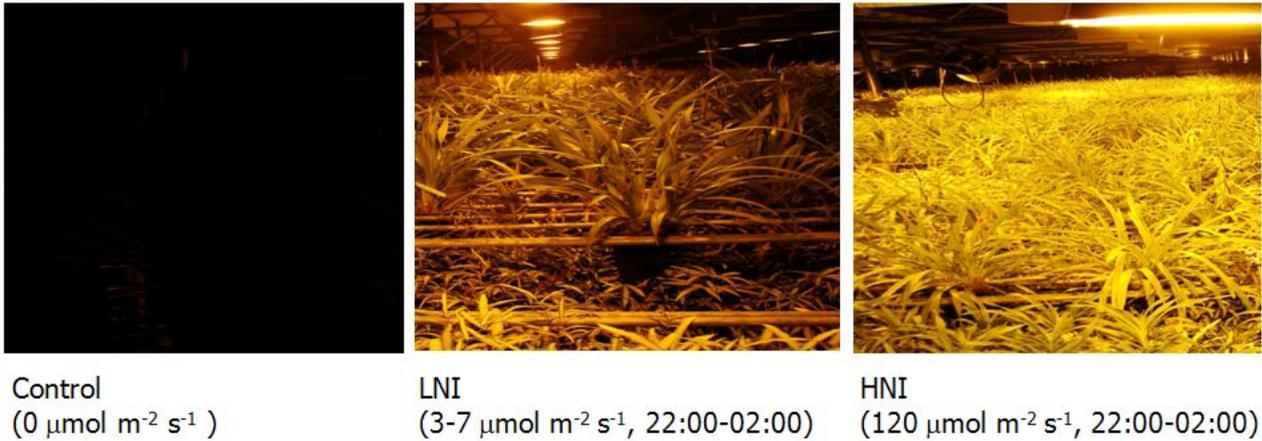


그림 8. 재배 농가에서의 야파처리의 모습

다. 결과 및 고찰

심비디움 ‘Red Fire’ 와 ‘Yokihi’ 두 품종 모두에서 식물의 엽수는 저광도와 고풍도 야파처리에서 무처리구에 비하여 증가하였다(그림 9). 이러한 증가경향은 1차 야파시기 후 보다 2차 야파시기에 더 유의성있게 나타났다. ‘Red Fire’ 의 최종 엽장은 저광도와 고풍도 야파처리구에서 비슷한 비율로 증가한 반면, ‘Yokihi’ 의 최종엽장은 저광도보다 고풍도 야파처리구에서 유의성있게 증가하였다. 식물에서 엽수나 엽장의 증가는 식물의 성숙도를 판단하는 중요한 기준이 되는데 다음의 결과에서 야파처리가 심비디움의 생장을 촉진시켰음을 확인할 수 있다. 심비디움이 경우 위구경의 출현이 개화를 결정하는 중요한 요인이다. 위구경이 얼마나 빨리 출현하였는지, 얼마나 충실한지에 따라서 개화의 특성이 좌우된다. 본 실험에서 위구경의 수는 두 품종 모두에서 1차 야파처리 직후에 이미 저광도와 고풍도 야파처리구에서 무처리구보다 증가되기 시작하였으며 야파처리 약 7주가 경과되었을 때의 위구경의 크기는 무처리구보다 저광도, 고풍도 야파처리구에서 증가되었다(그림 10). 두 품종 모두에서 1, 2차 야파처리후 저광도, 고풍도 야파처리구에서의 건물중은 무처리구보다 증가하였으며, ‘Red Fire’ 품종의 경우에는 고풍도로 야파처리를 받았을 경우 건물중이 가장 크게 증가하였다(표 1). ‘Red Fire’ 품종의 개화위구경의 소요일수는 저광도와 고풍도 야파처리구에서 무처리구보다 각각 9주와 19주 감소되었으며 ‘Yokihi’ 품종에서는 8주, 12주가 감소되었다(그림 11).

본 실험에서 심비디움의 재배시 겨울철에 야파처리를 통하여 광합성을 할 수 있는 시간을 늘려주면 영양생장이 촉진되어 궁극적으로 2년 안에 개화가 가능하다는 것을 알 수 있었다(그림 12와 13). 반면 무처리구는 동일한 시기에 재배가 시작되었음에도 불구하고 개화하지 않았다.

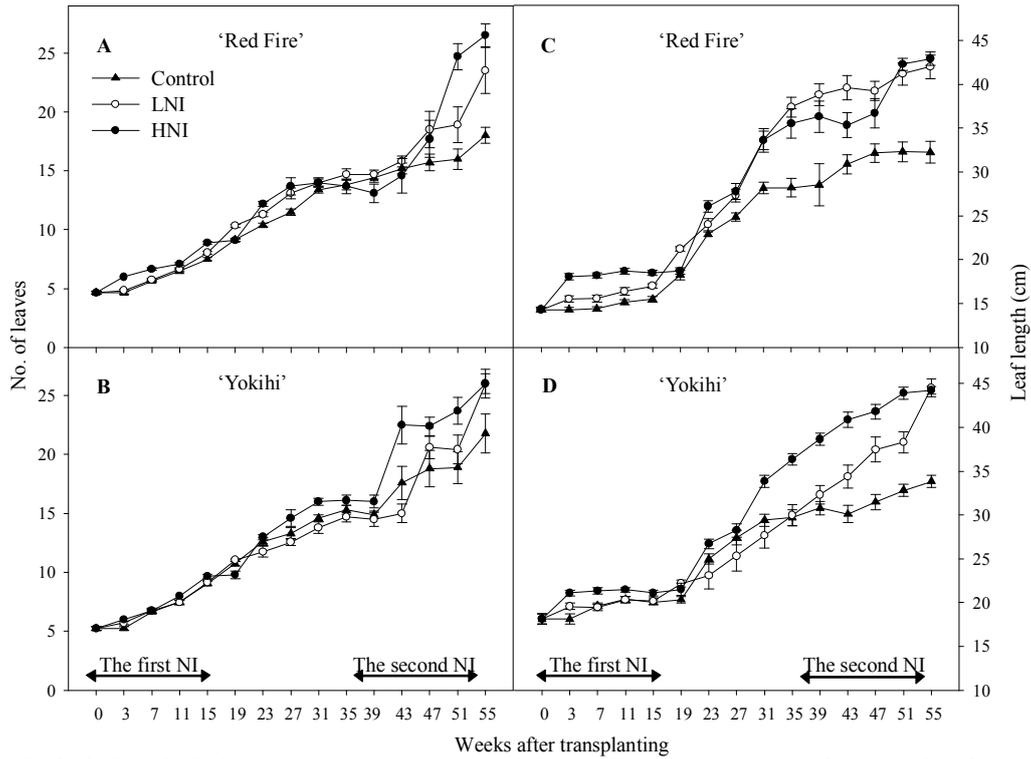


그림 9. 야파처리가 심비디움 'Red Fire' (A 와 C) 와 'Yokichi' (B 와 D) 의 엽수(A 와 B)와 최장엽장(C 와 D)에 미치는 영향

광도에 따른 야파처리의 효과를 볼 수 있었는데, 고휘도 야파처리구에서 100%의 'Yokichi'가 개화한 반면, 80%의 'Red Fire'가 개화하였다(표 2). 저광도 야파처리구에서는 두 품종 모두에서 60%의 식물이 개화하였다. 이때 저광도 야파처리구보다 고휘도 야파처리구에서 개화 소요일수가 감소되었다(그림 11과 12). 개화 소요일수는 고휘도 야파처리구에서 'Red Fire'는 6주, 'Yokichi'는 3주가 저광도 야파처리구보다 단축되었다. 화서와 꽃수는 저광도 야파처리구보다 고휘도 야파처리구에서, 'Red Fire'보다 'Yokichi'에서 증가하였다(표 2). 이상의 결과들은 심비디움의 개화촉진을 위하여 야파처리를 할 경우 고휘도 야파처리 뿐 아니라 저광도 야파처리에 의하여도 일정 수준 이상의 상품을 재배할 수 있음을 나타낸다. 고휘도 야파처리의 경우 일 적산광량의 증가로 식물체가 광합성 할 수 있는 시간이 길어져 개화촉진에 영향을 미쳤다고 판단하며, 저광도 야파처리 역시 고휘도 만큼은 아니지만 식물의 광합성에 미미하게나마 영향을 미쳐 개화를 단축시켰다고 판단된다. 이러한 기술의 발견은 재배농가에서 등 간격을 넓게 하여 저광도로만 광을 조사하여 주어도 개화를 단축시킬 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 상품의 품질이 고휘도 야파처리구보다 저광도 야파처리구에서 약간 감소되기는 하지만 저광도 야파처리구의 식물군도 여전히 보통 이상의 상품성을 가지고 있었다(그림 13). 에너지를 최대한 절감할 수 있는 방법으로 일장이 짧아진 겨울철 동안 약 3개월 이상의 저광도 야파처리를 추천하며, 보다 고품질의 분화를 목적으로 한다면 고휘도 야파처리도 고려할 수 있다.

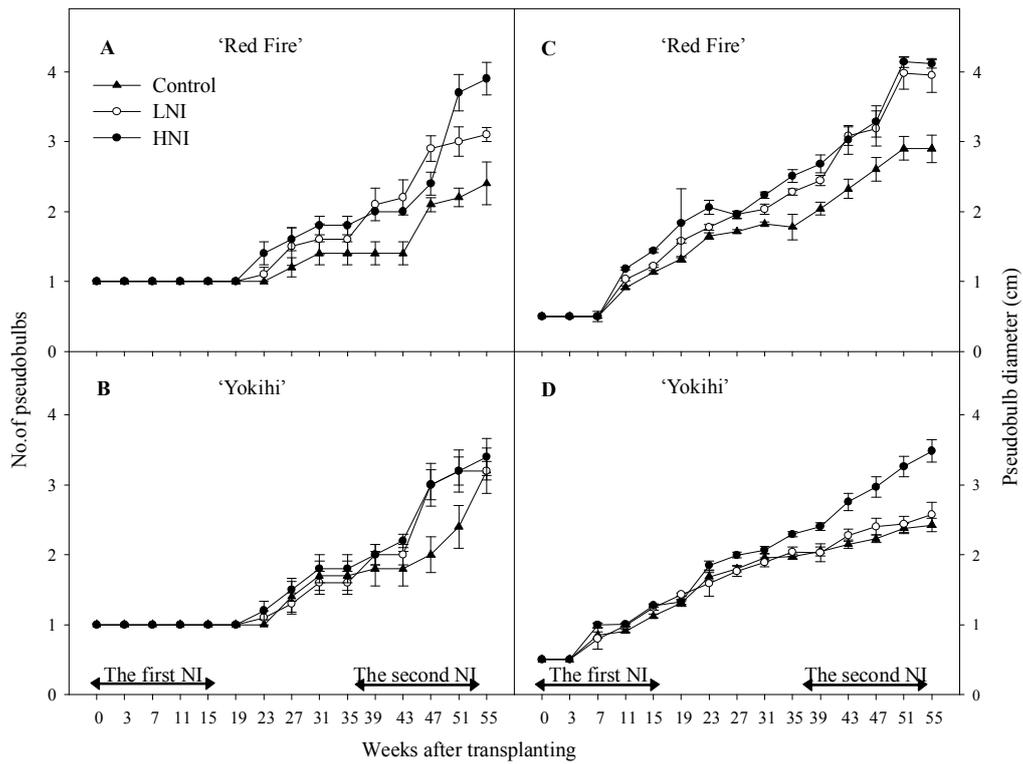


그림 10. 야파처리가 심비디움 ‘Red Fire’ (A 와 C) 와 ‘Yokihi’ (B 와 D) 의 위구경의 수(A 와 B)와 위구경 직경(C 와 D)에 미치는 영향

표 1. 1, 2차 아파처리가 심비디움 ‘Red Fire’ and ‘Yokihi’ 의 잎, 위구경, 뿌리의 건물중에 미치는 영향

Cultivar	NI	DWs after the first NI(g)		DWs after the second NI (g)	
		Leaves and pseudobulbs	Roots	Leaves and pseudobulbs	Roots
‘Red Fire’	Control	0.7c	0.6d	9.6c	7.4bc
	LNI	1.4ab	1.0bc	14.1bc	12.1ab
	HNI	1.6a	1.4a	19.3a	14.9a
‘Yokihi’	Control	1.0bc	0.8cd	8.5c	5.6c
	LNI	1.2b	1.1abc	11.4c	10.2abc
	HNI	1.3ab	1.3ab	18.7ab	14.1a
Significance					
Cultivar		NS	NS	*	NS
NI		***	***	***	***
Cultivar × NI		**	NS	NS	NS

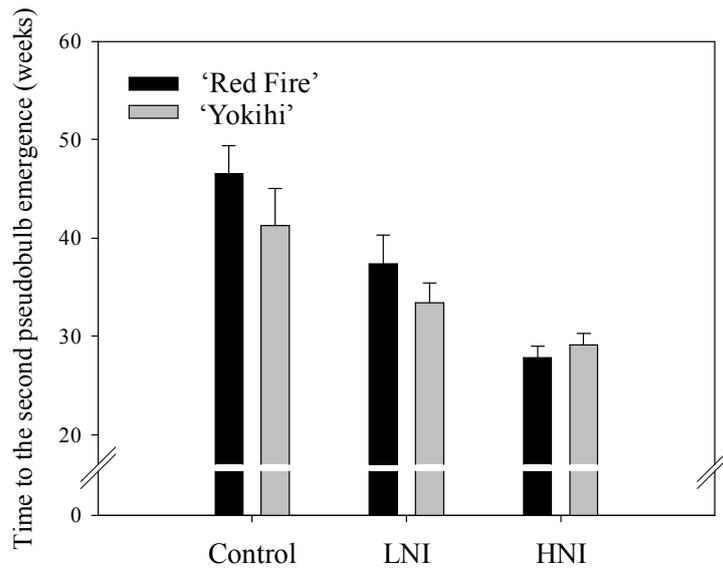


그림 11. 야파처리(2차 위구경)가 심비디움 'Red Fire' 와 'Yokihi' 의 개화 위구경 (2차 위구경)출현 소요일수에 미치는 영향

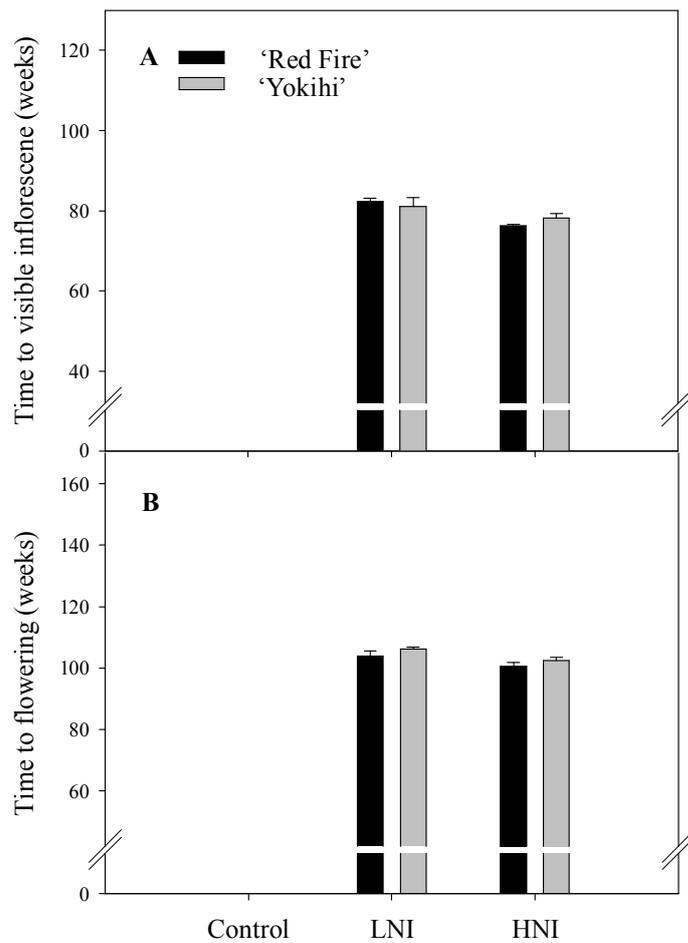


그림 12. 야파처리(2차 위구경)가 심비디움 'Red Fire' 와 'Yokihi' 의 화아출현일수와 개화소요일수에 미치는 영향

표 2. 야파처리가 심비디움 ‘Red Fire’ 와 ‘Yokihi’의 개화에 미치는 영향 (20%미만의 개화는 통계에 포함하지 않음, 실험은 시작후 2년후에 종료하였음)

Cultivar	NI	Flowering (%)	No. of inflorescences	No. of florets	Height at flowering (cm)
‘Red Fire’	Control	0	–	–	–
	LNI	60	1.4b	9.6b	76.8ab
	HNI	80	2.2ab	14.8b	77.9ab
‘Yokihi’	Control	0	–	–	–
	LNI	60	1.6ab	18.8ab	73.0b
	HNI	100	2.8a	30.0a	84.3a
Significance					
Cultivar			NS	**	NS
NI			**	*	*
Cultivar × NI			NS	NS	NS



그림 13. 정식후 104주 후 야파처리가 심비디움 ‘Red Fire’ (A)와 ‘Yokihi’ (B)의 개화특성에 미치는 영향

4. 야파처리시 적정 광원 구명

가. 서론

위의 결과를 종합하여 야파처리의 생육촉진 효과에 대하여 구명한 바, 야파처리 효과가 생육촉진에 미치는 영향이 크며, 농가에서 실질적으로 용이하게 사용할 수 있는 방법이 개발에 대한 필요성을 느껴 광질에 대한 연구를 하였다. 기존의 실험은 고압 나트륨등(HPS) 광원으로 실시되었으나 본 광원 구명실험에서는 형광등, LED (RED+BLUE) 광원을 사용하여 그 효과를 비교하였다. 위의 실험에서 고광도 뿐 아니라 저광도 야파처리에서도 개화 단축의 효과가 있음을 구명하였기에 농가에서 에너지 절감형으로 더 실용적으로 사용할 수 있는 저광도 야파처리에 초점을 맞추었으며, 품종은 화색에 영향을 받을 수 있는 'Red Fire' 품종을 사용하였다.

나. 재료 및 방법

식물재료: 'Red Fire' 2년생 식물

처리: 1) Cont: 9h 자연일장

2) 형광등: 9h 일장 + 10pm-2am 야파처리 (광도: $3-7\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

3) HPS: 9h 일장 + 10pm-2am 야파처리 (광도: $3-7\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

4) LED: 9h 일장 + 10pm-2am 야파처리 (광도: $3-7\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

습도: $80\pm 10\%$

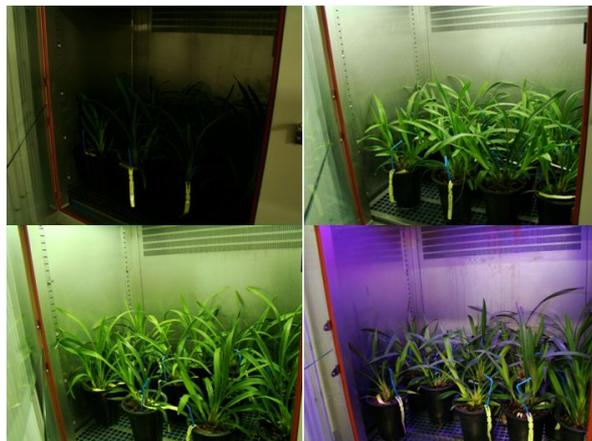


그림 14. 야파처리시 광원(무처리구, 형광등, HPS, LED (상단 좌측부터))에 따른 생육비교

다. 결과 및 고찰

실험의 결과 무처리를 제외한 모든 처리구에서 엽수, 엽장, 엽폭, 벌브단경에 긍정적 생육촉진 효과가 있었다. 이 중 적색과 청색을 혼합한 LED 광의 야파처리구에서 유의성 있는 증가모습이 관찰되었다(표 3). 하루동안의 광합성량 변화를 측정된 결과, 세 처리 모두에서 야파처리 기간

(22:00-02:00)동안 0.07-0.60의 수치로 낮은 광합성 확인하여 저광도의 야파처리구에서도 광합성이 진행되고 있음을 확인 할 수 있었으며 이 기간동안의 광합성률은 HPS 등에서 가장 활발하였다(그림 15). 그러나 본 실험에서 광합성 측정을 통하여 저광도 야파처리시 광합성의 유무는 확인하였으나 생육데이터와 연결이 어려웠다. 따라서 야파처리 시의 광원은 형광등이나 고압나트륨 등의 사용과 LED 등의 사용의 효과는 비슷하며, 온실의 실정에 맞는 보광 방식을 택하는 것이 좋겠다.

표 3. 야파처리시 광원에 따른 생육비교

Cultivar	Light	Leaf number	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Bulb diameter (cm)
'Red Fire'	Cont.	4.9 b	24.9 c	1.16 b	0.98 c
	Fluorescent	6.1 ab	39.8 ab	1.93 a	1.87 ab
	HPS	5.5 ab	32.1 bc	1.82 ab	1.60 b
	LED	7.3 a	47.0 a	2.37 a	2.36 a
Significance Light		ns	***	**	***

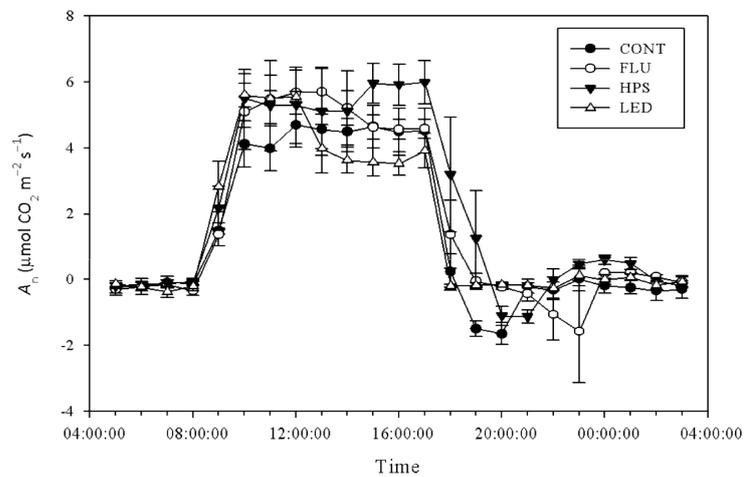


그림 15. 광질 차이에 따른 일별 광합성량 변화

제 2 절 심비디움 조기 개화를 위한 여름철 온도 관리 기술 개발

1. 요약

심비디움의 경우 긴 재배작기로 인해 재배기간 중 2-3번 여름의 고온 환경에 노출된다. 현재 관행적으로 농가에서는 7-8월 고온기에 심비디움을 고산지대로 이동하여 재배하는 방식을 사용하고 있다. 하지만 이러한 이동재배방식은 여름철에 고온피해를 줄일 수는 있으나 운송비등의 지출 뿐 아니라 식물이 수송 중 품질이 손상되는 등의 단점을 가지고 있다. 따라서 식물의 조기 개화를 위하여 겨울철에 야파처리를 하는 동시에 여름철 온도 조절이 심비디움의 생육과 개화에 미치는 영향을 알아보았다.

실험은 화성의 상일난원 온실내에서 실증실험을 하였다. 심비디움 'Red Fire' 와 'Yokihi' 두 품종을 사용하였으며 온실은 두 구역으로 나누어 한 구역은 미스트 시스템(Mist) 을 설치, 다른 한 구역은 차광(Shade) 커튼으로 온도 조절을 하였다. 겨울 단일 기간동안 저광도($3-7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 고광도($120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) 야파처리 (22:00-02:00)가 시행되었다. 무처리구는 9시간 일장의 단일 조건을 유지하였다. 야파처리는 2년동안 2번의 겨울에 16주씩, 여름 온도 조절처리는 9주씩 시행되었다. 온실 내 여름 온도는 미스트로 인해 차광 구역보다 약 2°C 낮아졌으며 습도는 차광구역은 $55 \pm 5\%$ 에 반해 미스트 구역은 $80 \pm 5\%$ 로 유지되었다. 온도 조절방식의 차이에 따라 차광구역의 일 적산광량은 미스트 구역의 약 48% 이었다. 심비디움 'Red Fire' 와 'Yokihi' 두 품종 모두 개화 위구경 출현일수는 야파처리에 의해 줄어들었으나 그 효과는 미스트 시스템을 사용하였을 때 두드러졌다. 겨울철 야파처리와 여름철 미스트 시스템을 사용하여야만 심비디움의 개화를 2년안에 유도할 수 있으며 여름에 차광 처리만 하였을 경우에는 조기 개화를 유도 할 수 없었다. 즉, 심비디움의 개화 촉진을 위하여는 야파처리 뿐 아니라 여름철 미스트 시스템을 이용한 온도 조절이 필요하며 이 방식을 사용할 경우 고산지대로 식물을 이동해야 하는 번거로움을 줄일 수 있다. 심비디움 'Red Fire' and 'Yokihi' 의 경우 여름철 개화유도시 27°C 이하의 온도 유지가 권장된다.

2. 서론

식물의 개화는 일장이나 온도 등에 반응하여 이루어진다. 난초과의 식물중에도 *Cattleya*, *Phalaenopsis* 등은 개화에 일장반응을 하는 것으로 보고되며(Bhattacharjee,1979), *Dendrobium nobile* Lindl., *Zygopetalum* Redvale 'Fire Kiss' 등의 식물은 온도에 민감하게 반응한다(Rotor, 1952; Lopez et al., 2003). 심비디움은 난초과 중에서도 오랜 관상 기간과 비교적 출하 시기를 조절 할 수 있어 상업적으로 인기가 높은 식물중 하나이다. Ichihashi (1997) 는 장일 처리가 심비

다음 위구경의 성숙과 빠른 생육을 유도할 수 있다고 보고하였으며 Powell (1988) 등은 심비디움의 원산지에 따라 다르지만 대형 심비디움의 적정 생육은 30/25°C에서, 개화는 10-14°C에서 적정하다고 보고하였다. 여름철에 우리나라에서 주로 상품화되는 열대산 심비디움의 품종들은 고산 지대로 이동하여 높은 온도로 인한 스트레스를 감소시킨다. 이 때, 식물은 온실 내에서 재배한 것 보다 비교적 높은 광도와 낮은 온도에 노출되게 된다. 그러나 이러한 재배 방식은 종종 이동 중의 식물 품질의 손상과 높은 관리비가 요구되게 된다. 따라서 온실 내에서 시행할 수 있는 몇 가지 냉각 방식이 이용되기도 하는데 주로 자연환풍방식, 화이트닝, 차광 커튼이용, 팬 앤 패드 시스템이나 포그 또는 미스트를 이용한 시스템이다(Perdigones et al., 2008). 본 연구에서는 겨울철 야파처리를 하는 동시에 여름철 냉방처리가 심비디움의 생육과 개화에 미치는 영향을 알아보았다. 냉방 처리 방식으로는 실용화가 가장 쉽게 될 수 있는 차광커튼을 이용한 방식과 미스트 시스템을 비교하였다.

3. 재료 및 방법

이 실험은 2009년 2월부터 2010년 12월까지 화성의 상일난원에서 수행되었다. 식물재료로는 *Cymbidium* hybrids ‘Red Fire’ 와 ‘Yokichi’ (Mukoyama Orchids Co., Ltd., Yamanashiken, Japan) 두 가지 품종이 사용되었다. 메리클론 묘에서 10cm 용기에 이식하여 약 4개월 후 16cm 용기로 교체해주었으며 배지는 코코넛 배지를 사용하였다. 관수는 스프링 쿨러를 사용하여 매일 1시간씩 해주었고, 각 화분에 13N - 5.7P - 10.8K fertilizers (Mukoyama Orchids Co., Ltd.) 고형 비료를 생육시기별로 5g 씩 3번 올려주었다.

야파처리는 고압나트륨등을 이용하였으며 밤 10시부터 새벽 2시까지 4시간 동안 광도를 달리하여 조사하였다. 무처리구는 9시간 일장에 17:00부터 08:00 까지 검은 천으로 빛이 투과되지 않게 하였으며 저광도 야파처리구(Low light intensity Night Interruption: LNI) 는 9시간 일장에 $3-7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광도로, 고광도 야파처리구(High light intensity Night Interruption: HNI)는 $120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 조사 하였다. 야파처리는 2년에 걸쳐 2번 처리되었으며 1차 야파처리는 이식 직후부터 약 16주 동안(2009년 2월-5월), 2차 야파처리는 이식 후 38주 후부터 16주 동안 (2009년 11월-2010년 2월)까지 시행되었다. 첫 번째 야파처리시 온실의 온도는 22/15°C 이었으며 두 번째에는 19/12°C 이었다. 여름철 냉방 처리는 80m 길이의 비닐온실을 두 구역으로 나누어 한 구역은 미스트 시스템(Mist) 을 설치, 다른 한 구역은 차광(Shade) 커튼으로 하였다. 여름 냉방처리는 2번의 야파처리 사이에 2번, 6-8월, 2009년과 2010에 9주간 시행되었다. 두 처리 모두 천창과 측창을 열어 환기하였다. 천창은 79.5m 길이에 4m 폭이었다. 온실내의 온도는 오전 10:00 이전과 16:00 이후에는 적정온도($25 \pm 1^\circ\text{C}$) 수준을 유지하였기에 미스트와 차광 시스템은 10:00-16:00 사이에만 가동되었다. 온도(Nongjung, Seoul, Korea) 와 습도(M100 data logger (Hanyoung,

Seoul, Korea) 를 측정할 수 있는 데이터 로거가 온실 내에 각 구역마다 설치되었다. 09:00-17:00 시 사이 Li-Cor 1400 portable sensor (Li-Cor, NE, USA) 를 이용하여 average photosynthetic photon flux (PPF)를 측정하였다.

처리 후부터 엽수와 최장엽장, 위구경의 수와 위구경의 단경이 월마다 측정되었다. 한 화분에서 위구경의 가장 아래부분부터 제일 긴 잎이 최장엽장을 측정하는데 사용되었고, 위구경의 직경은 개화 위구경의 가장 넓은 부위의 지름을 이용하였다(ABS Digimatic Caliper; Mitutoyo Co., Ltd., Tsukuba, Japan). 잎과 위구경, 뿌리의 건물중은 2차 야과처리후 80°C 오븐에서 약 3일경과 후 측정하였다. 처리 시작일부터 2차 위구경의 소요일수가 측정되었으며 화서와 개화소요일수, 화서의 길이, 숫자, 꽃 수 등이 측정되었다. 개화소요일수는 한 화분당 첫 번째 꽃이 만개하는 날을 기준으로 측정되었다.

4. 결과 및 고찰

냉방 처리에 따른 온실 내 기후는 여름동안 대부분의 날이 동일하여서 다음의 그림에서는 여름 환경을 대표 할수있는 날의 데이터를 선택적으로 나타내겠다. 2009년 7/5, 23, 8/13 과 2010년 6/23, 7/13, 8/19(그림 16 과 17) 이 사용되었다. 데이터는 05:00-21:00 사이 30분마다 수집되었다. 10:00-16:00의 온실 내 평균기온은 미스트 구역에서 2009년, 2010년 각각 27.6 와 28.6°C이었으며 차광 구역에서는 29.9 와 31.3°C 이었다. 야온은 따로 조절하지 않았으며 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 유지하였다. 미스트 구역의 평균온도는 차광구역에 비하여 2009년도에는 2.3°C, 2010년도에는 2.7°C 낮았다(그림 16). 2010년도 미스트 구역에서의 기온은 11:00시 이후에 28°C로 올라 14:00시 까지 유지되다 감소되었다(그림 16B). 그러나 차광구역의 온도는 15:00시에 35.9°C 의 최대 온도를 기록하였다. 엽온은 외기온도와 비슷한 경향을 나타내었다(자료 생략). 미스트 구역의 상대 습도는 $80 \pm 5\%$ 이었으며 차광 구역에서는 $55 \pm 5\%$ 이었다(그림 17). 평균 PPF 값은 미스트구역에서는 $305\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 차광 구역은 $142\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이었다(그림 18).

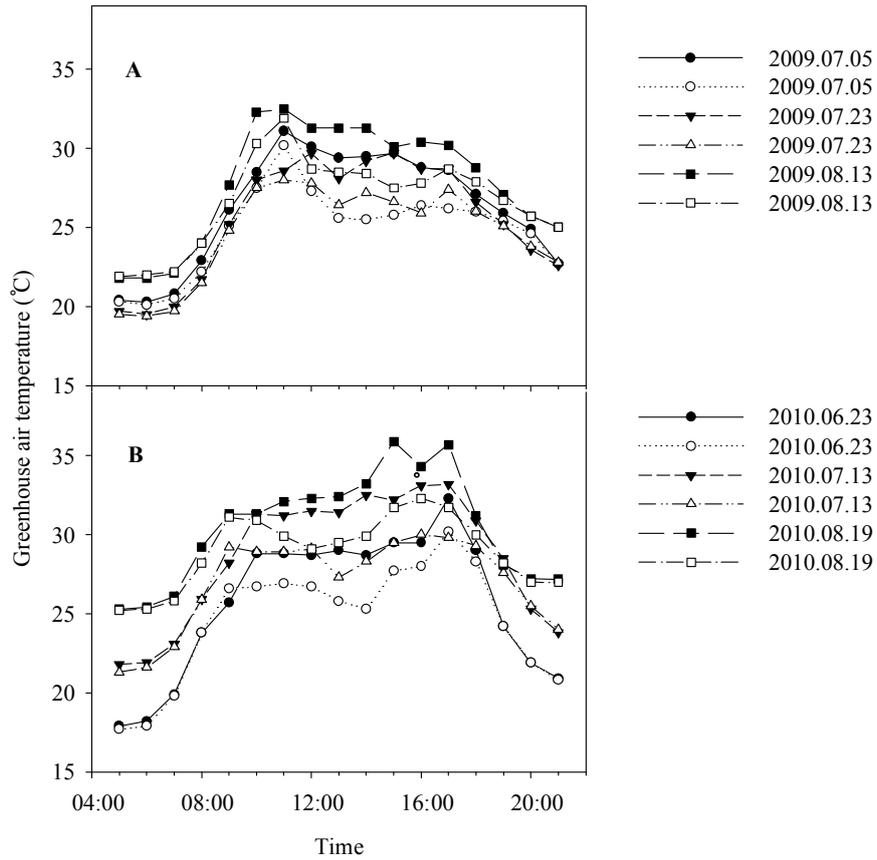


그림 16. 온실 내 두 구역의 2009년(A), 2010(B)의 기온: 열린기호 =미스트 조건, 닫힌기호 = 차광조건, A: circle = 5 July, triangle = 23 July, square = 13 August, B: circle = 23 June, triangle = 13 July, square = 19 August.

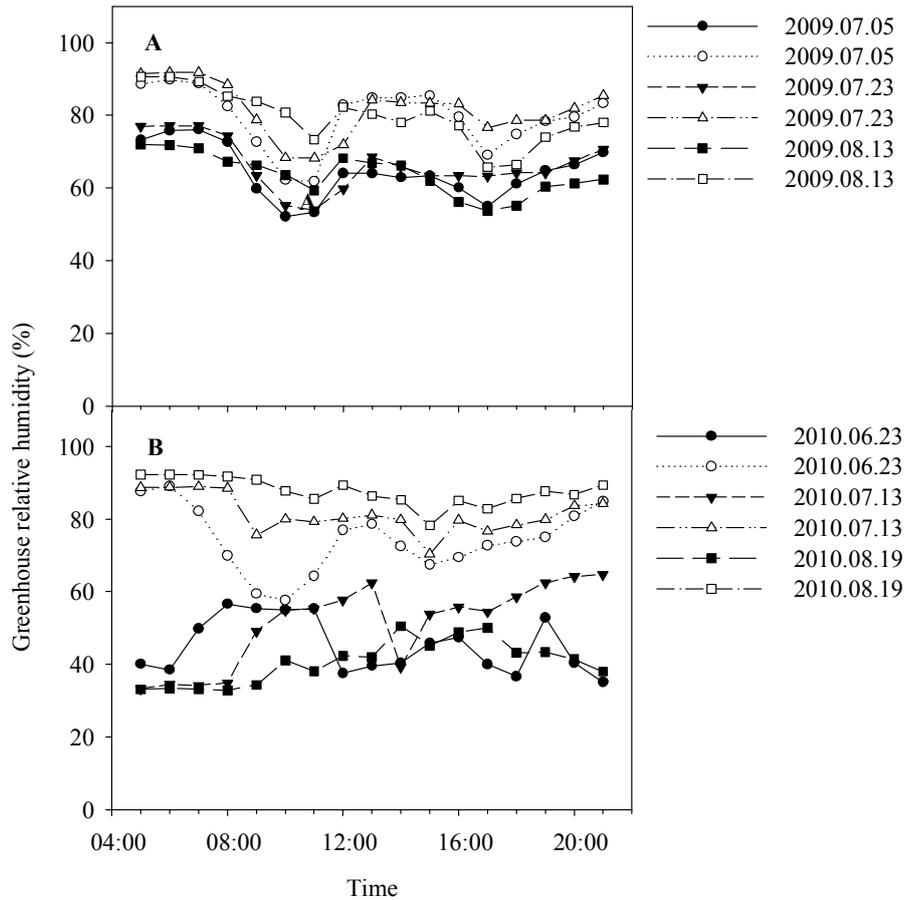


그림 17. 온실 내 두 구역의 2009년(A), 2010(B)의 상대습도: 열린기호 =미스트 조건, 닫힌기호 = 차광조건, A: circle = 5 July, triangle = 23 July, square = 13 August, B: circle = 23 June, triangle = 13 July, square = 19 August.

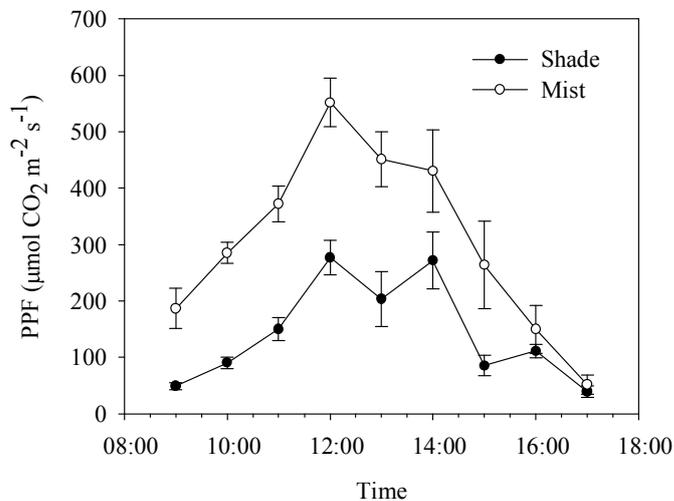


그림 18. 온실 내 미스트, 차광시스템 구역의 PPF 값

심비디움 'Red Fire'의 엽수, 최장엽장, 위구경의 수, 위구경의 직경은 저광도와 고풍도 야파처리에서 냉방 처리에 관계없이 1차년도 실험 직후부터 무처리구보다 유의하게 증가하였다 (표 4). 'Red Fire'의 최장엽장은 고풍도 야파처리하 차광커튼으로 냉방을 한 처리에서 미스트 처리보다 약 5-10cm 신장되었다. 위구경의 수도 저광도, 고풍도 야파처리 모두에서 증가하였으나 2차년도 처리 후 신장률이 더욱 증가하였다. 1차년도 처리 후, 야파처리 하에서 재배 된 심비디움의 위구경은 무처리구에 비하여 그 직경도 크게 증가하였는데 이 때 차광처리보다 미스트 처리하에서의 증가율이 더욱 두드러졌다. 'Yokihi' 품종은 위구경의 직경이 고풍도 야파처리와 미스트 시스템 아래에서 가장 증가되었다(표 5). 'Yokihi' 품종의 최장엽장과 엽폭은 저광도와 고풍도 야파처리에서 크게 증가하였는데, 미스트 시스템보다 차광처리에서 더 크게 증가하였다. 그러나 'Yokihi' 품종의 경우 2차년도 여름에 고풍도 야파처리를 받고 차광처리를 받은 구의 식물은 연부병으로 인하여 모두 고사하였다. 이는 품종별로 온도에 대한 민감도가 다르며 식물의 성숙도에 따라서도 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 심비디움 'Red Fire'에서 개화 위구경의 출현일수는 미스트 처리와 함께 저광도 야파처리에 의하여 16주, 고풍도 야파처리에 의하여 25주 감소되었다.

표 4. 냉방처리와 야파처리에 따른 심비디움 'Red Fire'의 엽수, 최장엽장, 엽폭, 위구경의 수, 위구경의 단경 변화

Cooling system	NI	No. of leaves	Leaf length	Leaf width	No. of pseudobulbs	Pseudobulb diameter
Year 1						
Mist	Control	13.5 ab	28.5 c	1.79 a	1.33 ab	1.81 c
	LNI	14.1 a	33.9 ab	2.05 a	1.67 ab	2.06 ab
	HNI	13.9 a	32.9 abc	2.78 a	1.83 a	2.22 a
Shade	Control	12.3 b	32.4 bc	1.87 a	1.08 b	1.90 bc
	LNI	13.3 ab	35.4 ab	1.99 a	1.33 ab	1.90 b
	HNI	14.0 a	37.3 a	1.95 a	1.50 ab	2.08 ab
Significance						
NI		**	***	NS	*	***
Cooling		*	**	NS	*	NS
Cooling × NI		NS	NS	NS	NS	*
Year 2						
Mist	Control	30.1 a	62.9 bc	2.14 a	2.42 bc	3.21 ab
	LNI	29.0 a	71.0 a	2.42 a	2.67 b	4.86 a
	HNI	30.4 a	60.8 c	2.44 a	4.58 a	4.86 a
Shade	Control	31.5 a	70.5 ab	2.15 a	1.83 c	3.32 b
	LNI	31.7 a	77.3 a	2.38 a	2.41 bc	4.18 ab
	HNI	31.1 a	70.0 c	2.38 a	3.00 b	4.06 b
Significance						
NI		NS	***	**	***	***
Cooling		*	***	NS	***	**
Cooling × NI		NS	NS	NS	**	*

표 5. 냉방처리와 야파처리에 따른 심비디움 'Yokihi' 의 엽수, 최장엽장, 엽폭, 위구경의 수, 위구경의 단경 변화

Cooling system ^a	NI ^b	No. of leaves	Leaf length	Leaf width	No. of pseudobulbs	Pseudobulb diameter
Year 1						
Mist	Control	14.6 abc ^c	29.7 c	1.77 b	1.53 ab	1.95 a
	LNI	14.0 c	28.0 c	1.75 b	1.62 ab	1.89 a
	HNI	15.9 a	34.1 b	2.05 a	1.77 a	2.07 a
Shade	Control	15.8 ab	36.2 ab	1.89 ab	1.32 ab	1.95 a
	LNI	15.5 abc	36.7 a	1.84 b	1.32 ab	1.99 a
	HNI	14.2 bc	35.7 ab	1.84 b	1.17 b	1.88 a
Significance						
NI		NS ^d	***	**	NS	NS
Cooling		NS	***	*	**	NS
Cooling × NI		***	***	***	NS	NS
Year 2						
Mist	Control	33.8 ab	65.6 c	2.36 c	2.83 a	4.20 b
	LNI	34.5 ab	71.5 bc	2.41 bc	2.83 a	4.45 b
	HNI	37.8 a	74.3 b	2.75 a	2.83 a	5.89 a
Shade	Control	31.5 b	70.5 bc	2.47 bc	1.83 a	3.32 c
	LNI	37.8 a	82.0 a	2.68 ab	2.08 a	3.83 bc
	HNI	- ^e	-	-	-	-
Significance						
NI		**	***	**	NS	***
Cooling		NS	***	**	NS	***
Cooling × NI		*	NS	NS	NS	NS

그러나 이러한 개화 위구경 출현 일수의 감소효과는 야파처리를 하더라도 차광처리를 하였을 때에는 크게 줄어들었다(표 6). 'Yokihi'와 'Red Fire' 는 야파처리와 미스트 시스템 하에서 광도에 상관없이 60% 이상 개화하였으나, 차광처리 하에서는 20% 미만의 개화율을 보였다. 이 실험을 통하여 심비디움이 28°C 이상의 고온에 노출 될 시에 잎의 황화 및 괴사, 화서의 퇴화등이 일어나는것을 확인할 수 있었으며 'Yokihi' 품종이 'Red Fire' 품종보다 좀 더 민감하게 온도에 반응하는것을 알 수 있었다. 이러한 현상은 심비디움 뿐 아니라 같은 난초과 식물인 *Odontioda* Marie Noel 'Velano' 에서도 확인 할 수 있었는데 28/18°C(12 h day/12 h night) 의 환경에 약 8주간 노출시켰을 때 잎의 황화가 시작되었고 24주안에 모두 고사하였다(Kubota et al., 2005). *Zygopetalum* Redvale 'FireKiss' 에서는 25°C 이상의 온도에서 잎과 꽃의 퇴화가 20일 안에 진행되었다(Lopez and Runkle, 2004). 비록 대부분의 식물이 27°C 이상의 비교적 고온에서도 잘 견딜 수 있으나 이러한 환경은 연부병 발생의 최적 환경이라는 보고가 있다(Wright and Triggs, 2009). 차광 커튼과 자연 통풍을 이용한 냉방 방식은 온실내에서 재배자들이 가장 손쉽게 적용할 수 있는 기술이다. 이 기술은 쉽고, 간단한 방법과 비교적 낮은 비용, 유지 관리가 용이하다는 먼

에서 많은 화훼 농가들이 사용하고 있는 방법이다.

표 6. 냉방처리와 야파처리에 따른 심비디움 ‘Red Fire’ 와 ‘Yokihi’의 개화 위구경 출현일수, 화아 소요일수, 개화 소요일수, 꽃 수, 개화율 변화

Cooling system	NI	Time to flowering pseudobulb emergence (weeks)	Time to VI (weeks)	Time to flower	No.of flowers	Flowering percentage
‘Red Fire’						
Mist	Control	51.0 a	-	-	-	0
	LNI	34.3 bc	82.3 a	103.9 a	9.6 a	60
	HNI	26.0 c	76.3 b	100.5 a	14.8 a	80
Shade	Control	47.1 a	-	-	-	0
	LNI	46.4 a	-	-	-	0
	HNI	43.4 ab	-	-	-	0
Significance						
NI		*** ^e	***	NS	NS	
Cooling		***	-	-	-	
Cooling × NI		**	-	-	-	
‘Yokihi’						
Mist	Control	45.0 a	-	-	-	0
	LNI	30.6 b	81.1 a	106.2 a	18.8 a	60
	HNI	27.9 b	78.2 a	102.5 a	30.0 a	100
Shade	Control	46.6 a	-	-	-	0
	LNI	40.4 a	-	-	-	20
	HNI	37.4 ab	-	-	-	0
Significance						
NI		***	NS	NS	NS	
Cooling		***	-	-	-	
Cooling × NI		NS	-	-	-	

하지만 위의 결과들을 통하여 심비디움의 재배시 여름철 온도를 제어하는 방법으로 차광커튼을 이용한 냉방을 사용한다면, 주간동안의 낮은 광량과 크게 떨어지지 않는 주간 온도가 다소 문제가 될 수 있음을 알 수 있었다.

많은 초화류 작물에서 일장은 온도와 밀접하게 연관되어 개화를 조절한다 (Bernier, 1988). 그러나 일반적으로 난류의 경우 위구경의 영양생장이 모두 이루어진 후에 일장이 아닌 온도만으로 개화가 조절되는 경우가 많다. *Miltoniopsis*, *Odontioda*, *Epidendrum*, *Phalaenopsis*,

Dendrobium 등이 그 예인데 본 실험을 통하여 심비디움도 개화에 온도가 미치는 영향이 직접적이라는 것을 알 수 있었다. 즉, 야파처리를 실시하더라도 미스트 시스템을 이용해 여름철 재배를 하였을 때에는 개화율이 60-100%에 달하는 반면 차광시스템만을 이용하면 낮은 개화율과 연부병으로 인한 고사현상이 두드러졌다(그림 19).

우리나라의 심비디움 재배의 경우 주로 내수용이나 중국 등지로 수출을 목적으로 재배하는 것이 대부분이다. 수출을 목적으로 재배를 할 때에는 중국의 춘절(1월)에 맞추어 출하시기를 조절하는 것이 농가의 소득증대로 직결된다. 이러한 겨울 개화를 위하여는 심비디움이 여름철에 화아분화를 해야하고, 여름철 온도관리는 심비디움 화아를 형성하는데 매우 중요한 영향을 미친다. 본 연구를 통하여 야파처리를 시행함과 동시에 여름철 온도를 미스트 시스템을 사용하는 것을 추천하며, 이러한 재배방식은 여름철에 기온은 낮추고 상대습도를 높여 심비디움을 고산지대로 이동하는 수고를 덜어줄 수 있으며 겨울동안의 야파처리로 영양생장을 촉진시켜 궁극적으로 심비디움 개화를 2년 안에 가능하게 할 수 있는 기술이다.



그림 19. 저광도 야파처리하에서 차광처리와 미스트 처리를 받은 심비디움의 모습
(처리후 95주 후 모습)

제 3 절 심비디움 조기 개화를 위한 영양분 요구도 구명

1. 요약

본 연구는 야파처리시 화아 분화와 꽃의 발달에 칼륨(K)과 질소(N)가 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다. 야파처리는 앞 절에와 동일하게 겨울 단일 기간동안 야파처리를 받지 않은 무처리구, 저광도($3-7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 고광도($120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) 야파처리(22:00-02:00)가 시행되었다. 질소와 칼륨은 서로 다른 시기에 0, 100, 200 과 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 시비되었다. 저광도 야파처리구에서 여름철 칼륨 농도를 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 8주 이상 시비시 화서가 75%이상 유도되었으며 그 후 질소 농도 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 유지하였을 때 꽃의 직경, 화서의 직경, 길이 등이 증가되었다. 고광도 야파처리구에서는 인위적인 유도없이 2년안에 화아가 분화하였으며 그 후 질소 농도 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 유지하였을 때 개화의 품질이 향상되었다. 무처리구에서는 칼륨의 시비로도 화아분화를 유도할 수 없었다.

2. 서론

제 1절과 2절의 연구를 통하여 야파처리와 여름 온도 조절이 심비디움의 개화를 1년 이상 단축시킬 수 있는 기술을 개발하였다. 식물의 개화를 조절하는 데에는 일장, 온도 이외에도 영양관리 부분이 매우 중요하다. 위의 연구에서 개발한 방식에 영양 관리가 적절히 이루어져야만 개화 작기는 단축되면서도 최상급의 품질을 가진 심비디움 분화의 출하가 가능하다. 개화 작기의 단축은 단순히 개화를 빠르게 만드는 것이 아닌 전반적인 심비디움 재배 방식의 혁신이 필요한 문제이다. 야파처리를 통하여 인위적으로 영양생장을 촉진하며 식물이 유년기를 지나 성년기로 진입한 시기에 맞추어 적절한 온도 환경을 맞추면서 개화를 유도시키기 때문에 식물은 보다 많은 에너지 소비가 이루어지고 이를 적절히 공급해주는 방식이 필요한 것이다. 본 연구에서는 식물의 생육에 필수적인 영양분인 질소(N), 인산(P), 칼륨(K)의 시비를 야파처리를 도입한 재배방식에 맞추어 조절하여 영양생장을 보조하며 화아분화를 유도한다던지 화아분화 후 영양분의 조절로 식물의 개화 특성 상승 등 고품질의 분화를 만드는 것을 목표로 한다.

식물의 발달과정에서 유년기에서 성년기로 상 전환이 이루어지는 시기에는 호르몬 등의 내부적 요인, 온도, 광, 영양상태등의 외부적 요인들이 영향을 미친다 (Manochai et al., 2005). 외부 요인 중에는 *Dimocarpus longan* Lour 와 *Acca sellowiana* 등 에서 칼륨 (K) 시비로 인하여 화아분화가 유도되었다 (Manochai et al., 2005; Garcia et al., 2008). 칼륨이 곱핍된 심비디움에서는 개화율이 현저하게 낮아지기도 하였다 (Pan et al., 1994). 반면, *Gerbera* 에서는 칼륨의 농도가 $110\text{kg}\cdot\text{gha}^{-1}$ 에서 $220\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 로 증가함에 따라 개화율이 증가되었다 (Dufault et al., 1990). 질소

(N)는 식물의 성장과 발육에 크게 영향을 미치는 또 하나의 주요 영양분이다(Daliparthi et al., 1992). 질소가 결핍되었을 때, *Dendrobium* Red Emperor 'Prince' 의 잎의 건중량은 정상적인 생육을 하는 식물에 비하여 크게 감소하였으며, 질소농도를 0 에서 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 증가시킴에 따라 꽃의 수도 함께 증가하였다(Bichsel et al., 2008). 질소는 이처럼 생식성장 이후의 꽃의 발달에 영향을 미치는 강력한 수용부이다. 하지만 과다한 질소의 시비는 영양생장을 유도하고 난의 경우 위구경 성숙을 지연시키는 등 화아분화에 부정적 영향을 미치기도 한다(Bichsel et al., 2008). 그러므로 적정 영양분의 적정 농도로의 시비는 식물의 성장과 발육에 주요한 원인이다. 이에 본 연구에서는 야파처리를 받은 심비디움의 영양성장단계의 영양관리, 생식생장으로 전환되는 시기에 화아 분화 유도에 영향을 미치는 영양관리, 화아분화 후의 영양관리, 3가지 발달단계로 나누어 적정 영양분 관리 방법을 알아보겠다.

3. 재료 및 방법

가. 야파처리를 받은 심비디움의 영양성장기의 적정 질소수준 구명

이 실험은 2010년 11월부터 2011년 11월까지 서울대학교 부속농장에서 수행되었다. 식물재료로는 *Cymbidium* hybrids 'Red Fire' (Mukoyama Orchids Co., Ltd., Yamanashiken, Japan) 1년생 품종이 사용되었다. 메리클론 묘에서 10cm 용기에 이식하여 약 4개월 후 16cm 용기로 교체해주었으며 배지는 코코넛 배지를 사용하였다. 관수는 스프링 쿨러를 사용하여 매일 1시간씩 해주었고, 각 화분에 13N - 5.7P - 10.8K fertilizers (Mukoyama Orchids Co., Ltd.) 고품비료를 생육시기 별로 5g 씩 3번 올려주었다.

야파처리는 고압나트륨등을 이용하였으며 밤 10시부터 새벽 2시까지 4시간 동안 광도를 달리하여 조사하였다. 무처리구는 9시간 일장에 17:00부터 08:00 까지 검은 천으로 빛이 투과되지 않게 하였으며 저광도 야파처리구(Low light intensity Night Interruption: LNI) 는 9시간 일장에 $3\text{--}7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광도로, 고풍도 야파처리구(High light intensity Night Interruption: HNI)는 $120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 조사 하였다. 야파처리는 약 16주 동안(2010년 11월-2011년 2월)까지 시행되었다. 저광도와 고풍도 야파처리와 질소의 처리는 동시에 이루어 졌다. 질소 처리는 0, 100, 200, 400mg L^{-1} 의 농도로 1일 1회 점적관수로 300-350mL 씩 시비되어졌다. 질소처리에 사용된 염은 $\text{KH}_2\text{PO}_4, \text{NH}_4\text{NO}_3, \text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 와 $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 이었으며 자세한 구성비율은 표 7에 나타내었다. 모든 처리구는 100 K, 100 P, 100 Ca 와 $50\text{ Mg}(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$ 을 포함하였다. 처리구의 평균 전기전도도(EC)는 질소의 농도에 따라 0.7 to $1.7\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이며 pH 는 6.1 ± 0.1 로 조절되었다(표 7). 처리 후부터 엽수와 최장엽장, 위구경의 수와 위구경의 단경이 월마다 측정되었다. 한 화분에서 위구경의 가장 아래부분부터 제일 긴 잎이 최장엽장을 측정하는데 사용되었고, 위구경의 직경은 개화 위구경의 가장 넓은 부위의 지름을 이용하였다(ABS Digimatic Caliper; Mitutoyo Co., Ltd.,

Tsukuba, Japan). 잎과 위구경, 뿌리의 건물중은 2차 야파처리후 80°C 오븐에서 약 3일경과 후 측정하였다. 처리 시작일부터 2차 위구경의 소요일수가 측정되었으며 화서와 개화소요일수, 화서의 길이, 숫자, 꽃 수 등이 측정되었다. 개화소요일수는 한 화분당 첫 번째 꽃이 만개하는 날을 기준으로 측정되었다.

나. 야파처리를 받은 심비디움의 화아분화를 위한 적정 칼륨농도 구명

식물재료로는 야파처리를 받은 *Cymbidium* hybrids 'Red Fire' (Mukoyama Orchids Co., Ltd., Yamanashiken, Japan) 2년생 품종이 사용되었다. 메리클론 묘에서 10cm 용기에 이식하여 약 4개월 후 16cm 용기로 교체해주었으며 배지는 코코넛 배지를 사용하였다. 관수는 스프링 쿨러를 사용하여 매일 1시간씩 해주었고, 각 화분에 13N - 5.7P - 10.8K fertilizers(Mukoyama Orchids Co., Ltd.) 고품비료를 생육시기별로 5g 씩 3번 올려주었다.

야파처리는 고압나트륨등을 이용하였으며 밤 10시부터 새벽 2시까지 4시간 동안 광도를 달리하여 조사하였다. 무처리구는 9시간 일장에 17:00부터 08:00 까지 검은 천으로 빛이 투과되지 않게 하였으며 저광도 야파처리구(Low light intensity Night Interruption: LNI)는 9시간 일장에 $3-7\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광도로, 고풍도 야파처리구(High light intensity Night Interruption: HNI)는 $120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 조사 하였다(그림 20). 야파처리는 2년에 걸쳐 2번 처리되었으며 1차 야파처리는 이식직후부터 약 16주 동안(2009년 2월-5월), 2차 야파처리는 이식 후 38주 후부터 16주 동안(2009년 11월-2010년 2월)까지 시행되었다. 첫 번째 야파처리시 온실의 온도는 22/15°C 이었으며 두 번째에는 19/12°C 이었다. 일 적산광량(The mean photosynthetic daily light integral (DLI))는 무처리구와 저광도 야파처리구에서 $6.5\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 고풍도 처리구에서는 $8.2\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 이었다. 각 처리마다 온도, 상대습도, 이산화탄소등의 조건은 동일하게 유지되었다.

칼륨 처리는 2010년 7월부터 2010년 9월까지 심비디움을 서울대학교 부속농장으로 이동 후 실험농장에서 수행되었다. 칼륨 0, 100, 200, 400 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 농도로 1일 1회 점적관수로 300-350 mL 씩 시비되어졌다. 칼륨처리에 사용된 염은 $\text{KH}_2\text{PO}_4, \text{KNO}_3, \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4, \text{NH}_4\text{NO}_3, \text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 와 $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 이었으며 자세한 구성비율은 표 1에 나타내었다. 모든 처리구는 100 N, 200 P, 100 Ca 와 50 Mg ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)을 포함하였다. 처리구의 평균 전기전도도(EC)는 칼륨의 농도에 따라 0.7 to 1.7 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 이며 pH 는 6.1 ± 0.1 로 조절되었다(표 7). 처리 후부터 화서와 개화소요일수, 화서의 길이, 숫자, 꽃 수 등이 측정되었다. 개화소요일수는 한 화분 당 첫 번째 꽃이 만개하는 날을 기준으로 측정되었다. 엽록소 함량은 위구경으로부터 아래서 세 번째 잎을 대상으로 SPAD-502meter (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan) 를 사용하여 측정하였다.

표 7. 칼륨과 질소 처리 염의 조성 비율과 전기전도도

Nutrient	Concentration (mg L ⁻¹)	KH ₂ PO ₄	KNO ₃	NH ₄ NO ₃		NH ₄ H ₂ PO ₄	EC (dS m ⁻¹)
				(g L ⁻¹)			
K	0	0	0	0.02		0.74	1.0
	100	0.34	0	0.13		0.44	1.2
	200	0.26	0.31	0.51		0	1.4
	400	0.69	0.51	0.02		0.15	1.6
N	0	0.40	0	0		0	0.7
	100	0.40	0	0.28		0	0.9
	200	0.40	0	0.56		0	1.3
	400	0.40	0	1.12		0	1.7

다. 화아분화가 이루어진 심비디움의 개화특성 향상을 위한 적정 질소 농도 구명

저광도와 고광도 야파처리를 받아 화아가 분화한 심비디움 ‘Red Fire’ 를 대상작물로 화아분화 후 질소 농도에 따른 개화 특성을 알아보았다. 질소 처리는 0, 100, 200, 400mg·L⁻¹ 의 농도로 1일 1회 점적관수로 300-350mL 씩 시비되어졌다. 질소처리에 사용된 염은 KH₂PO₄, NH₄NO₃, CaCl₂·2H₂O 와 MgSO₄·7H₂O 이었으며 자세한 구성비율은 표 1에 나타내었다. 모든 처리구는 100 K, 100 P, 100 Ca 과 50 Mg(mg·L⁻¹) 을 포함하였다. 처리구의 평균 전기전도도 (EC)는 질소의 농도에 따라 0.7 to 1.7 dS·m⁻¹ 이며 pH 는 6.1 ± 0.1로 조절되었다(표 7). 처리 후부터 화서와 개화소요일수, 화서의 길이, 숫자, 꽃 수 등이 측정되었다. 개화소요일수는 한화분 당 첫 번째 꽃이 만개하는 날을 기준으로 측정되었다. 엽록소 함량은 위구경으로부터 아래서 세 번째 잎을 대상으로 SPAD-502 meter (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan) 를 사용하여 측정되었으며, 한 식물당 세 개의 꽃잎을 대상으로 화색을 측정하였다(CR-400, Minolta Co., Tokyo, Japan). 화색은 CIE(명도를 나타내는 L*, 녹색-적색의 a* 과 노란색의 b*) 를 이용하여 표시하였다.

4. 결과 및 고찰

가. 질소가 추가로 시비되지 않은 경우(질소 농도 0 수준) 심비디움의 생육은 무처리구보다 저광도나 고광도의 야파처리구에서 더 감소되었다(그림 20). 이는 야파처리를 받아 식물이 더 많은 광합성을 하게 되면 더 많은 영양분을 요구하는 것을 의미한다. 이에 질소를 추가적으로 시비 해주지 않은 무처리구에서는 식물이 정상적인 생장을 하는 반면, 야파처리구에서는 오히려 생육 저해현상이 나타났다.



그림 20. 야파처리 동안 질소 0 수준에서 재배 된 심비디움의 모습

야파 무처리구에서 질소 수준별 생육을 비교해 보면 질소를 시비하지 않은 $0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 이나 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 수준에서 활발한 생육을 보이고 오히려 질소수준이 높은 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 이나 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 수준에서는 생육이 저해되었다(그림 21). 이는 기존의 양액관리 만으로도 보광 처리등이 없을 때 재배에는 전혀 문제가 없는 것으로 간주되며 질소 수준을 높여주는 방식은 야파처리가 시행 될 때만 필요한것을 보여준다. 저광도 야파처리를 받으며 질소 농도를 달리한 실험구를 비교하면, 질소 $0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서는 식물의 엽수나 볼륨 등이 질소 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 수준보다 감소된 것을 확인할 수 있으며 질소 200 과 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 수준의 생육은 질소 농도의 과다로 인하여 오히려 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 수준보다 낮은 것을 알 수 있다(그림 22). 고광도 야파처리구에서는 질소 농도를 0, $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 수준보다 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 이나 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 증가 시켜주었을때 생육이 활발하였다(그림 23). 이상의 결과를 통하여 야파처리와 질소시비는 밀접하게 관련이 있으며 식물의 조기 개화를 위하여 야파처리를 할 때에는 광도를 고려하여 질소 농도를 달리 해 주는것을 권장하며 저광도 야파처리 시에는 질소 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 고광도 야파처리시엔 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 이나 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 수준을 권장한다.

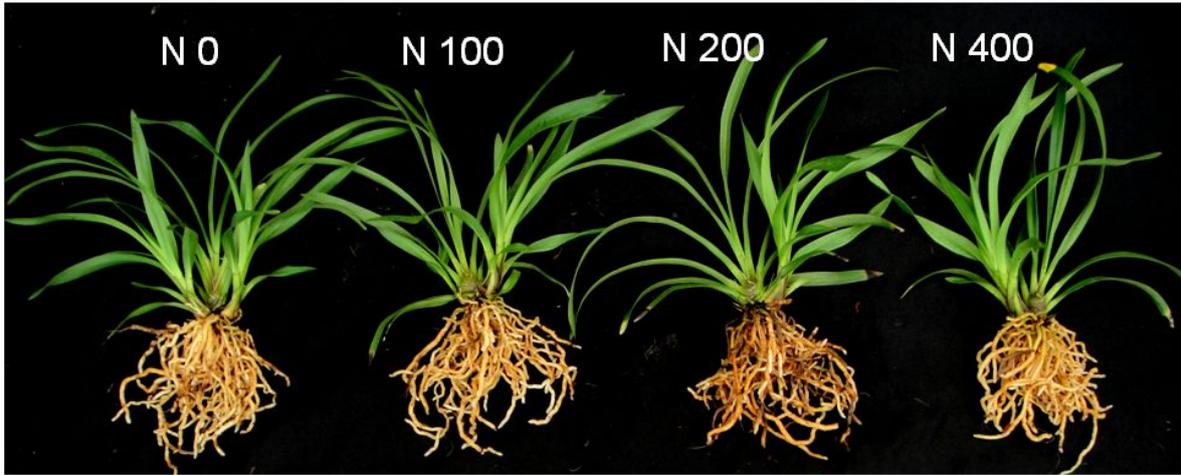


그림 21. 야파 무처리구에서의 질소 수준별 생육 비교

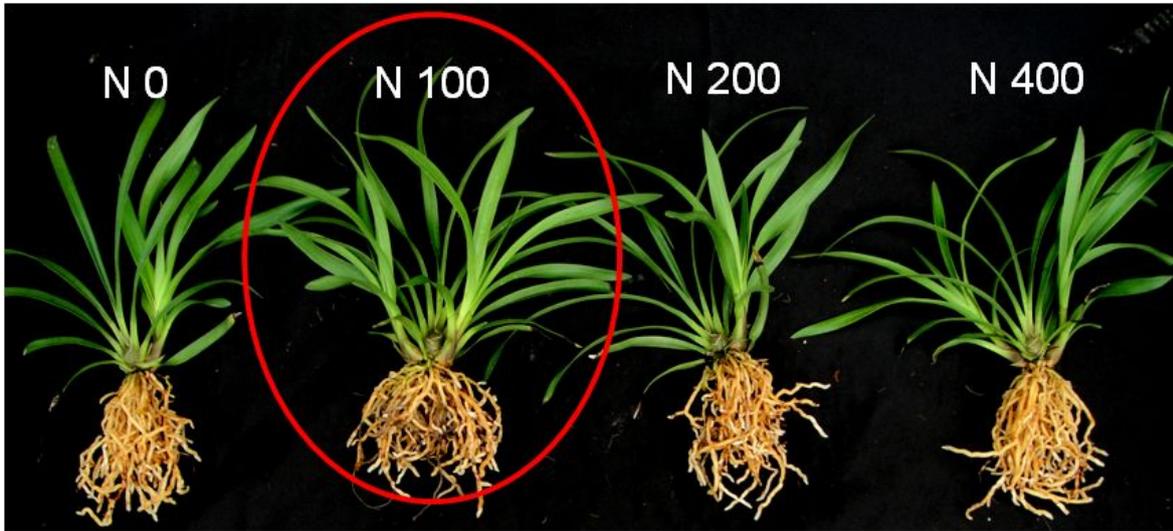


그림 22. 저광도 야파 처리구에서의 질소 수준별 생육 비교



그림 23. 고광도 야파 처리구에서의 질소 수준별 생육 비교

나. 야파처리를 받은 심비디움의 화아분화를 위한 적정 칼륨농도 구명

야파처리를 받지 않은 무처리구와 저광도 야파처리를 받은 심비디움 'Red Fire' 를 대상으로 7월부터 9월까지 칼륨 시비를 통하여 화아가 분화되는지 확인하였다. 고광도 야파처리구의 경우 인위적인 화아분화의 유도없이 100%의 화아분화율을 나타내었기에 칼륨으로 화아를 유도 할 수 있는지에 대한 실험은 무처리구와 저광도 야파처리구만을 대상으로 시행하였다. 엽수와 엽장, 엽폭은 저광도 야파처리구에서 무처리구에서보다 증가되었으며 처리별 클로로필의 함량은 변화가 없었다. 칼륨의 농도가 $0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 증가됨에 따라 무처리와 저광도 처리구의 식물 모두에서 엽수가 증가하였다. 그러나 엽수는 칼륨 농도 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 오히려 감소되었다. 클로로필 함량과 엽장, 엽폭은 무처리나 저광도 야파처리 모두에서 칼륨의 영향을 받지 않았다. 위구경의 단경은 개화를 결정짓는 중요한 요소인데 무처리구에 비하여 저광도 야파처리를 받은구에서 직경이 증가되었다(그림 24). 칼륨의 농도가 0 에서 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 증가 됨에 따라 위구경의 직경이 증가하였으나 칼륨농도 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서는 오히려 감소하였다. 저광도야파처리를 받은 식물체에 여름철 칼륨농도를 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 처리할시 화서 출현이 71%에 달했

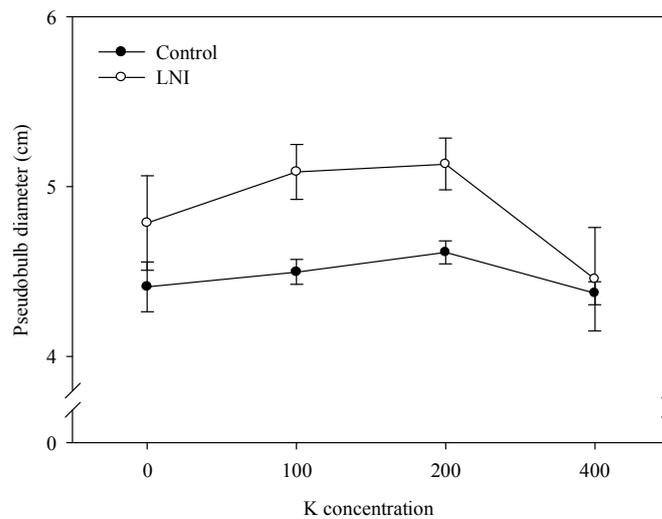


그림 24. 야파처리와 칼륨 농도에 따른 위구경 직경의 변화

으나 칼륨의 농도를 $200\text{--}400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 증가시켰을 때에는 화서가 출현하지 않았다 (그림 24, 25 와 26). 즉, 심비디움 영양생장의 후기에 칼륨을 이용하여 인위적으로 화아를 유도 할 시, $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 농도를 추천한다.

표 8. 여름철 칼륨 조절이 야파처리를 받은 심비디움 'Red Fire' 의 최장엽장, 엽수, 엽폭, 엽록소 함량에 미치는 영향 (칼륨 시비 9 주 후 측정)

Light	Kconcentration (mg·L ⁻¹)	Leaf length (cm)	No. of leaves	Leaf width (cm)	SPAD
Control	0	63.4a	25.6d	1.97c	73.1a
	100	64.8a	28.9cd	2.11bc	65.6a
	200	66.1a	27.7cd	2.12abc	71.9a
	400	65.2a	27.3cd	2.33abc	63.0a
LNI	0	66.0a	31.9abc	2.23abc	69.0a
	100	69.1a	35.4a	2.54a	68.9a
	200	73.9a	35.0ab	2.48ab	71.1a
	400	65.6a	29.7bcd	2.23abc	66.9a
Significance					
Light		*	***	**	NS
K concentration		NS	*	NS	NS
Light × K concentration		NS	NS	*	NS

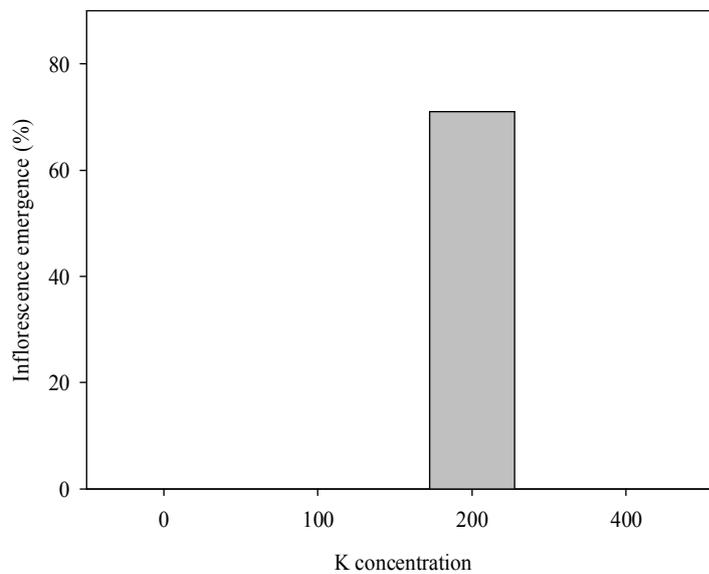


그림 25. 저광도 야파처리를 받은 구에서 칼륨 농도에 따른 화서 출현률



그림 26. 저광도 야파처리 식물체의 칼륨시비에 따른 화아분화모습

다. 화아분화가 이루어진 심비디움의 개화특성 향상을 위한 적정 질소 농도 구명

저광도 야파처리구의 식물에 비하여 고광도 야파처리구의 식물에서 위구경의 직경과 엽록소 함량이 증가되었다(표 9). 그러나 두 야파처리구의 식물체 사이에 엽장과 엽수의 차이는 없었다. 꽃의 직경, 화서 길이, 화서 직경은 질소 농도의 증가에 따라 함께 증가하였으나 꽃 수의 변화는 없었다(그림 27). 저광도와 고광도 야파처리구 모두에서 질소 $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 수준에서의 꽃의 크기는 질소 $0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 수준에서보다 증가하였다(그림 27B). 저광도 야파처리구에서 질소 농도 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로의 증가는 꽃의 직경 증가에 추가적인 영향을 미치지 못하였으나 고광도 야파처리구에서의 질소 농도 증가는 꽃의 직경을 증가시켰다. 저광도, 고광도 야파처리 모두에서 화서의 길이는 질소의 농도가 증가함에 따라 함께 증가하였다. 야파처리에 따른 화색의 변화는 유의하게 나타났으나, 질소 농도에 따른 화색은 유의성이 없었다(표 10). 그러나 저광도 야파처리구에서 L^* 값이 증가하고 chroma 값이 감소하였는데, 이는 질소농도와 상관없이 저광도 야파처리구에서 색이 덜 선명한것을 알 수 있다. 고광도 야파처리를 받으며 질소 농도가 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 유지된 구에서는 붉은 값을 나타내는 a^* 값이 높게 나타났다. 이상의 결과를 종합하여보면 심비디움 재배시 개화 작기를 단축시키는 것은 경제적 이익을 얻는데에 매우 중요하다. 야파처리를 통하여 관행적으로 재배에 소요되는 3년 이상의 작기를 2년으로 단축 할 수 있다. 야파처리는 저광도 혹은 고광도의 광도에 따라 그 효과가 달라질 수 있으며 각 성장기에 적절한 영양분 공급이 함께 이루어져야 그 효과가 극대화 될 수 있다. 칼륨을 이용해 영양생장 후반기에 있는 심비디움의 화아를 인위적으로 유도 할 수 있으며 화아분화가 이루어진 후에는 질소농도를 조절함으로 꽃의 품질을 높일 수 있다. 본 연구를 통하여 고광도 야파처리구에서는 인위적인 유도 없이도 2년 만에 개화가 가능하지만 저광도 야파처리구에서는 칼륨 농도 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 관리를 해주는 것이 화아를 유도할 수 있으며 무처리구의 식물체는 2년 안에 개화되지 않았다. 개화 유도 후의 영양 관리는 저광도 야파처리구에서는 질소농도를 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로, 고광도 야파처리구에서는 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로

유지하는 것이 개화 품질을 향상시키는 데 효과적임을 알 수 있었다.

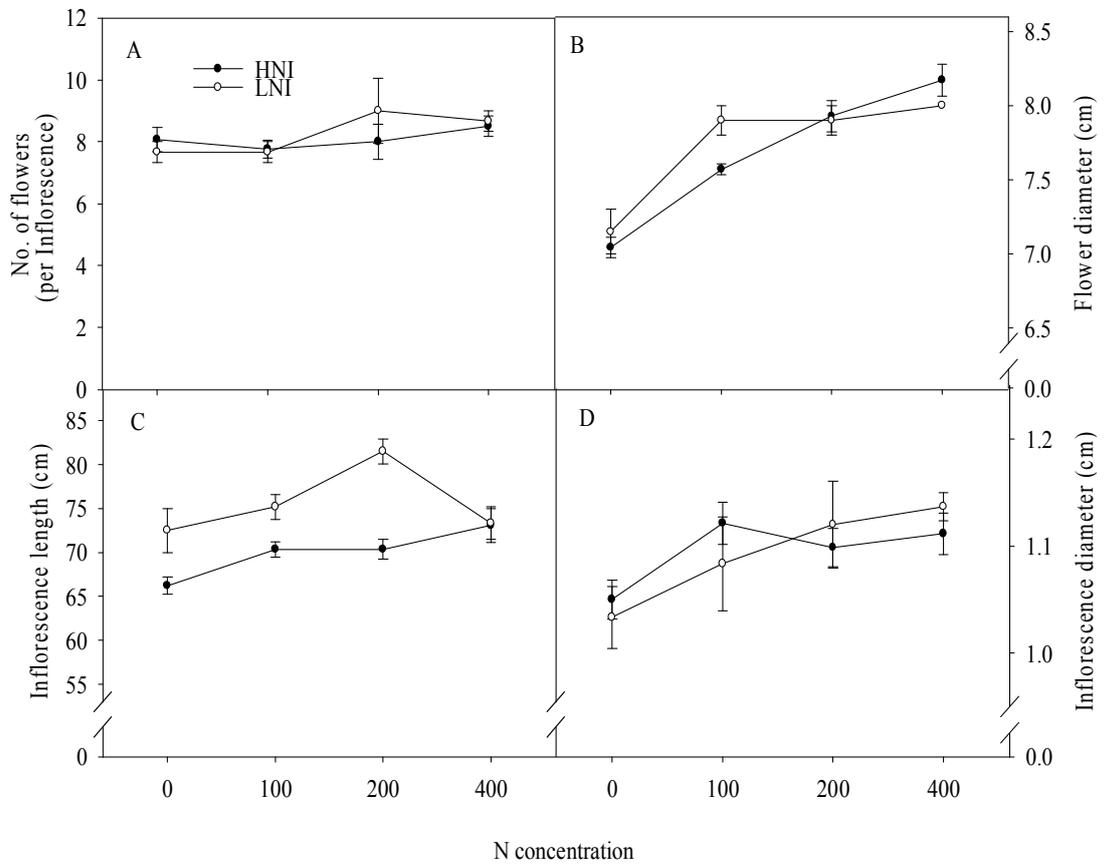


그림 27. 저광도와 고광도야파처리를 받은 심비디움 'Red Fire' 의 질소 농도에 따른 꽃 수(A) , 꽃의 직경(B), 화서 길이(C), 화서 직경(D)

표 9. 질소농도조절이 야파처리를 받은 심비디움 ‘Red Fire’ 의 최장엽장, 엽수, 위구경 직경, 엽록소 함량에 미치는 영향 (질소 시비 9 주 후 측정)

Light	N concentration (mg·L ⁻¹)	Leaf length (cm)	No. of leaves	Pseudobulb diameter (cm)	SPAD
LNI	0	67.6a	30.5a	4.97a	67.1c
	100	73.8a	31.1a	5.06a	69.1bc
	200	70.8a	33.7a	5.33a	70.8abc
	400	72.8a	32.9a	5.05a	71.6abc
HNI	0	66.8a	31.8a	5.27a	73.3abc
	100	70.1a	30.7a	5.57a	76.2ab
	200	69.8a	31.2a	5.83a	76.9a
	400	68.2a	32.8a	5.65a	76.9a
Significance					
Light		NS	NS	**	***
N concentration		NS	NS	NS	NS
Light × N concentration		NS	NS	NS	NS

표 10. 질소농도조절이 야파처리를 받은 심비디움 ‘Red Fire’ 의 화색에 미치는 영향

Light	N concentration (mg·L ⁻¹)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Hue (°)	Chroma
LNI	0	44.6ab	27.5a	0.44a	0.9a	27.5a
	100	44.4ab	28.2a	2.25a	4.6a	28.3a
	200	46.1a	28.6a	1.75a	3.5a	28.7a
	400	44.3ab	28.7a	0.64a	1.3a	28.7a
HNI	0	43.0ab	28.8a	2.24a	4.3a	28.9a
	100	41.7b	29.2a	1.29a	2.6a	29.2a
	200	43.4ab	29.2a	0.91a	1.9a	29.3a
	400	42.9b	29.4a	0.73a	1.6a	29.5a
Significance						
Light		***	**	NS	NS	**
N concentration		NS	NS	NS	NS	NS
Light × N concentration		NS	NS	*	*	NS

제 4 장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도

1. 목표달성도

세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
<ul style="list-style-type: none"> 야파처리, 온도조절 통한 심비디움의 개화소요일수 1년이상 단축 	100	<ul style="list-style-type: none"> 1차년도 야파처리, 온도실험의 지속 발전 실험으로 작기 단축에 성공 심비디움 재배시설(상업 온실, 생장상), 환경(주야간 CO₂, 온습도) 및 식물요인조사 개화별브의 성숙 및 개화에 적합한 온도처리 구명
<ul style="list-style-type: none"> 축성 재배시 요구되는 영양분 조절재 구명 	100	<ul style="list-style-type: none"> 야파처리 시 양분관리가 기존의 관리와 다르게 이루어 져야 함을 알아내어 이를 구명함 개화축진에 영향을 미치는 생육단계별 적정 관수 및 양액조성을 구명하여 양액재배 체계를 확립 -고형 비료와 양액을 이용한 생육단계별(유묘, 성묘, 개화주) 최적 시비 관리법을 구명
<ul style="list-style-type: none"> 야파처리시 적정 광질 구명 	100	<ul style="list-style-type: none"> 심비디움의 축성재배 기술을 개발하기 위하여 개화별브의 성숙 및 개화축진의 제요인을 구명 야파처리로 개화 단축재배 방법을 실시할 시 다양한 광원을 비교하여 에너지 절감형 야파기술 확립(LED, 형광등, 나트륨등 비교실험)
<ul style="list-style-type: none"> 축성 기술의 상업화와 실용화가능성 확인 	100	<ul style="list-style-type: none"> 1,2년차 실험에서 효과가 있었던 기술을 현장에 적용

2. 관련 분야 기여도

연구 결과	관련 분야	기여도
<ul style="list-style-type: none"> 분화 재배시 보광처리의 적정 광량, 광분포 구명 	<p>분화 생산 농가</p>	<ul style="list-style-type: none"> 난방비 절감 개화소요일수 단축 농가 소득향상
<ul style="list-style-type: none"> 분화 및 심비디움의 야파처리로 인한 개화소요일수 단축 	<p>분화 생산 농가 심비디움 생산 농가</p>	<ul style="list-style-type: none"> 냉 난방비 절감 개화소요일수 단축 온실 회전률 증대 농가 소득향상 수출 증대
<ul style="list-style-type: none"> 심비디움 야파처리 재배방식에 요하는 온도, 영양분 관계 재구명 	<p>심비디움 생산 농가</p>	<ul style="list-style-type: none"> 냉 난방비 절감 개화소요일수 단축 온실 회전률 증대 농가 소득향상 수출 증대

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 실용화 · 산업화 계획 (경제성 분석)

⊙ 경제적 · 산업적 측면

- 저온관리로도 개화 지연 없어 난방비 절감

ex) 1,000 m² 의 온실의 예

보광 (형광등 23W)

온실 (10a)

필요 광 개수 1,000 EA

에너지 소비 : 23W x 1,000 EA = 23,000 W

4시간 x 4개월

비용 : 23 kW x 20원/kWh x 4 h x 120 days

대략 220,000원 절감 가능

- 개화 촉진으로 작기 단축

ex) 심비디움의 예: 면적 활용률의 증가로 이윤증가

현재 작물의 재배는 3년 주기, 실험의 목적은 이를 2년으로 단축하는 것임

지난 2년간의 과제수행을 통해 야파처리를 통해 작기를 단축할 수 있는 확실한 가능성을 발견하였고, 실증농가에 적용해 봄으로서 상업화와 실용화에 적합한 기술임을 확인함

1년이라는 작기가 단축되면서 공간 활용률이 증가되며 농가의 소득으로 직결됨

본 연구의 실증 장소인 화성의 한 농가의 예

: 분당 30,000원* 평당 10개 = 300,000원

800평의 농가 * 300,000 = 240,000,000원의 이윤이 증가됨

즉, 야파처리를 통하여 난방비를 절감할 뿐 아니라 작기가 단축되며, 이는 농가나 산업에 과다 생산비와 에너지를 절감시킬 수 있는 실용적 기술이라 판단됨

<실제 농업용 전기 요금>

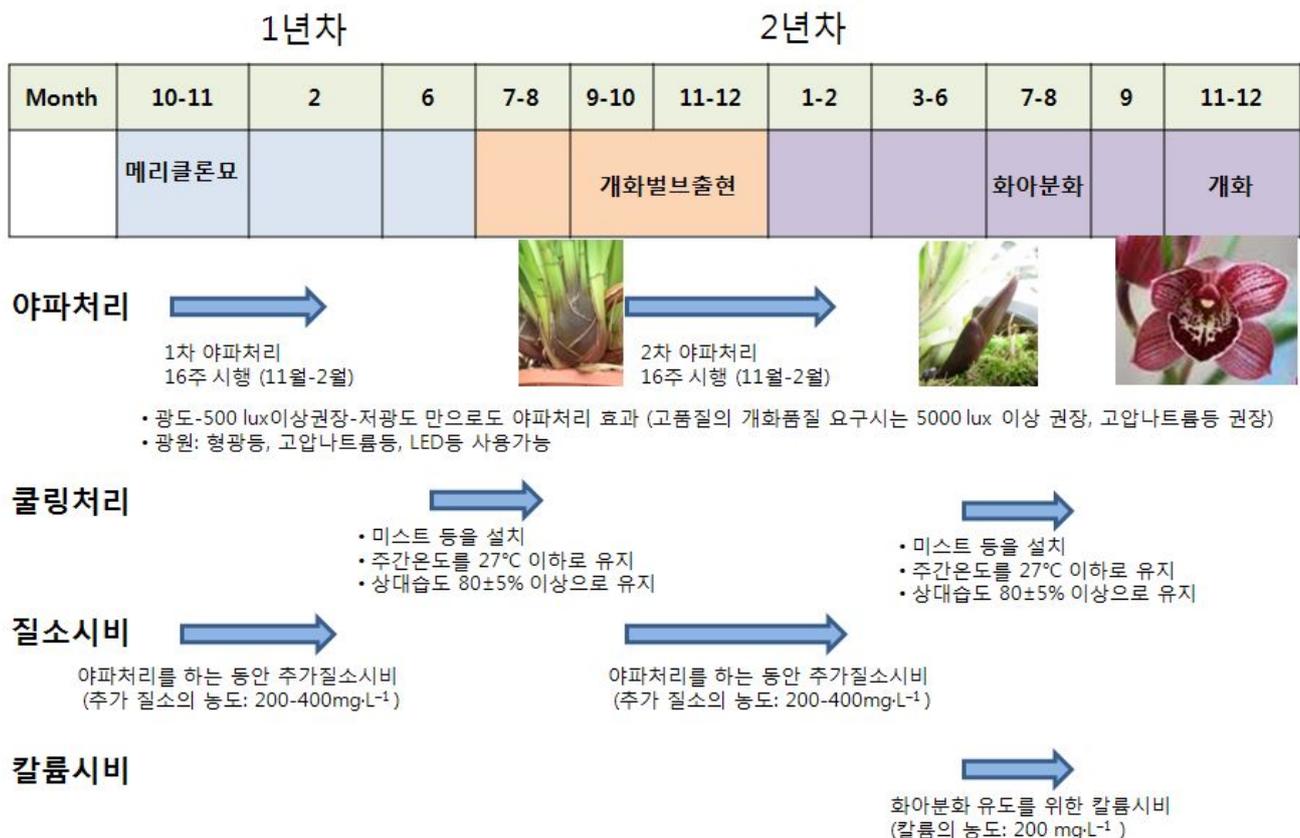
병: 기본요금 1070 (원/KW) 전력량 요금 36.40 (원/kWh)

을: 기본요금 930 (원/KW) 전력량 요금 26.30 (원/kWh)

- 야파처리를 시행 할 시 전조재배에 해당하여 농업용 전기료를 병 (기타 농작물 재배, 축산, 양잠, 수산물 양식용 전력)이 아닌 을 (농사용의 육묘 또는 전조재배에 사용하는 전력)로 적용 받을 수 있으며 이는 기존 난방비의 30%를 절감할 수 있다. 야파처리시 기존 재배방식보 나 난방을 덜 하여도 온도를 유지할 수 있는 장점이 있으며 이에 전기료도 절감할 수 있 어 농가에 적용할 시 겨울철 난방비도 약 30%이상 절감할 수 있다.

<실용화 기술 개발>

온도, 광 조절을 통한 심비디움 및 분화류의 품질 향상 및 에너지 절감 기술개발을 위하여 이상 의 결과를 통합하여 다음과 같은 심비디움 재배의 총체적 모식도를 작성하였다. 본 연구팀은 야 파, 온도, 영양분 관리를 통한 심비디움의 개화작기 조절을 위한 방법을 농가에서 실제적으로 이 용할 수 있도록 영농활용서를 작성, 보급 계획에 있다. 실용화를 위하여는 현재 화성과 일산의 실증 농가가 아닌 추가적인 농가에서의 확인이 요구되며 이는 후속관리를 통하여 진행할 예정이 다.



<‘심비디움 고품질 개화주 2년 내 재배 작형’을 위한 야파처리 방식 도입시 재배방식>

1. 야파처리 :한밤중에 전등을 켜서 개화 촉진 효과를 얻을 수 있는 장일 처리 방법(22:00-02:00)

- 묘 정식을 10월 실시할시, 야파처리 시기는 묘 정식 직후 단일, 저온 (겨울철) 기간에 약

16주 시행 (11월-2월), 여름을 지난후 다시 2차 야파처리 16주 시행 (11월-2월)

- 광도-500 lux 이상권장-저광도 만으로도 야파처리 효과 (고품질의 개화품질 요구시는 5000 lux 이상 권장, 고압나트륨등 권장)
- 광원: 형광등, 고압나트륨등, LED등 사용가능

2. 온도관리

- 여름철 쿨링처리- 겨울철 야파처리 후 맞이하는 첫 번째 여름부터 미스트 등을 설치하여 여름 온도 하강 요구, 고냉지 재배를 하지 않아도 온실 내 미스트 재배로 품질 유지 가능. 1, 2년차 2회 온도 관리 요구, 주간온도를 27°C 이하로 유지하며 상대습도 80±5% 이상으로 유지권장
- 겨울철 온도관리- 1년차에 (영양생장시기) 야간온도 10-12°C 이상 유지 권장, 2년차 (생식생장시기)- 9°C유지로도 개화촉진 가능, 화색증진효과
- 겨울(11월-2월)기간에 야파처리를 시행할 시 5000 lux 정도의 광도에서는 온실 내부 기온이 약 2°C 상승효과. 난방비 절감에 야파처리가 효과적, 농업용 전기료를 전조재배로 분리하여 '을'로 적용받을 수 있음

3. 시비관리

- 야파처리를 시행할 시 관행적으로 재배되는 비료관리가 아닌 추가적 관리 필요
- 야파처리를 하는 동안 질소비료의 시비를 추가적으로 높여 시비 권장 (추가 질소의 농도: 200-400mg·L⁻¹)
- 2번의 야파처리를 이미 받은 식물체에 2년차 여름철에 화아분화 유도를 위해 칼륨시비 권장 (칼륨의 농도: 200 mg·L⁻¹)

제 2 절 기대효과

- 우량종묘 및 개화주 수출확대로 난농가 소득향상(15%이상 상승)
- 고품질 난 생산수출로 한국난 브랜드가치 상승
- 재배기술시스템 개발로 재배기술국제경쟁력 확보
- 수출전지기지 활성화와 수출신시장개척으로 수출급신장(12,000천불⇒50,000천불)
- 생산성 향상을 위한 재배 및 온실 환경제어기술 수출농가재배 활용

제 3 절 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획 등



- 교육지도
- 1차 : 2009년 10월 6일 강원도 철원 분화 재배자 교육
- 2차: 2010년 4월 15일 화성 심비디움 재배자 18인
- 3차: 2011년 3월 18일 강원도 철원 분화 재배자 교육
- 4차 : 2011년 5월 18일 화성군 농업기술센터주최 화성시 우리꽃 식물원 강당
- 화성, 고양, 철원, 용인 등의 시군농업기술센터와 세미나 및 시연을 통한 기술보급에 대하여 현재 협의중에 있음

제 4 절 논문 등 지식재산권 확보계획 등

- 과학기술적 활용계획- 논문 등 지식재산권 확보계획 등: SCI(E) 1편 게재, 2편 심사중

논문제목	학술지	권 호수
Night interruption promotes vegetative growth and flowering of <i>Cymbidium</i>	Scientia Horticulturae	120:887-893. 2011
Growth and flowering of <i>Cymbidium</i> grown under different cooling systems during night interruption forcing culture	Scientia Horticulturae	심사중
Control of flower initiation and development by potassium and nitrogen under night interruption in <i>Cymbidium</i>	Horticulture, Environment and Biotechnology(HEB)	심사중

- 학술회의 발표

- (1) Juvenility of cymbidium under different light intensity and photoperiod
원예과학기술지 27 (II):121, 2009
- (2) Night interruption promotes growth of two *Cymbidium* hybrids FR752 and FX750, at vegetative growth stage
원예과학기술지 28 (I):43, 2010
- (3) Comparative photosynthetic characteristics of two *Cymbidium* hybrids FR752 and FX750, at vegetative growth stage
원예과학기술지 28 (I):124, 2010
- (4) Differences in flowering characteristics and petal coloration with night interruption in two *Cymbidium* hybrids
원예과학기술지 28 (I):127, 2010
- (5) Night interruption (NI) with Adequate Nitrogen Supply promotes vegetative growth in *Cymbidium*
원예과학기술지 29 (I):53, 2011
- (6) Potassium and nitrogen fertilization for optimizing flowering of *Cymbidium*
원예과학기술지 29 (I):53, 2011

- 수상

- (1) Differences in flowering characteristics and petal coloration with night interruption in two cymbidium hybrids 한국원예학회 우수포스터 발표상 수상 2010
- (2) Night interruption with adequate nitrogen supply promotes vegetative growth in cymbidium 한국원예학회 우수구두발표상 수상 2011

- 신문 및 저널

제목: 아파처리를 통한 에너지 절감 심비디움 개화작기 단축 연구 과학원에 2012 게재

<과학원에 투고 본문>

아파처리를 통한 심비디움 개화작기 단축 및 에너지 절감 연구

서울대학교 농업생명과학대학 식물생산과학부 김기선, 김윤진

현재 우리나라는 농업 뿐 아니라 사회 전반에 있어 에너지 절감의 중요성이 거듭 강조되고 있다. 특히 화훼작물의 재배에 있어서는 여름철과 겨울철에 냉,난방비를 절감하면서도 고품질의 식물을 생산할 수 있는 기술을 개발 하는 부분에 많은 관심이 기울여졌다. 이러한 사회의 요구에 부응하며 농업 연구사 및 재배자들이 각종 에너지 절감 재배 방식을 보고한 바 있으며, 이중 상당 부분은 실용화되어 사용되기도 한다. 하지만 현재까지의 연구들은 주로 일년초나 숙근초의 분화나 절화에 한정적으로 초점이 맞추어졌다.

난은 한국 화훼 수출액 부문 1위로 국제경쟁력을 가진 고부가가치 품목이다. 세계 난시장 규모는 2억 5천만불 이상 규모로 매년 10% 정도로 시장 확대되고 있으며 한국 난 업계는 미국과 중국에 난 수출전진기지(20여개이상)를 조성하여 난 수출을 확대시키고 있는 실정이다. 세계 난 시장은 커지고 있는 반면 국가간 경쟁이 더욱 심화되고 있어 난 주요생산국들은 수출을 위해 적지생산, 또는 자동화, 대형화, 첨단화를 도모하고 있어 한국도 이에 대한 기술개발이 절실히 요구되고 있다. 한국에서 난의 생산과 소비, 수출이 증가되고 있으나 이에 부응하는 재배 기술에 대한 연구나 설비는 아직도 매우 미미한 실정이다. 주요 생산 품목도 호접란이나 심비디움 등의 일부 난에 국한되어 있다. 그러나 이마저도 제대로 활용할 수 있는 재배 매뉴얼 등이 설립되지 않아 고품질의 분화를 생산하는 데에 어려움이 있다.

현재 중국 시장으로 수출되는 난중 수출 1위를 차지하고 있는 심비디움의 경우 재배 작기가 조 직배양묘부터 약 3년 이상이 걸리는 비교적 긴 재배기간을 요하는 식물이다. 이러한 식물의 특성에 따라 심비디움 재배시 몇 번의 여름철과 겨울철을 지나게 되는데, 계속되는 국제 유가의 상승으로 온실 내의 냉 난방 비용은 농가가 고민해야 하는 주요 문제점으로 대두되고 있다. 현재까지 대체연료의 개발, 국부 난방 기술, 열 효율 증대 등의 기술이 개발되고 있지만 분화나 난류의 온실 재배에 응용하기에는 다소 무리가 있다.

서울대학교 화훼학 연구실에서는 지난 수년간 광조절을 통하여 겨울철 난방을 줄이고 비교적 낮은 온도에서 개화를 유도할 수 있는 방법에 대하여 연구해왔으며 다양한 분화류, 즉 시클라멘, 제라늄, 유스토마, 카네이션, 팬지, 페추니아, 프리플라 등 에서 괄목할만한 성과를 내었다. 이어서 심비디움의 생산에 있어서는 겨울철 난방비를 절감하며 개화작기와 품질을 조절할 수 있는

방법으로 야파처리를 통한 개화작기 단축을 목적으로 연구를 실시하였다.

야파처리(night interruption)는 광중단(night break)이라고도 하는데 한밤중에 전등을 켜서 개화 촉진 효과를 얻을 수 있는 장일 처리 방법의 하나이다. 작물은 일장을 감지할 때 일반적으로 생각하는 낮의 길이가 아닌 밤의 길이를 통해 일장을 감지하는데 이 야파처리는 한밤중에 빛을 조사하여 작물이 밤의 길이가 짧아 졌다고 감지하게 하여 장일처리 효과를 얻는 것이다. 광원으로는 백열등이나 형광등이 주로 최근 고압나트륨등도 이용되고 있다. 야파처리시간은 저녁 10:00에서 새벽 02:00까지 4시간동안 처리하는 것이 가장 효과적으로 알려져 있다.

난류인 심비디움의 개화 촉진을 위하여 화성의 한 재배농가에서 저광도($3\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)와 고광도($120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) 야파처리(22:00-02:00)를 무처리구와 비교하였다 (그림 1). 처리 1년만에 엽수와 엽장, 위구경의 수와 위구경의 단경 등 생육을 나타내는 항목 등이 저광도와 고광도 야파처리 모두에서 무처리구보다 증가하였다 (그림 2). 또한 무처리구에서는 2년 안에 전혀 개화를 하지 않은 반면, 저광도 야파처리구에서는 60%, 고광도 야파처리구에서는 품종에 따라서 80-100% 개화하였다. 화서의 수나 꽃수는 고광도 야파처리구에서 저광도 야파처리구보다 증가하였다 (그림 3). 즉 총 재배기간이 3년 이상인 심비디움에 야파처리 방식을 도입 할 시 1년 이상 재배 기간 단축이 가능하다.

하지만 야파처리 방식을 재배 현장에서 사용할 때에는 몇 가지 사항이 꼭 고려되어야 한다. 재배기간이 단축되는만큼 영양분 관리법이 변화되어야 하며 여름철의 온도관리도 매우 중요하다. 또한 탄산가스 시비 등으로 야파처리의 효과를 극대화 할 수 있다. 다음에선 야파처리시 고려해야 할 사항들을 자세히 살펴보겠다.

야파처리와 더불어 여름철 환경을 어떻게 유지하느냐는 심비디움 개화 촉진에 결정적인 영향을 미치는 요인이다. 본 연구팀은 심비디움 재배시 관행적으로 여름철에 고산지대로 이동하는 방식이 아닌 온실내에서 미스트를 설치하여 온도를 낮추고 습도를 높이는 방법을 통하여 환경을 유지하는 연구를 진행하였다. 여름 온도 조절처리는 9주씩 시행되었다. 온실 내 여름 온도는 미스트처리구가 차광처리구보다 약 2°C 낮아졌으며 습도는 차광구역은 $55\pm 5\%$ 에 반해 미스트 구역은 $80\pm 5\%$ 로 높게 유지되었다. 또한 온실내의 온도에 있어서는 차광구역의 일 적산광량은 미스트 구역의 약 48% 수준이어서 매우 낮았다. 심비디움 'Red Fire' 와 'Yokichi' 두 품종 모두 개화 위구경 출현일수는 야파처리에 의해 줄어들었으나 그 효과는 미스트 시스템을 사용하였을 때 두드러졌다. 겨울철 야파처리와 여름철 미스트 시스템을 연속으로 사용하여야만 심비디움의 개화를 2년 안에 유도할 수 있으며 여름에 차광 처리만 하였을 경우에는 조기 개화를 유도 할 수 없었다 (그림 4). 즉, 심비디움의 개화 촉진을 위해서는 야파처리 뿐 아니라 여름철 미스트 시스템 등을 이용한 온도 조절이 필요하며 이 방식을 사용할 경우 고산지대로 식물을 이동해야 하는 번

거로움을 줄일 수 있다. 심비디움 'Red Fire' and 'Yokichi' 의 경우 여름철 개화유도시 27°C 이하의 온도 유지가 권장된다.

비료 공급의 경우, 질소와 칼륨이 서로 다른 시기에 야파처리의 광도에 맞춰 적절히 공급되어야 하는데 저광도 야파처리구에서 여름철 칼륨 농도를 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 8주 이상 시비시 화서가 75%이상 유도되었으며 그 후 질소 농도 $200\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 유지하였을 때 꽃의 직경, 화서의 직경, 길이 등이 증가되었다. 한편, 고광도 야파처리구에서는 겨울철 야파처리 기간 동안 N-P-K고형비료의 일반적 시비 외에 질소질 비료의 추가적 시비가 필요하다. 이는 고광도 야파처리가 주간 광합성의 70%에 달하는 광합성을 유도하기에 식물의 활동량 증가에 상응하는 영양분이 추가적으로 시비되어야 함을 뜻한다. 질소질 비료를 증가시키지 않고 야파처리만을 적용하였을 때에는 잎의 황화 등의 증상이 나타날 수 있다. 추가 질소의 농도는 $200\text{-}400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 을 추천한다. 고광도 야파처리구에서는 인위적인 칼륨으로의 유도없이도 2년안에 화아 분화가 가능하나 그 후 질소 농도 $400\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 유지하였을 때 개화의 품질이 향상되었다. 무처리구에서는 칼륨의 시비로도 화아분화를 유도할 수 없었다. 또한 중요한 것은 이산화탄소의 추가적 시비로 생육증가 효과를 극대화시킬 수 있는데 심비디움 재배 시 이산화탄소의 농도를 약 800ppm 이상으로 유지시키는 것을 권장한다.

즉, 생육이 빨라짐에 따라 비료공급의 양이나 시기, 여름철 환경조절, 이산화탄소의 공급 등 총체적 재배방식 변화가 고려된다면 더욱 우수한 품질을 출하 할 수 있다 (그림 5). 심비디움의 경우 메리클론 묘에서 개화까지 3년 이상의 비교적 긴 재배작기를 가지고 있다. 저광도나 고광도의 야파처리를 통하여 심비디움 재배를 할 경우 개화시기를 1년 이상 단축시킬 뿐 아니라 품질도 향상시킬 수 있다. 심비디움의 경우 분당 꽃대수는 분화의 품질이나 출하 시 가격형성에도 결정적인 영향을 미치는 요인이다. 야파처리를 시행 할 경우 야간 광합성을 증가로 식물체 내 탄수화물 함량 등이 증가하여 위구경의 충실도가 높아지며 이는 개화 시 꽃대수나 꽃수가 증가하는 영향을 가져온다. 또한 최근 환경의 급격한 변화로 여름철에도 일조량이 부족하고 봄이나 가을철에도 이상기온현상 등으로 농가에서 작물의 재배에 애로점이 있는 현실이다. 야파처리는 이러한 이상기후에도 야간동안 주간의 부족한 광합성등을 보완하여 일정 품질을 유지시킬 수 있는 방법으로 사용 될 수 있다. 뿐만 아니라 야파처리를 시행 할 시 전조재배에 해당하여 농업용 전기료를 30%절감 할 수 있어 시설비나 에너지 비용을 고려하여 목적에 맞게 저광도나 고광도의 야파처리 기술을 이용하면 에너지를 절감하며 심비디움 개화 촉진과 품질 향상에 적용될 수 있다고 판단된다. 이러한 야파처리 방식은 심비디움의 품종에 상관없이 긍정적인 개화촉진 효과를 얻을 수 있으며 이를 위해서는 초기의 광 시설 설비와 종합적인 재배 방식의 변화가 권장된다.



Control
($0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

LNI
($3\text{-}7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 22:00-02:00)

HNI
($120 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 22:00-02:00)

그림 1. 재배 농가에서의 야파처리 모습. (왼쪽: 무처리구; 가운데: 저광도 야파처리구; 오른쪽: 고풍도 야파처리구)



그림 2. 정식 후 52주 후 야파처리가 심비디움 'Red Fire' (위)와 'Yokihi' (아래)의 개화특성에 미치는 영향 (왼쪽: 무처리구; 가운데: 고풍도 야파처리구; 오른쪽: 저광도 야파처리구)



그림 3. 정식후 104주 후 야파처리(가) 심비디움 'Red Fire' (A)와 'Yokihi' (B)의 개화특성에 미치는 영향 (왼쪽: 무처리구; 가운데: 저광도 야파처리구; 오른쪽: 고광도 야파처리구)



그림 4. 저광도 야과처리하에서 차광처리와 미스트 처리를 받은 심비디움의 처리 후 95주 후 모습 (위: *Cymbidium* 'Yokihi', 아래: *Cymbidium* 'Red Fire')

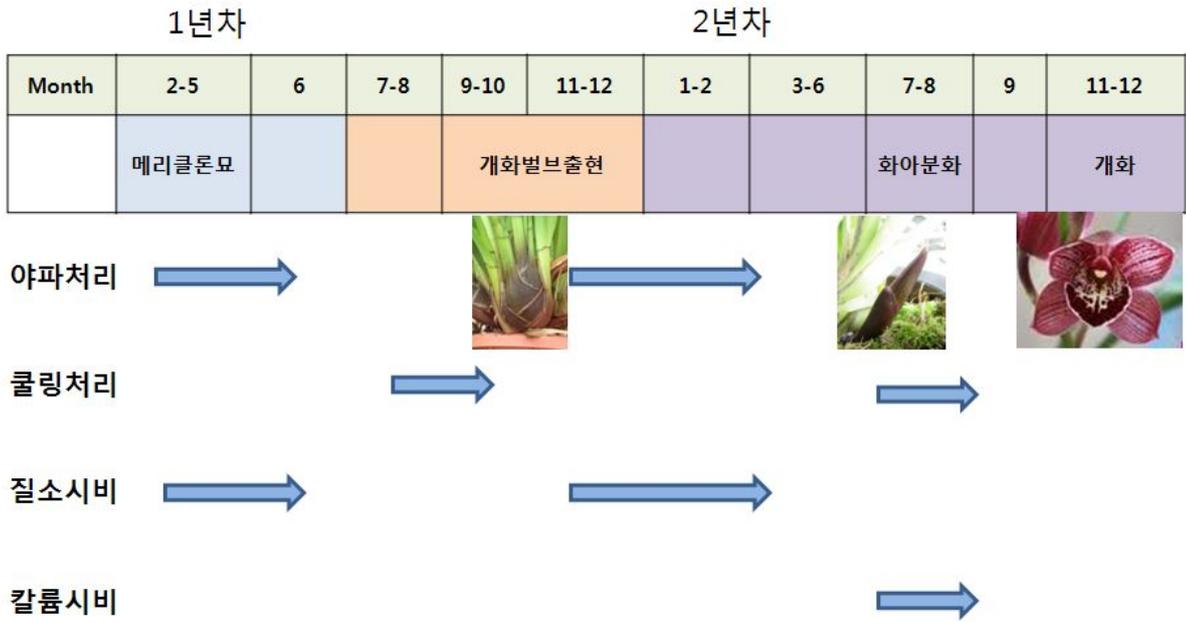


그림 5. 심비디움의 야파처리 재배 시 고려사항 및 시기조절 모형

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

미국의 미시간 대학교나 퍼듀 대학교, 유럽 등 국외 선진국에서 난의 재배 생리에 관한 연구가 주도적으로 수행되고 있다. 하지만 연구를 하는 범위가 한정적이며 다양한 난류의 생리보다는 호접란의 적절 온도, 광도, 영양분 등을 구명하는 것이 국한되어 있다 (Blanchard and Runkle, 2006, 2008). 심비디움의 재배관리에 관한 연구는 1970년대 일본에서 일부 수행 되었으나 그 후로는 전 세계적으로 중단 된 상태이었으며 이러한 면에서 본 연구는 심비디움 재배자들에게 유용하게 사용될 것으로 전망된다.

제 7 장 참고문헌

Bernier, G., 1988. The control of floral evocation and morphogenesis. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 39, 175-219.

Bhattacharjee, S.K., 1979. Photoperiodism effects on growth and flowering in some species of orchids. *Science and Culture* 45, 293-295.

Bichsel, R.G., Starman, T.W., Wang, Y.T., 2008. Nitrogen, phosphorus and potassium requirements for optimizing growth and flowering of the nobile dendrobium as a potted orchid. *HortScience* 43, 328-332.

Blanchard, M.G., Runkle, E.S., 2006. Temperature during the day, but not during the night, controls flowering of *Phalaenopsis* orchids. *J. Exp. Bot.* 57, 4043-4049.

Blanchard, M.G., Runkle, E.S., 2008. Temperature and pseudobulb size influence flowering of *Odontioda* orchids. *HortScience* 43, 1404-409.

Daliparthi, J., Chatterjee, B.N., Mondal, S.S., 1992. Changes in soil-nitrogen, phosphorus and potassium under intensive cropping in subhumid tropics of India. *Commun. Soil Sci. Plan.* 23, 1871-1884.

Damann, M.P., Lyons, R.E., 1996. Natural chilling and limited inductive photoperiod affect flowering in two Asteraceae genera. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 121, 694-698.

Dufault, R.J., Phillips, T.L. Kelly, J.W., 1990. Nitrogen and potassium fertility and plant populations influence field production of *Gerbera*. *HortScience* 25, 1599-1602.

Garcia, O.J., Duenez, E.Y., Fischer, G., Chaves, B., Quintero, O.C., 2008. Effect of potassium nitrate, potassium phosphate and ethephon in floral induction of pineapple guava (*Acca sellowiana* [O. Berg] burret). *Rev. Bras. Frutic.* 30, 577-584.

Hew, C.S., Yong, J.W.H., 2004. *The Physiology of Tropical Orchids in Relation to the Industry*. World Scientific, Singapore.

- Ichihashi, S., 1997. Orchid production and research in Japan. In: Arditti, J., Pridgeon, A.M. (Eds.). *Orchid Biology: Reviews and Perspectives. VII.* Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.
- Islam, N., Patil, G.G., Gislerod, H.R., 2005. Effect of photoperiod and light integral on flowering and growth of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Sci. Hortic.* 103, 441-451.
- Kang, K.J., Oh, W., Shin, J.H., Kim, K.S., 2008. Night interruption and cyclic lighting promote flowering of *Cyclamen persicum* under low temperature regime. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 49, 72-77.
- Kim, H.J., Jung, H.H., Kim, K.S., 2011. Influence of photoperiod on growth and flowering of dwarf purple loosestrife. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 52, 1-5.
- Kubota, S., Yamamoto, J., Takazawa, Y., Sakasai, H., Watanabe, K., Yoneda, K., Matsui, N., 2005. Effects of light intensity and temperature on growth, flowering and single-leaf CO₂ assimilation in *Odontioda* orchid. *J. Japan. Soc. Hortic. Sci.* 74, 330-336.
- Lopez, R.G., Runkle, E.S., 2004. The effect of temperature on leaf and flower development and flower longevity of *Zygopetalum* Redvale 'Fire kiss' orchid. *HortScience* 39, 1630-1634.
- Lopez, R.G., Runkle, E.S., Heins, R.D., Whitman, C.M., 2003. Temperature and photoperiodic effects on growth and flowering of *Zygopetalum* Redvale 'Fire Kiss' orchids. *Acta Hortic.* 624, 155-162.
- Manochai, P., Sruamsiri, P., Wiriya-alongkorn, W., Naphrom, D., Hegele, M., Bangerth, F., 2005. Year around off season flower induction in longan (*Dimocarpus longan*, Lour.) trees by KClO₃ applications: potentials and problems. *Sci. Hortic.* 104, 379-390.
- Pan, R.C., Chen, J.Y., Wen, Z.Q., 1994. Influence of different potassium levels on growth, development and physiology in *Cymbidium sinense* following potassium starvation. *J. Trop. Subtropical Bot.* 2, 46-53.

Perdigones, A., Garcia, J.L., Romero, A., Rodriguez, A., Luna, I L., Raposo, C., de la Plaza, S., 2008. Cooling strategies for greenhouses in summer: Control of fogging by pulse width modulation. *Biosyst. Eng.* 99, 573-586.

Powell, C.L., Caldwell, K.I., Littler, R.A., Warrington, I., 1988. Effect of temperature regime and nitrogen-fertilizer level on vegetative and reproductive bud development in *Cymbidium* orchids. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 113, 552-556.

Rotor, G.B., 1952. Daylength and temperature in relation to growth and flowering of orchids. *Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Bul.* 885, 3-47.

Runkle, E.S., Heins, R.D., Cameron, A.C., Carlson, W.H., 1998. Flowering of herbaceous perennials under various night interruption and cyclic lighting treatments. *HortScience* 33, 672-677.

Wright, P.J., Triggs, C.M., 2009. Factors affecting bacterial soft rot of *Zantedeschia* tubers. *New Zeal. J. Crop Hortic.* 37, 345-350.

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.