

어젠다코드	1 - 12 - 2		구분	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C05	작목구분코드	FL-03-2508
과제종류	농업공동연구		과제번호	PJ013595	
과제명	절화 나리 연중 생산을 위한 고품질 생력 시스템 연구				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	서정남		농업연구사	국립원예특작과학원	
연구기간	2018 ~ 2020		참여연구기관	국립농업과학원, 전북도원	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 연중 나리 고품질 절화생산을 위한 양·수분 관리 기술 연구			원예연구과	홍성유	'18~'20
색인용어	백합, 절화, 양액 관리, 토양 수분 관리, 식물체 양분 분석				

## ABSTRACT

Lily is one of the three major cut flowers in Korea and is an export strategy item with the largest export volume of cut flowers overseas. More than 95% of the export volume is exported to Japan. But it is traded at a price of 50~70% compared to Japanese products due to the remarkable difference in quality between Japanese and domestic products. Lilies exported to Japan traded at a high price which has thick and hard stems and larger flower buds. But lilies of cultivated in summer season have disadvantage that stem hardness is weak, the number of flowers is small, and the flower buds is small and the ratio of high quality product is lower these reasons. So it is essential that quality standardization and the high quality production techniques to improve export competitiveness. In addition most of the cultivation of lilies in Korea is carried out by the soil culture. But there are problems of salt accumulation, soil nematode damage by continuous cropping so it converted to bed and box cultivation using artificial medium. Box cultivation has the advantage of avoiding soil sickness by continuous cropping and intensive control of nutrient and moisture supply. But artificial medium in the box is dried faster than soil and required technical conditioning. In box cultivation techniques that improves the stem hardness and the size of flower buds required in order to strengthen the competitiveness of cut flowers for export. So this research was carried out to investigate the box cultivation techniques of high-quality cut flower by nutrient and soil moisture supply control in Oriental-Trumpet hybrid lily 'Zambesi'. In the second year summer experiment in fertilizer solution nitrogen supply reduced 40% at 0weeks, 2weeks of flower bud appearance and no treatment in order to determine the timing of controlling nitrogen concentration. As a result degree of stem bending was improved 67% at 0weeks of flower bud appearance treatment than no treatment. In the third year summer experiment nitrogen supply was reduced 40% at 0weeks and the moisture content in the medium was increased by 10% at the flower bud appearance in order to determine the effect of the nutrient and soil moisture complex controlling. As a result in the

treatment of 60–70% → 70–80% flower bud length 25%, flower bud width 35%, flower weight 27%, and stem hardness improved by 12% compared to conventional practice. In box cultivation the proper moisture content for the production of high-quality cut flowers is judged to be in the range of 60–70% before the flower bud appearance and 70–80% after the flower bud appearance. The hardness of the stem and the size of the flower buds which are important factors that determine the grade of cut flower lilies for export are improved by controlling nutrient and soil moisture supply.

## 1 연구목표

백합은 국내 3대 절화 중 하나로 전체 생산액의 6.5%, 면적의 7.7%를 점유하고 있는 주요 화훼작목이다(「화훼재배현황」, 2019). 절화 수출액은 6,110천\$로 절화 품목 중 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 95% 이상을 일본으로 수출하고 있다(2019, KATI). 그러나 일본 화훼 시장의 장기간 소비 침체로 수입량이 지속적으로 감소하여 시장 점유율 확대의 어려움을 겪고 있으며 일본산과 국내산의 현저한 품질 차이로 일본산 대비 50~70% 수준의 가격으로 거래되고 있어 품질 규격화가 시급하다(Ko 2011; Kwon 2012). 수출용 나리의 품질 기준으로는 절화장, 화수, 줄기 굵기, 줄기 휨 정도, 꽃봉오리 길이, 엽색, 신선도 등이 고려 대상이며(Ko et al. 2012; Suh and Kim 2010) 주요 수출국인 일본에서는 꽃봉오리가 크고 줄기가 단단할수록 좋은 평가를 받고 있다. 고온기 고랭지에서 오리엔탈 나리의 절화 품질은 토양 산도 조절과 선충 방제, 차광, 양액, 싹 튀우기(pre-shooting) 등으로 개선될 수 있다고 하였다(Hong 2012; Ko et al. 2012). 나리의 절화 생산은 축성재배, 반축성재배, 보통재배 및 억재재배로 작형이 구분되며(농촌진흥청, 2013) 대부분 토경 방식으로 이루어지고 있다. 토양재배로 비닐하우스에서 3년 이상 재배하면 염류 집적 및 병해충에 의한 연작장해가 심하여(농진청, 1995 ; 농업기술대계, 1995) 토양 선충 피해, 염류 집적 등의 문제가 있어 최근 인공상토를 활용한 베드 및 상자재배로 전환되고 있는 추세이다. 배지를 이용하는 주요 목적이 작물재배 시 매회 토양 물리화학적 특성을 균일하게 유지하고 균일한 배지에서 동일한 시비방법을 적용하기 위함이다(Nelson, 1991). 선진국인 네덜란드는 10여 년 전부터 상자재배로 전환하여 나리 재배 공정을 자동화하고 있다(Choi, 2019). 상자 재배는 대부분 나리 구근 수입 용기를 이용하고 있으며 재배 용토는 보수력과 통기성이 좋은 피트모스, 펄라이트 등을 혼합하여 사용하고 있다. 최근에는 값이 저렴하며 여러 번 사용하여도 화학적, 물리적 특성의 변화가 적은 코코넛 부산물을 이용한 코코피트 등을 널리 사용하고 있다. 상자 재배는 연작장해를 회피할 수 있으며 양, 수분의 집약적 관리가 가능한 장점이 있으나 상자 내 상토는 더 빠르게 건조되기 때문에 관수에 세심한 주의가 요구된다.(농촌진흥청, 2009) 또한 토양 재배보다 양액 재배 시 줄기의 경도가 약한 문제점이 있어(kim, 1998) 나리 상자 재배 시 화뢰기 이후 공급 양액 내 질소를 감소시키고 배지 내 함수율을 높여줄기를 강하게 하여 절화 품질을 향상시킬 수 있는 방법을 구명하고자 실시하였다. 또한 일본 수출용 나리는 절화 등급 및 출하 시기에 따라 가격이 결정되므로 고품질의 절화 생산 및 연중 생산체계 확립이 반드시 필요하다. 본 연구는 수출용 절화 백합의 경쟁력 강화를 위해 양, 수분 공급 조절 등을 통해 줄기 정도, 화뢰 크기 등을 향상시키는 재배 기술을 개발하고자 수행하였다.

## 2 재료 및 방법

### 〈제1협동과제: 연중 나리 고품질 절화 생산을 위한 양, 수분 관리 기술 연구〉

#### (시험 1) 동계 재배 기간에 따른 상토 및 식물체 양분 흡수 패턴 분석(2018)

본 연구는 강원도농업기술원 화훼 온실에서 2018년 2월 21일에 수행하였다. 나리 구근 상자(60×40×20cm)에 코코피트와 피트모스를 4:1로 혼합한 상토 36리터를 채우고 제염을 위해 3회 세척하였으며 상자 당 오리엔탈 트럼펫 나리 ‘Zambesi’ 품종의 개화구를 8구씩 정식하였다. 구는 정식 전에 12℃에서 26일간 싹틔우기를 실시하였다. 상자 당 점적 10cm 간격의 점적호스를 가로로 3줄 설치하여 양액을 공급하였다. 나리 원시액에 질산칼륨만 150% 증가한 양액을 관비로 공급하였으며 상토량이 많아 배액되는 양은 없었다. 배지 내 함수율은 로드셀을 활용하여 정식 후 24시간 후 측정된 나리 상자 무게의 70~95% 범위 내에서 관리하였다. 토양 분석은 pH meter, EC meter와 이온크로마토그래피를 이용하여 pH, EC, 양이온 5종, 음이온 5종을 분석하였다. 식물체 생육 특성은 정식 후 3, 6, 9주에 초장, 엽수, 생체중 등을 조사하였다.

#### (시험 2) 하계 재배 기간에 따른 상토 및 식물체 양분 흡수 패턴 분석(2018)

하계 재배는 2018년 7월 25일에 수행하였으며 재료 및 방법은 시험 1의 동계재배와 동일하였다.

#### (시험 3) 동계 나리 절화재배를 위한 질소질 양분 공급 조절 시기 구명(2019)

본 연구는 강원도농업기술원 화훼 온실에서 2019년 4월 2일에 수행하였다. 재료는 시험1과 동일하였으며 배지는 코코피트를 단용으로 사용하였다. 배지 내 함수율은 로드셀을 활용하여 정식 후 24시간 후 측정된 나리 상자 무게의 65~85% 범위 내에서 관리하였다. 질소질 양분 공급 조절을 위해 무처리는 생육 초기부터 수확 시까지 강원도원 변형 나리양액으로 재배하였고 시험 처리구는 화퇴 형성 전까지는 강원도원 변형 나리 양액을 화퇴 형성 후에는 질소질 양분을 40% 감소한 양액을 공급하였다. 또한 질소질 양분 감소 처리 시기를 화퇴출현 0주, 2주로 달리하여 초장, 엽수, 경경, 생체중, 화폭, 절화각 등 생육 및 절화 특성과 상토 내  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  등 이온 함량을 조사하였다.

표 1. 나리 양액 조성표

양액탱크	비료종류	화퇴형성 전 비료량(g/ton)	화퇴형성 후 비료량(g/ton)
A	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	287	142
	$\text{KNO}_3$	258	258
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	90.1	-
	Fe-EDTA	20	20
	$\text{CaCl}_2$		69.0

양액탱크	비료종류	화퇴형성 전 비료량(g/ton)	화퇴형성 후 비료량(g/ton)
B	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	32.3	32.3
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	171.7	171.7
	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub>	1,000	-
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2.0	2.0
	MnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	2.0	2.0
	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.22	0.22
	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0.05	0.05
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.02	0.02

(시험 4) 하계 나리 절화재배를 위한 질소질 양분 공급 조절 시기 구명(2019)

하계 재배는 2019년 6월 10일에 수행하였으며 재료 및 방법은 시험 3의 동계 재배와 동일하였다.

(시험 5) 동계 나리 절화재배를 위한 양, 수분 복합 처리 효과 구명(2020)

본 연구는 강원도농업기술원 화훼 온실에서 2020년 2월 20일에 수행하였다. 함수율 처리를 위해 관수 후 24시간 후 로드셀 위에 올려 나리상자의 무게를 측정하였다. 단순 수분 처리구는 측정 무게의 60~70%, 70~80%, 80~90% 범위 내에서 양액 공급량을 조절하였으며 복합 수분 처리구는 화퇴형성 이후 10% 공급량을 증가시켜 60~70%→70~80%, 70~80%→80~90%로 관리하였다. 구는 정식 전에 12°C에서 14일간 싹틔우기를 실시하였으며 이 외 재료 및 방법은 시험 3과 동일하였다. 정식 후 4주, 6주, 8주, 10주에 처리구별 초장, 엽수, 경경, 생체중 등의 생육 특성을 조사하였으며 꽃잎 너비, 꽃잎 길이, 화폭 등 절화 특성은 수확일에 조사하였다. 또한 상토 내 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 등 이온 함량은 이온크로마토그래피를 이용하여 분석하였다.

(시험 6) 하계 나리 절화재배를 위한 양, 수분 복합 처리 효과 구명(2020)

하계 재배는 2020년 8월 5일에 수행하였으며 재료 및 방법은 시험 5의 동계 재배와 동일하였다.

### 3 결과 및 고찰

〈제1협동과제: 연중 나리 고품질 절화 생산을 위한 양, 수분 관리 기술 연구〉

(시험 1) 동계 재배 기간에 따른 상토 및 식물체 양분 흡수 패턴 분석(2018)

가. 정식 전 구근 특성 조사

정식 전 구근은 12°C에서 26일간 발근처리를 수행하였으며 발근 처리 후 구중(표 2)은 79.7±14.9g에서 93.8±18.1g으로 생체중이 18% 증가하였다.

표 2. '잠베시' 품종의 정식 전 구근 특성 조사

발근 처리	조사일	구중(g)	장구경(cm)	단구경(cm)	구고(cm)	구주(cm)
전	2. 22.	79.7±14.9	6.3±0.5	5.2±0.4	4.8±0.6	18.0±1.2
후	3. 19.	93.8±18.1	6.3±0.6	5.7±0.5	4.5±0.4	18.9±1.6

나. 재배기간에 따른 식물체 재배 특성 조사

동계 나리 절화 재배에 있어 초장의 변화(표 3)는 정식 후 3주에 초장이 42.1±8.5cm로 전체 초장의 37%, 6주에는 101.0±12.1cm로 절화 직전 전체 초장의 89%까지 성장하였다.

표 3. 동계재배 시 재배기간에 따른 초장의 변화

초장 (cm)					
3주	(백분율)	6주	(백분율)	9주	(백분율)
42.1±8.5	(37)	101.0±12.1	(89)	114.0±7.9	(100)

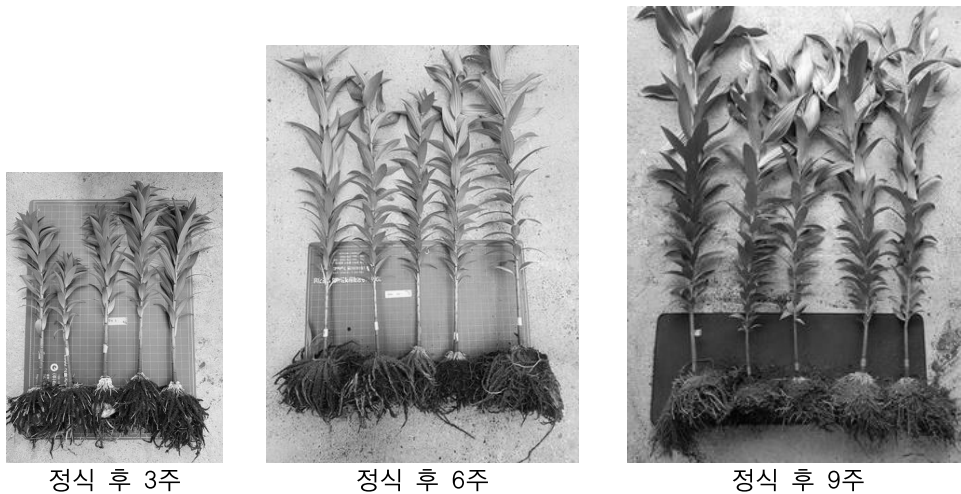


그림 1. 동계재배 시 재배기간에 따른 초장의 변화

나리의 각 부위별 생육 상황을 확인하기 위해 나리 작물 특성에 따라 지상부, 줄기 뿌리, 구근 3부분으로 나누어 각각 조사하였다. 재배기간에 따른 총 식물체의 생체중 변화(표 4)는 3주 후에 36%, 6주 후에 74% 증가하여 초장과 유사한 경향이었으며 특히 건조중의 변화는 3주 후에 37%, 6주 후에 83% 증가하여 초장의 변화와 거의 일치하는 경향을 보였다. 구근(구근 뿌리 포함)은 정식 후부터 절화할 때까지 생체중과 건조중 모두 지속적으로 감소하여 구근에 있는 영양분이 줄기 뿌리와 지상부 생육을 위해 소모되는 것을 확인하였다. 특히 농업인들이 상근이라고 부르는 줄기 뿌리의 생장이 두드러져 지상부 전체 성장량보다 월등히 많은 것을 확인하였다. 줄기뿌리는 생체중으로 정식 6주에 전체 생체중의 54%를 차지하였고 건조중은 70%까지 차지하여 줄기뿌리의 생장이 매우 중요하다는 사실을 확인하였다. 정식 6주까지 줄기뿌리의 건조중은 절화 시점의 86%까지 성장하여 대부분의 생장이

이루어졌고 6주 이후에는 지상부 생장이 활발히 이루어지는 것을 확인하였다.

표 4. 동계재배 시 재배기간에 따른 생체중의 변화

구분	생체중 (g)							
	0주	(백분율)	3주	(백분율)	6주	(백분율)	9주	(백분율)
지상부	-	100	32.5±10.6	21	94.7±19.7	30	147.5±26.4	34
줄기뿌리	-	0	53.6±30.1	35	171.0±55.3	54	232.8±103.3	54
구근	93.8±18.1	0	69.2±11.7	45	51.5±9.7	16	47.8±9.8	11
총계	93.8±18.1	100	155.3±39.8	100	317.2±65.6	100	428.1±128.5	100

표 5. 동계재배 시 재배기간에 따른 건물중의 변화

구분	건물중 (g)							
	0주	(백분율)	3주	(백분율)	6주	(백분율)	9주	(백분율)
지상부	-	0	3.8±1.3	14	11.3±3.5	18	19.1±4.8	26
줄기뿌리	-	0	9.7±6.1	36	43.3±16.3	70	50.1±25.7	67
구근	16.4±3.2	100	13.7±3.3	50	7.2±1.7	12	5.2±0.9	7
총계	16.4±3.2	100	27.2±6.0	100	61.8±16.7	100	74.4±27.4	100

생육 9주의 엽의 생체중(표 6)을 살펴보면 상위엽은 1.41±0.7, 중위엽은 0.55±0.2로 나타나 상위엽 대비 중위엽의 생체중 비율은 39%였으며 엽장(표 7)은 상위엽은 16.0±3.1, 중위엽은 10.1±2.0으로 상위엽 대비 63% 비율이었다. 상위엽 대비 중위엽의 생육이 낮아 전체적인 양분 부족으로 예상되었다.

표 6. 동계재배 시 재배기간에 따른 엽의 생체중 및 엽록소의 변화

구분	엽 생체중 (g)				엽록소 (SPAD)
	6주	(백분율)	9주	(백분율)	6주
하 위	0.29±0.1	(25)	0.28±0.1	(20)	38.2±6.3
중 위	0.59±0.2	(51)	0.55±0.2	(39)	41.5±5.1
상 위	1.16±0.3	(100)	1.41±0.7	(100)	44.4±5.7

표 7. 동계재배 시 재배기간에 따른 엽장 및 엽폭의 변화

구분	엽장 (cm)				엽폭 (cm)			
	6주	(백분율)	9주	(백분율)	6주	(백분율)	9주	(백분율)
하 위	5.8±0.6	(49)	5.4±1.1	(34)	1.6±0.2	(48)	1.7±0.3	(36)
중 위	7.9±1.0	(66)	10.1±2.0	(63)	2.3±0.3	(66)	2.9±0.5	(63)
상 위	12.0±1.6	(100)	16.0±3.1	(100)	3.41±0.6	(100)	4.6±0.7	(100)

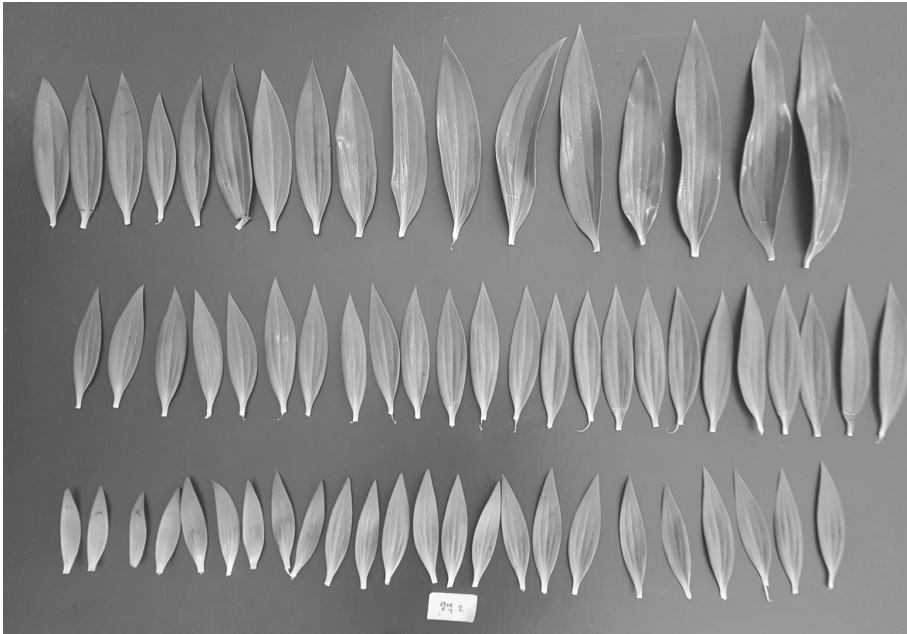


그림 2. 동계재배 시 생육 9주의 전체 엽의 생육 상태

#### 나. 재배기간에 따른 상토 내 양분 함량 분석

pH(표 8)는 재배 기간에 따른 큰 변화를 보이지 않았으며 EC는 생육 3주에는  $1.1 \pm 0.1 \text{dS/m}$  였고 생육 9주에는  $1.8 \pm 0.3 \text{dS/m}$ 로 나타나 기간이 경과함에 따라 높아지는 경향을 보였다.

표 8. 동계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 pH, EC의 변화

pH			EC (dS/m)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
$6.0 \pm 0.04$	$5.9 \pm 0.08$	$6.2 \pm 0.11$	$1.1 \pm 0.1$	$1.1 \pm 0.1$	$1.8 \pm 0.3$

재배기간에 따른 상토 내 양분 함량 분석을 통해 생육 상황에 따른 적정 양분 조절기술을 개발하고자 수행한 결과 동계 나리 절화재배에서 질소질 양분량이 절대적으로 부족한 것을 확인할 수 있었다. 재배 3주 후 조사에서 상토 내 질산(표 9)은  $15.2 \pm 3.9 \text{mg/L}$ 로 거의 고갈 상태였으며 6주, 9주에도 각각  $7.1 \pm 4.8$ ,  $28.1 \pm 9.4 \text{mg/L}$ 로 확인되었다. 2년차 시험에서는 질소질 양분 공급량을 대폭 증가해서 시험을 수행해야 할 것으로 판단되었다.

표 9. 동계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 질소질 이온 함량의 변화

$\text{NO}_3^-$ (ppm)			$\text{NH}_4^+$ (ppm)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
$15.2 \pm 3.9$	$7.1 \pm 4.8$	$28.1 \pm 9.4$	$0.22 \pm 0.07$	$0.47 \pm 0.08$	$0.24 \pm 0.05$

인산(표 10)은 3주에  $19.59 \pm 2.39 \text{mg/L}$ 이었으며 6주에는  $20.50 \pm 3.23$ , 9주에는  $19.65 \pm 6.06$ 으로 나타나 전체 생육기간 동안 일정하게 유지되어 일정하게 흡수되는 것으로 보였다. 칼륨 이온은 3주에는  $21.52 \pm 2.43 \text{mg/L}$ , 6주  $15.42 \pm 1.90 \text{mg/L}$ , 9주에는  $35.64 \pm 6.26 \text{mg/L}$ 으로 분석되어 3주에서 6주까지는 감소하다 6주에서 9주까지는 증가하는 추세를 나타냈다. 생육초기보다 생육 중반기 이후에는 흡수량이 줄어드는 것으로 판단된다.

표 10. 동계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 인산 및 칼륨 이온 함량 변화

PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (ppm)			K <sup>+</sup> (ppm)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
$19.59 \pm 2.39$	$20.50 \pm 3.23$	$19.65 \pm 6.06$	$21.52 \pm 2.43$	$15.42 \pm 1.90$	$35.64 \pm 6.26$

마그네슘(표 11)은 3주에는  $3.62 \pm 0.67 \text{mg/L}$ , 6주에는  $3.77 \pm 0.67$ , 9주에는  $5.79 \pm 1.79$ 로 분석되었으며 6주 이후로 이온함량이 증가되는 것으로 보아 동계재배 시 6주 이후에는 흡수량이 줄어드는 것으로 생각되었다. 칼슘, 황산, 염소 이온의 상토 내 함량은 재배 기간이 지날수록 증가하는 것으로 나타나 공급량보다 흡수량이 적은 것으로 보였다.

표 11. 동계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 칼슘 및 마그네슘 이온 함량 변화

Ca <sup>2+</sup> (ppm)			Mg <sup>2+</sup> (ppm)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
$16.19 \pm 2.32$	$19.30 \pm 4.97$	$27.62 \pm 7.49$	$3.62 \pm 0.67$	$3.77 \pm 0.67$	$5.79 \pm 1.79$

표 12. 동계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 황 및 염소이온의 함량 변화

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)			Cl <sup>-</sup> (ppm)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
$21.53 \pm 3.37$	$36.25 \pm 4.81$	$43.58 \pm 5.69$	$31.12 \pm 4.06$	$33.08 \pm 1.92$	$40.99 \pm 15.31$

## (시험 2) 하계 재배 기간에 따른 상토 및 식물체 양분 흡수 패턴 분석(2018)

### 가. 정식 전 구근 특성 조사

구근 정식 전 구근(표 13)은 12℃에서 14일간 발근처리를 수행하였으며 발근 처리 후 구중은  $81.4 \pm 16.4 \text{g}$ 에서  $94.8 \pm 13.9 \text{g}$ 으로 생체중이 16% 증가하였다.

표 13. '잠베시' 품종의 정식 전 구근 특성 조사

발근 처리	조사일	구중(g)	장구경(cm)	단구경(cm)	구고(cm)	구주(cm)
전	6.19	$81.4 \pm 16.4$	$6.2 \pm 0.5$	$5.4 \pm 0.5$	$4.5 \pm 0.4$	$18.2 \pm 1.4$
후	7.2	$94.8 \pm 13.9$	$6.2 \pm 0.4$	$5.5 \pm 0.4$	$4.3 \pm 0.4$	$18.4 \pm 1.1$

### 나. 재배기간에 따른 식물체 재배 특성 조사

하계 나리 절화 재배에 있어 초장(표 14)의 변화는 정식 후 3주에 초장이 52.1±5.7cm로 전체 초장 대비 65%, 6주에는 70.2±5.8cm로 절화 직전 전체 초장의 88%까지 성장하였다.

표 14. 하계재배 시 재배기간에 따른 초장의 변화

초장 (cm)					
3주	(백분율)	6주	(백분율)	9주	(백분율)
52.1±5.7	(65)	70.2±5.8	(88)	80.0±4.4	(100)

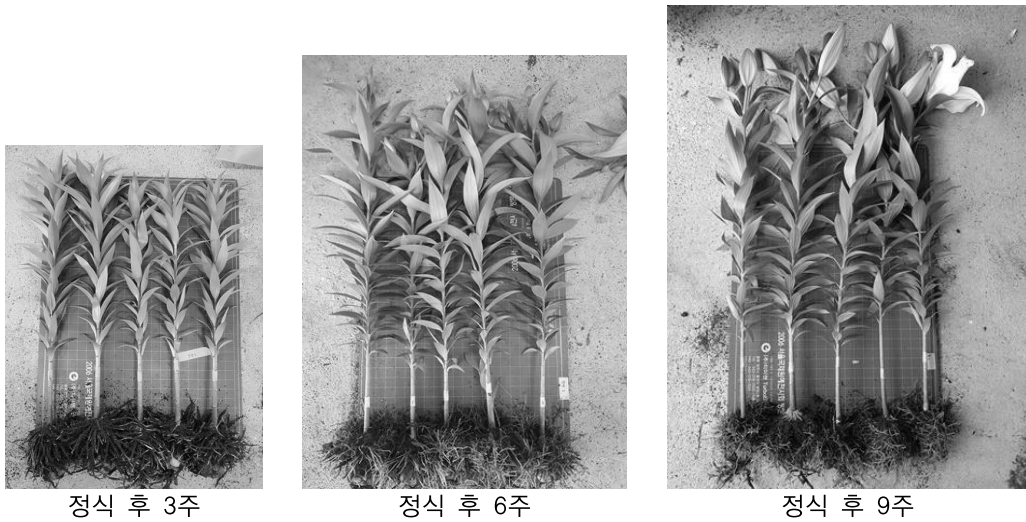


그림 2. 동계재배 시 재배기간에 따른 초장의 변화

나리의 각 부위별 생육 상황을 확인하기 위해 나리 작물 특성에 따라 지상부, 줄기 뿌리, 구근 3부분으로 나누어 각각 조사하였다. 재배기간에 따른 총 식물체의 생체중의 변화(표 15)는 3주 후에 78%, 6주 후에 79%로 증가하여 재배 3주 동안에 대부분이 생장이 이루어졌으며 특히 건조중(표 16)의 변화는 3주 후에 98%로 대부분의 생장이 이루어지는 것을 확인하였다. 구근(구근 뿌리 포함)은 정식 후부터 절화할 때까지 생체중과 건조중 모두 지속적으로 감소하여 구근에 있는 영양분이 줄기 뿌리와 지상부 생육을 위해 소모되는 것을 확인하였다. 주목할 점은 줄기 뿌리의 생장은 재배 3주까지 대부분 이루어 졌으며 지상부 생육은 3주 이후에도 지속적으로 증가하는 것을 확인하였다. 줄기뿌리의 생체중(표 15)의 경우 동계재배 시 9주에 232.8g인 반면 하계재배 시에는 57.7g으로 나타나 생육의 큰 차이를 보였다. 이는 나리의 생육 적온은 주간 20~25℃로 알려져 있는데 하계 재배 시에는 고온으로 인한 토양 온도 상승으로 상근 생육 발달이 저하된 것으로 판단된다. 동계 재배 시험에서는 정식 후 6주까지 양적 성장이 이루어진 반면 하계 시험에서는 고온기로 인해 정식 초기에 보다 급격하게 이루어졌는데 이러한 경향은 올해 기록적인 여름 더위로 보다 강화된 것으로 생각되었다. 하계 재배 시 고온기로 인해 초기 재배 관리와 생장이 중요할 것으로 보여지며 향후 시험에서는 초기 재배 관리와 생육 분석이 이루어져야 할 것으로 생각되었다.

표 15. 하계재배 시 재배기간에 따른 생체중의 변화

구분	생체중 (g)							
	0주	(백분율)	3주	(백분율)	6주	(백분율)	9주	(백분율)
지상부	-	100	43.9±9.0	26	74.5±15.1	43	125.3±23.7	58
줄기뿌리	-	0	56.4±17.9	33	50.3±17.0	29	57.7±21.0	27
구근	94.8±13.9	0	70.0±12.7	41	47.5±8.2	28	34.6±7.6	16
총계	94.8±13.9	100	170.3±32.0	100	172.3±36.3	100	217.6±44.2	100

표 16. 하계재배 시 재배기간에 따른 건물중의 변화

구분	건물중 (g)							
	0주	(백분율)	3주	(백분율)	6주	(백분율)	9주	(백분율)
지상부	-	0	5.6±1.1	18	8.2±1.9	28	13.2±3.1	43
줄기뿌리	-	0	12.4±5.4	41	14.1±6.2	49	13.1±4.8	42
구근	16.8±2.5	100	12.4±3.0	41	6.5±1.4	23	4.6±1.4	15
총계	16.8±2.5	100	30.4±7.2	100	28.8±8.4	100	30.9±8.1	100

#### 나. 재배기간에 따른 상토 내 양분 함량 분석

pH(표 17)는 재배 기간에 따른 큰 변화를 보이지 않았으며 EC는 생육 3주에는 1.4±0.2dS/m 였고 생육 6주에는 1.4±0.4dS/m, 생육 9주에는 1.4±0.1dS/m로 나타나 1.4 내외로 일정하게 분석되었다.

표 17. 하계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 pH, EC의 변화

pH			EC (dS/m)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
6.09±0.34	5.91±0.07	5.86±0.10	1.4±0.2	1.4±0.4	1.4±0.1

재배 3주에 질소질 이온 함량(표 18)을 조사한 결과 상토 내 질산이 검출되지 않았으며 6, 9주에는 각각 4.66±2.02, 3.10±1.88mg/L로 확인되었다. 또한 질산암모늄 이온은 전체 생육 기간 동안 검출되지 않아 질소질 양분량이 절대적으로 부족한 것으로 확인하였다.

동계 재배 시 질산의 함량(표 18)은 생육 3주에 15.2±3.9mg/L이었으며 6주, 9주에 각각 7.1±4.8, 28.1±9.4mg/L로 확인된 반면 하계 재배에서는 불검출, 4.66±2.02, 3.10±1.88mg/L로 분석되어 동계 재배 보다 하계재배 시 질소질 양분의 흡수가 더욱 왕성한 것으로 생각되었다.

표 18. 하계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 질소질 이온 함량의 변화

NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ppm)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
ND	4.66±2.02	3.10±1.88	ND	ND	ND

인산의 함량(표 19)은 생육 3주에  $21.84 \pm 3.02 \text{mg/L}$ 이었으며 6주에는  $10.35 \pm 3.66 \text{mg/L}$ , 9주에는  $8.04 \pm 1.21 \text{mg/L}$ 로 나타나 생육 기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 칼륨 이온의 농도도 동일한 경향을 나타냈다.

표 19. 하계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 인산 및 칼륨 이온 함량 변화

PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (ppm)			K <sup>+</sup> (ppm)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
21.84±3.02	10.35±3.66	8.04±1.21	28.55±2.82	21.93±6.00	16.00±4.47

마그네슘(표 20)은 생육 3주에는  $4.92 \pm 1.01 \text{mg/L}$ , 6주에는  $6.41 \pm 1.72$ , 9주에는  $5.71 \pm 0.68$ 로 나타났으며 염소 이온은 3주, 6주, 9주에 각각  $43.66 \pm 6.34$ ,  $23.34 \pm 9.45$ ,  $19.49 \pm 4.55$  나타나 지속적으로 감소하였다. 하계재배 시에는 동계와 달리 인산, 칼륨, 황산, 염소의 함량(표 21)이 감소하는 경향을 보였는데 이는 여름철 고온으로 인해 작물의 생장이 단기간에 이루어진 영향인 것으로 판단된다.

표 20. 하계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 칼슘 및 마그네슘 이온 함량 변화

Ca <sup>2+</sup> (ppm)			Mg <sup>2+</sup> (ppm)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
21.03±3.21	22.89±9.06	20.39±2.63	4.92±1.01	6.41±1.72	5.71±0.68

표 21. 하계재배 시 재배 기간에 따른 상토 내 황 및 염소이온의 함량 변화

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)			Cl <sup>-</sup> (ppm)		
3주	6주	9주	3주	6주	9주
29.10±5.24	20.29±6.41	25.18±4.43	43.66±6.34	23.34±9.45	19.49±4.55

### (시험 3) 동계 나리 절화재배를 위한 질소질 양분 공급 조절 시기 구명(2019)

수출용 절화 나리의 품질을 결정하는 중요한 요소인 절화각(줄기휨정도)을 높이기 위해 화퇴형성 후 양액 내 질소질 양분을 40% 감소시켜 공급하였으며 감소 처리의 적정 시기를 구명하고자 화퇴형성을 기준으로 0주, 2주로 시험을 수행하였다. 초기 양액은 작년 시험 결과 초기 재배 기간 중에 질소질 양분 함량이 부족하여 올해는 강원도원변형 나리표준액에 중성비료인 요소를 1,000배액을 증가하여 제조하였다. 화퇴형성 후 질소질 양분을 줄인 양액은 강원도원변형 나리표준액에서 질산칼슘을 50% 줄이고 부족한 칼슘은 염화칼슘으로 보충하여 제조하였다.

### 가. 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 상토 내 이온 변화

재배기간 중 pH의 변화(표 22)는 질소질 함량이 많은 양액을 공급한 처리구에서 pH가 좀 더 낮아지는 경향이 있었으나 큰 차이는 없었다.

표 22. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 pH 변화

처리	pH				
	0주	3주	5주	7주	9주
무처리	6.4±0.1	6.7±0.1	6.5±0.1	5.9±0.0	5.8±0.0
화퇴 출현 0주	6.4±0.1	6.7±0.1	6.5±0.1	6.3±0.1	5.9±0.0
화퇴 출현 2주	6.4±0.1	6.7±0.1	6.5±0.1	5.9±0.0	5.8±0.1

동계재배 시 질소질 양분 공급 감소 처리에 따른 EC 변화(표 23)를 분석한 결과 정식 3주부터 생육 초기의 EC는 낮았으며 화퇴가 출현된 5주 이후부터는 EC가 증가하였다. 특히 질소 공급을 줄이지 않은 무처리의 경우는 생육후기에는 EC 4.6dS/m로 높았다. EC로 판단할 경우 초기 양분 공급량을 늘리고 후기에는 줄여야 하는 것으로 분석되었다.

표 23. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 EC 변화

처리	EC(dS/m)				
	0주	3주	5주	7주	9주
무처리	2.8±0.0	0.9±0.1	0.4±0.0	3.1±0.5	4.6±0.4
화퇴 출현 0주	2.8±0.0	0.9±0.1	0.4±0.0	1.1±0.2	2.5±0.1
화퇴 출현 2주	2.8±0.0	0.9±0.1	0.4±0.0	3.1±0.5	3.2±0.6

질소질 양분의 공급 조절은 고품질 절화 재배에 매우 중요한 요인으로 영양생장 단계인 생육 초기에는 공급량을 늘리고 화아 분아 후 생식생장 단계에는 줄이는 것이 좋은 것으로 알려져 있다. 본 시험에서는 작년 초기 재배 기간 중 질소질 양분의 결핍이 있어 강원도원 변형 나리표준액보다 질소질 함량을 높게 공급하였으며 화아 분화가 진행되어 화퇴가 출현하는 시기(동계 5주)를 기준으로 질소질 양분 공급 감소 처리를 하였다. 재배 상토 내 수용성 질산 이온 농도(표 24)를 분석한 결과 초기 질소질 함량을 늘려 공급하여도 생육 초기 질산 함량이 매우 낮게 분석되어 나리 절화 재배에서 초기 질소 양분 요구도가 매우 높은 것을 알 수 있었다.

표 24. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 함량 변화

처리	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)				
	0주	3주	5주	7주	9주
무처리	15.2±4.1	16.1±1.2	39.3±4.3	235.6±55.7	333.3±39.3
화퇴 출현 0주	15.2±4.1	16.1±1.2	39.3±4.3	78.9±29.6	126.7±39.3
화퇴 출현 2주	15.2±4.1	16.1±1.2	39.3±4.3	235.6±55.7	193.7±44.6

인산(표 25)의 경우 동계 시험재배에서 전체 생육기간 동안 상토 내 인산 함량이 매우 낮게 분석되어 나리의 경우 생육 중에 많은 인산 요구도가 있을 것으로 생각되었다.

표 25. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내  $PO_4^{3-}$  함량 변화

처 리	$PO_4^{3-}$ (ppm)				
	0주	3주	5주	7주	9주
무처리	49.4±7.0	0.5±0.2	2.0±0.4	8.0±0.9	7.0±1.3
화퇴 출현 0주	49.4±7.0	0.5±0.2	2.0±0.4	0.8±0.4	1.3±0.2
화퇴 출현 2주	49.4±7.0	0.5±0.2	2.0±0.4	8.0±0.9	3.9±2.3

버퍼 처리된 시판 코코피트에서 높은 농도의 칼륨(표 26) 함량이 분석되어 버퍼 처리에 칼륨이온이 활용된 것으로 판단되었다. 초기 상토 내 고 함량으로 있던 칼륨 이온은 생육 초기에 식물체에 흡수되어 3주 이후에는 낮은 농도로 유지되었다.

표 26. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내  $K^+$  함량 변화

처리	$K^+$ (ppm)				
	0주	3주	5주	7주	9주
무처리	624.8±9.5	15.7±2.0	24.2±0.9	59.8±10.0	69.5±7.4
화퇴 출현 0주	624.8±9.5	15.7±2.0	24.2±0.9	15.0±3.5	24.4±1.4
화퇴 출현 2주	624.8±9.5	15.7±2.0	24.2±0.9	59.8±10.0	34.9±12.1

일반적인 칼슘(표 27) 이온의 적정 공급 범위는 약 50~80mg/L로 알려져 있으나 본 시험의 경우 전체 적으로 상토 내 수용성 칼슘 이온의 함량이 낮게 분석되었다. 재배 후기의 경우 상토 내 수용성 칼슘 이온이 증가하는 것으로 분석되어 나리 재배 후기에는 칼슘의 식물체 흡수가 감소하는 것을 확인하였다.

표 27. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내  $Ca^{2+}$  함량 변화

처리	$Ca^{2+}$ (ppm)				
	0주	3주	5주	7주	9주
무처리	4.8±0.8	6.8±0.4	21.2±2.4	59.9±8.1	88.8±7.7
화퇴 출현 0주	4.8±0.8	6.8±0.4	21.2±2.4	14.5±5.3	42.6±2.1
화퇴 출현 2주	4.8±0.8	6.8±0.4	21.2±2.4	59.9±8.1	65.9±6.6

마그네슘 이온(표 28)은 동계 재배 시험 기간 동안 1.8~21.7mg/L 범위에서 꾸준히 유지되어 나리 식물체에서도 전 생육 기간 동안 일정하게 흡수되는 것으로 생각되었다.

표 28. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내  $Mg^{2+}$  함량 변화

처 리	$Mg^{2+}$ (ppm)				
	0주	3주	5주	7주	9주
무처리	5.6±0.6	1.8±0.1	5.5±0.6	13.5±0.8	21.7±2.5

처 리	Mg <sup>2+</sup> (ppm)				
	0주	3주	5주	7주	9주
화퇴 출현 0주	5.6±0.6	1.8±0.1	5.5±0.6	3.6±1.1	10.3±0.6
화퇴 출현 2주	5.6±0.6	1.8±0.1	5.5±0.6	13.5±0.8	14.5±2.0

산성화를 촉진시키는 황산 이온(표 29)의 경우 동계 재배 시험에서 무처리의 시험구에서 후기 농도가 증가하였다. 생육 후기 공급 축소가 필요하였다.

표 29. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 함량 변화

처 리	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)				
	0주	3주	5주	7주	9주
무처리	17.0±3.7	4.4±0.5	11.2±1.3	39.7±3.6	69.2±8.1
화퇴 출현 0주	17.0±3.7	4.4±0.5	11.2±1.3	7.0±2.0	24.0±1.5
화퇴 출현 2주	17.0±3.7	4.4±0.5	11.2±1.3	39.7±3.6	37.8±4.2

염소 이온(표 30)의 경우 코코피트의 고염류성의 주된 원인으로 많은 종류의 코코피트 상토에서 높은 농도의 염소 이온이 분석되었으나 나리 재배 초기 흡수되어 약 40~80mg/L의 함량으로 유지되어 나리 식물체가 염류에는 강한 것으로 판단되었다. 네덜란드의 경우에도 나리 절화 재배에 코코피트 상토를 많이 사용하고 있으며 나리 절화재배에는 코코피트 상토의 염소 이온이 큰 문제가 없을 것으로 판단되었다.

표 30. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 Cl<sup>-</sup> 함량 변화

처 리	Cl <sup>-</sup> (ppm)				
	0주	3주	5주	7주	9주
무처리	682.4±7.5	38.6±3.3	80.6±3.1	29.2±4.5	56.0±5.8
화퇴 출현 0주	682.4±7.5	38.6±3.3	80.6±3.1	34.1±10.0	43.7±11.4
화퇴 출현 2주	682.4±7.5	38.6±3.3	80.6±3.1	29.2±4.5	63.8±15.8

#### 나. 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 식물체 특성 변화

동계 재배 시 초장(표 31)은 처리 간 차이를 나타내지 않았으며 화퇴 출현 후 질소질 양분 공급 축소가 초장의 생육발달에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

표 31. 동계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 초장 변화

처 리	초장 (cm) / 비율 (%)				
	3주	5주	7주	9주	초장지수
무처리	23.4±5.0	58.7±7.6	92.4±8.3	103.7±11.6	100
	22.6%	56.6%	89.1%	100%	

처 리	초장 (cm) / 비율 (%)				초장지수
	3주	5주	7주	9주	
화퇴 출현 0주	23.4±5.0	58.7±7.6	90.6±7.2	102.1±10.5	98.5
	22.9%	57.5%	88.7%	100%	
화퇴 출현후 2주	23.4±5.0	58.7±7.6	92.4±8.3	103.6±9.4	99.9
	22.6%	56.7%	89.2%	100%	

표 32. 동계 재배 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 식물체 무게 변화

처리	부위	생체중 (g)				비율(%)
		3주	5주	7주	9주	
무처리	지상부	24.6±6.8	62.6±13.4	92.4±20.7	89.9±12.2	29.1
	줄기뿌리	15.6±8.0	40.2±14.1	139.6±44.8	183.0±47.9	59.3
	구근	51.4±11.2	48.1±7.9	38.3±9.1	35.8±8.0	11.6
	총무게	123.1±37.7	150.9±31.4	270.3±61.4	308.7±77.2	100
화퇴 출현 0주	지상부	24.6±6.8	62.6±13.4	84.1±15.0	86.0±13.7	28.9
	줄기뿌리	15.6±8.0	40.2±14.1	147.0±44.6	171.2±30.5	57.5
	구근	51.4±11.2	48.1±7.9	42.1±11.1	40.7±7.9	13.7
	총무게	123.1±37.7	150.9±31.4	273.2±62.8	297.9±48.8	100
화퇴 출현 2주	지상부	24.6±6.8	62.6±13.4	92.4±20.7	84.9±12.5	29.7
	줄기뿌리	15.6±8.0	40.2±14.1	139.6±44.8	166.4±69.2	58.2
	구근	51.4±11.2	48.1±7.9	38.3±9.1	34.5±6.6	12.1
	총무게	123.1±37.7	150.9±31.4	270.3±61.4	285.8±59.1	100

#### (시험 4) 하계 나리 절화재배를 위한 질소질 양분 공급 조절 시기 구명(2019)

본 시험에서는 작년 초기 재배 기간 중 질소질 양분의 결핍이 있어 강원도원 변형 백합 표준액보다 질소질 함량을 높게 공급하였으며 화아 분화가 진행되어 화퇴가 출현하는 시기(하계 4주)를 기준으로 질소질 양분 공급 감소 처리를 하였다.

#### 가. 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 상토 내 이온 변화

재배기간 중 pH 변화(표 33)는 질소질 함량을 감소시키지 않은 무처리에서는 생육기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였으며 화퇴출현 후 질소질 함량을 감소시킨 처리에서는 4주 이후 pH의 큰 변화를 나타내지 않았다.

표 33. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 pH 변화

처 리	pH				
	0주	3주	4주	6주	8주
무처리	6.4±0.1	6.0±0.1	6.0±0.0	5.8±0.0	5.4±0.1

처 리	pH				
	0주	3주	4주	6주	8주
화퇴 출현 0주	6.4±0.1	6.0±0.1	6.0±0.0	5.8±0.0	6.0±0.1
화퇴 출현 2주	6.4±0.1	6.0±0.1	6.0±0.0	5.8±0.0	5.9±0.1

하계 재배의 경우도 경향은 동계 재배와 비슷하였으나 전체적인 생육 기간 동안 EC는 (표 34) 1.2dS/m 이상을 유지하였다. 고온기 재배 기간이 단축되고 양액 공급 횟수가 증가하였기 때문에 판단되었다. 질소 공급을 줄이지 않은 무처리의 경우는 동계 재배와 같이 생육후기 2.0dS/m 이상으로 공급 감소가 필요하였다.

표 34. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 EC 변화

처 리	EC (dS/m)				
	0주	3주	4주	6주	8주
무처리	2.8±0.0	1.2±0.1	1.5±0.1	1.4±0.1	2.1±0.3
화퇴 출현 0주	2.8±0.0	1.2±0.1	1.5±0.1	1.2±0.1	1.2±0.2
화퇴 출현 2주	2.8±0.0	1.2±0.1	1.5±0.1	1.4±0.1	1.4±0.1

동계 및 하계 재배 시험 모두에서 생육초기 상 토내 질산 함량(표 35)이 낮아 식물체에서 질산 흡수량이 매우 높은 것으로 판단되어 향후 시험에서는 본 시험보다 높은 함량의 질소질 양분 공급처리가 필요할 것으로 판단되었다. 동, 하계 재배시험 모두 질소 공급을 줄이지 않은 무처리에서 상토 내 후기 질소질 함량이 높아 절화 품질을 저하시키는 요인이었을 것으로 판단되었다.

표 35. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 함량 변화

처 리	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)				
	0주	3주	4주	6주	8주
무처리	15.2±4.1	33.7±14.4	76.7±5.2	93.5±7.9	152.1±22.8
화퇴 출현 0주	15.2±4.1	33.7±14.4	76.7±5.2	72.7±4.3	38.6±15.3
화퇴 출현 2주	15.2±4.1	33.7±14.4	76.7±5.2	93.5±7.9	74.6±9.7

하계 재배 시험에서는 상토내 수용성 인산(표 36)이 거의 검출되지 않았는데 하계 재배 시 고온에 의한 초기 왕성한 영양생장으로 인한 생육 촉진이 상토 내 수용성 인산의 고갈을 초래한 것으로 생각되었다.

표 36. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 함량 변화

처 리	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (ppm)				
	0주	3주	4주	6주	8주
무처리	49.4±7.0	N.D.	N.D.	N.D.	0.3±0.1

처 리	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (ppm)				
	0주	3주	4주	6주	8주
화퇴 출현 0주	49.4±7.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
화퇴 출현 2주	49.4±7.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

칼륨 이온(표 37)은 생육기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며 동계재배 시 0주의 이온 함량 624.8±9.5와 동일하게 나타나 배지 자체의 칼륨 이온의 함량이 높은 것으로 생각되었다.

표 37. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 K<sup>+</sup> 함량 변화

처 리	K <sup>+</sup> (ppm)				
	0주	3주	4주	6주	8주
무처리	624.8±9.5	20.9±2.2	20.8±1.6	18.9±1.6	16.8±2.1
화퇴 출현 0주	624.8±9.5	20.9±2.2	20.8±1.6	18.6±0.8	16.5±2.3
화퇴 출현 2주	624.8±9.5	20.9±2.2	20.8±1.6	18.9±1.6	15.5±1.9

칼슘이온의 함량(표 38)은 무처리에서 가장 높게 나타났으며 화퇴출현 0주에서 가장 낮게 나타나 화퇴출현 0주 처리에서 흡수가 가장 왕성한 것으로 보인다. 칼슘이온은 줄기의 경도를 향상시키는 것으로 알려져 있는데 생육조사 결과 0주 처리구에서 절화각이 가장 우수한 것으로 나타났다.

표 38. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 Ca<sup>2+</sup> 함량 변화

처 리	Ca <sup>2+</sup> (ppm)				
	0주	3주	4주	6주	8주
무처리	4.8±0.8	17.7±2.4	24.0±3.2	29.0±1.1	50.6±8.0
화퇴 출현 0주	4.8±0.8	17.7±2.4	24.0±3.2	23.0±0.6	22.3±3.3
화퇴 출현 2주	4.8±0.8	17.7±2.4	24.0±3.2	29.0±1.1	29.8±2.1

마그네슘의 함량(표 39)은 0주에서 3주까지는 감소하는 경향을 보였으며 그 이후로는 무처리, 화퇴 출현 2주 처리에는 증가하였고 화퇴출현 0주에서는 거의 변화를 보이지 않았다.

표 39. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내 Mg<sup>2+</sup> 함량 변화

처 리	Mg <sup>2+</sup> (ppm)				
	0주	3주	4주	6주	8주
무처리	5.6±0.6	3.9±0.6	5.2±0.5	6.8±0.3	10.8±1.1
화퇴 출현 0주	5.6±0.6	3.9±0.6	5.2±0.5	5.4±0.2	5.4±0.9
화퇴 출현 2주	5.6±0.6	3.9±0.6	5.2±0.5	6.8±0.3	7.0±0.5

표 40. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내  $\text{SO}_4^{2-}$  함량 변화

처 리	$\text{SO}_4^{2-}$ (ppm)				
	0주	3주	4주	6주	8주
무처리	17.0±3.7	1.1±0.6	4.0±0.6	3.9±0.2	6.3±1.5
화퇴 출현 0주	17.0±3.7	1.1±0.6	4.0±0.6	4.3±0.8	8.0±1.1
화퇴 출현 2주	17.0±3.7	1.1±0.6	4.0±0.6	3.9±0.2	6.2±0.9

표 41. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 재배 상토 내  $\text{Cl}^-$  함량 변화

처 리	$\text{Cl}^-$ (ppm)				
	0주	3주	4주	6주	8주
무처리	682.4±7.5	42.0±2.5	36.7±2.7	36.4±1.9	34.3±2.0
화퇴 출현 0주	682.4±7.5	42.0±2.5	36.7±2.7	34.4±0.7	35.4±2.1
화퇴 출현 2주	682.4±7.5	42.0±2.5	36.7±2.7	36.4±1.9	33.5±1.2

#### 나. 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 식물체 특성 변화

하계 오리엔탈 나리 절화 상자재배에서 화퇴 출현 직후 질소 양분을 40% 축소하여 공급한 처리는 질소 양분을 줄이지 않는 무처리구에 비해 초장(표 42)은 2.5% 증가한 84.8±5.9cm였다.

표 42. 하계재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 초장 변화

처리	초장 (cm) / 비율 (%)				
	3주	4주	6주	8주	초장지수
무처리	37.2±6.4	54.4±4.8	80.9±6.3	82.7±5.2	100
	45.0%	65.8%	97.8%	100%	
화퇴 출현 0주	37.2±6.4	54.4±4.8	82.2±6.7	84.8±5.9	103
	43.9%	64.2%	96.9%	100%	
화퇴 출현 후 2주	37.2±6.4	54.4±4.8	80.9±6.3	81.3±6.4	98
	45.8%	66.9%	99.5%	100%	

지상부 생체중(표 43)은 15.2% 증가한 124.4±19.2g 이었으며 줄기뿌리의 생체중은 18.9% 증가한 93.3±26.8g 이었으며 구근의 생체중은 7.2% 무거운 31.3±6.0g이었다. 경경(표 44)은 화퇴출현 0주에 질소질을 40% 감소한 처리구에서 8.6±1.0로 가장 크게 나타났으며 엽수, 꽃수는 처리구간 차이를 나타내지 않았다. 화퇴장(표 44)은 무처리구에서 8.6±1.7로 가장 작게 나타났으며 절화각은 화퇴출현 0주에 질소질 양분을 감소시킨 26.0±8.3로 가장 컸다. 나리 절화 품질에 가장 중요한 줄기 강도를 나타내는 절화각(표 44)은 67% 향상되어 여름 고품질 절화 재배를 위해서는 화퇴 출현 후에 질소질 양분을 줄여서 재배하는 것이 효과가 좋았다.

표 43. 하계 재배 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 식물체 무게 변화

처 리	부 위	생체중 (g)				비율(%)
		3주	4주	6주	8주	
무처리	지상부	32.4±9.2	46.1±9.2	91.7±15.1	108.0±16.6	50.1
	줄기뿌리	34.2±14.2	81.6±30.2	89.2±25.8	78.5±22.2	36.4
	구 근	57.8±9.7	50.5±10.7	39.8±7.3	29.2±9.6	13.5
	총무게	124.5±28.4	178.2±41.5	220.7±30.5	215.7±38.2	100
화퇴 출현 0주	지상부	32.4±9.2	46.1±9.2	94.5±16.1	124.4±19.2	49.9
	줄기뿌리	34.2±14.2	81.6±30.2	97.9±38.6	93.3±26.8	37.4
	구 근	57.8±9.7	50.5±10.7	42.1±8.4	31.3±6.0	12.6
	총무게	124.5±28.4	178.2±41.5	234.5±48.8	249.3±46.7	100
화퇴 출현 2주	지상부	32.4±9.2	46.1±9.2	91.7±15.1	115.9±18.8	51.2
	줄기뿌리	34.2±14.2	81.6±30.2	89.2±25.8	81.7±13.3	36.1
	구 근	57.8±9.7	50.5±10.7	39.8±7.3	28.9±4.8	12.8
	총무게	124.5±28.4	178.2±41.5	220.7±30.5	226.5±46.1	100

표 44. 하계 재배 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 절화 품질

처리	초장 (cm)	경경 (mm)	엽수 (장)	꽃수 (개)	화퇴장(cm)	절화각(°)
무처리	82.7±5.2	7.9±0.8	48.1±7.9	3.8±0.9	8.6±1.7	15.5±7.9
화퇴 출현 0주	84.8±5.9	8.6±1.0	49.0±8.5	3.8±1.2	9.5±1.5	26.0±8.3
화퇴 출현 2주	81.3±6.4	8.0±1.0	48.2±7.5	3.9±1.1	9.6±1.1	22.2±10.4

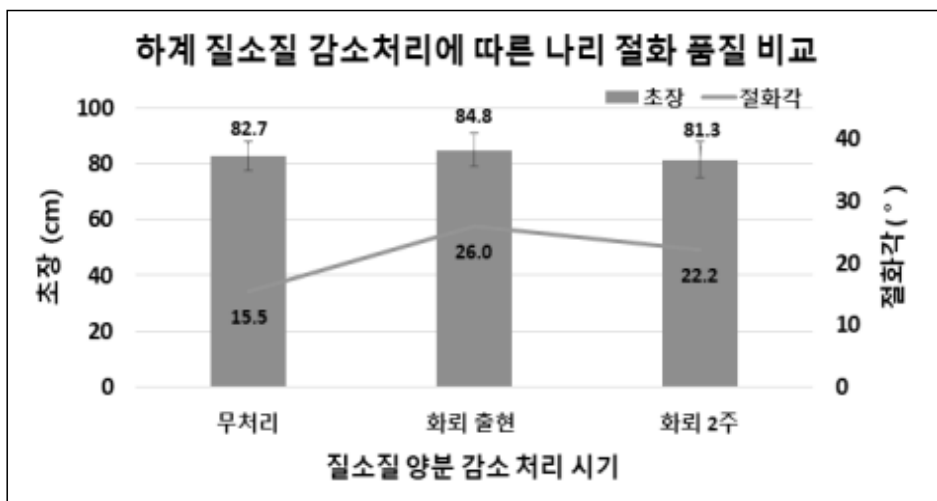


그림 3. 하계 재배 시 질소질 양분 감소 처리 시기에 따른 절화 품질 비교

(시험 5) 동계 나리 절화재배를 위한 양, 수분 복합 처리 효과 구명(2020)

동계 재배 시 함수율 처리에 따른 생육 특성(표 45)을 살펴보면 80~90% 처리에서 초장, 잎, 줄기, 꽃의 생체중 및 건물중 모두 가장 크게 나타났으며 함수율이 높을수록 생육이 촉진되었음을 확인하였다.

표 45. 동계 재배 시 '잠베시' 품종의 함수율 처리에 따른 생육 특성

처리 <sup>z</sup>	초장(cm)	지상부 생체중(g)		지상부 건물중(g)		경경(mm)
		잎, 줄기	꽃	잎, 줄기	꽃	
1	92.4±7.7	72.1±18.0	75.1±16.0	10.9±2.5	7.0±1.2	6.5±0.9
2	103.8±4.6	91.8±12.7	77.2±15.3	13.2±2.2	8.3±1.9	9.1±0.6
3	105.2±8.3	100.9±25.4	86.7±9.2	15.2±3.9	9.9±1.5	8.8±1.0
4	101.9±9.3	82.7±17.8	79.9±11.5	12.7±2.6	8.8±1.6	8.4±0.8
5	103.6±6.6	89.7±19.7	80.6±13.1	13.2±3.0	8.7±1.7	8.4±0.8

z 처리: 구근 정식 후 24시간 후 측정된 상자무게에 대한 비율

1 60~70%, 2 70~80%, 3 80~90%, 4 60~70%→70~80%, 5 70~80%→80~90%

화뢰장(표 46)의 경우 60~70% 처리는 103.0mm, 70~80% 처리는 116.9±8.2mm인 반면 화뢰형성 전 60~70%로 재배하다가 화뢰형성 후 70~80%로 양, 수분 공급을 늘린 처리에서는 134.7±3.1mm로 나타나 화뢰형성 후 양, 수분 공급을 늘려주는 것이 화뢰의 길이 생장에 긍정적 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

화뢰폭도 60~70% 처리는 26.9±4.7mm, 70~80%는 28.6±4.9인 반면 화뢰형성 전 60~70%로 재배하다가 화뢰형성 후 70~80%로 양, 수분 공급을 늘린 처리에서는 34.9±2.0로 나타나 생육초기부터 수확 시까지 동일한 함수율로 재배하는 것 대비 생육이 촉진됨을 알 수 있었다.

표 46. 동계 재배 시 '잠베시' 품종의 함수율 처리에 따른 절화 특성

처리 <sup>z</sup>	꽃수(개)	화뢰(mm)		꽃잎(cm)		소화경장(cm)	화폭(cm)
		장	폭	길이	너비		
1	4.9±0.8	103.0±18.7	26.9±4.7	14.7±0.9	6.8±0.6	9.0±0.7	19.7±1.5
2	5.5±0.5	116.9±8.2	28.6±4.9	15.3±0.8	6.0±1.0	10.5±0.8	19.2±2.2
3	5.6±0.7	139.4±3.4	34.1±1.6	14.0±0.6	7.2±0.4	10.8±0.7	20.3±2.2
4	5.1±1.0	134.7±3.1	34.9±2.0	13.9±0.3	6.9±0.3	10.5±0.7	19.0±1.7
5	5.4±0.7	120.3±10.4	34.5±6.4	13.3±0.4	7.1±0.4	10.8±1.0	19.7±0.8

초기 양액은 pH 5.8로 조정하여 공급하였으며 생육 3주까지는 상승하였으나 모든 처리에서 12주까지 6.5~6.8로 분석되었다. 오리엔탈 나리 재배 시 적정 pH는 5.5~6.5 정도로 알려져 있는데 동계 재배 시에는 적정 수준보다 높게 분석되었으며 하계 재배 시에는 낮게 나타났다.

표 47. 동계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 pH 변화

처 리	pH					
	0주	3주	6주	8주	10주	12주
1	5.8	6.8	6.7	6.3	6.3	6.5
2	5.8	6.8	6.8	6.4	6.4	6.6
3	5.8	6.7	6.6	6.3	6.4	6.5
4	5.8	6.6	6.6	6.3	6.4	6.5
5	5.8	6.6	6.5	6.5	6.4	6.7

상토 내 EC(표 48)는 0주 이후로 1.0dS/m 이하로 유지되었으며 하계 재배 시 2.0dS/m 대비 낮은 것으로 나타났다.

표 48. 동계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 EC 변화

처 리	EC (dS/m)					
	0주	3주	6주	8주	10주	12주
1	2.0	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6
2	2.0	0.4	0.3	0.5	0.7	0.7
3	2.0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8
4	2.0	0.5	0.4	0.6	0.6	0.8
5	2.0	0.6	0.5	0.3	0.8	0.8

질산암모늄의 함량(표 49)은 1년차 시험부터 3년차 시험까지 상토 내에서 검출되지 않거나 0.5ppm 이하로 매우 낮게 나타났다.

표 49. 동계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 NH<sub>4</sub>-N 함량 변화

처 리	NH <sub>4</sub> -N (ppm)				
	3주	6주	8주	10주	12주
1	0.48	0.05	0.05	0.05	0.02
2	0.48	0.05	0.03	0.03	0.01
3	0.19	0.02	0.07	0.02	0.18
4	0.54	0.04	0.04	ND	0.01
5	0.77	0.04	0.06	ND	0.01

동계 재배 시 상토 내 질산의 함량 변화(표 50)는 재배 기간에 따른 일정한 경향을 나타내지 않았으며 하계재배에 비해 농도는 매우 낮게 나타났다.

표 50. 동계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 NO<sub>3</sub>-N 함량 변화

처 리	NO <sub>3</sub> -N (ppm)				
	3주	6주	8주	10주	12주
1	1.0	1.1	0.5	0.8	1.7
2	1.0	1.1	0.7	0.4	1.0
3	0.7	2.9	0.3	0.4	1.5
4	1.2	1.5	0.9	1.8	0.7
5	1.5	2.1	0.1	0.4	0.6

인산(표 51)의 경우 생육 6주에 검출되지 않았으며 6주 이후 증가하는 경향을 보였으며 칼륨 이온은 생육 12주에 가장 높게 나타났다.

표 51. 동계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 PO<sub>4</sub>-P 함량 변화

처 리	PO <sub>4</sub> -P (ppm)				
	3주	6주	8주	10주	12주
1	0.2	ND	0.3	0.5	0.8
2	0.2	ND	0.5	0.5	1.0
3	0.2	ND	0.5	0.5	1.1
4	0.2	ND	0.6	0.6	0.8
5	0.2	ND	0.3	0.5	0.9

표 52. 동계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 K<sup>+</sup> 이온 함량 변화

처 리	K <sup>+</sup> (ppm)				
	3주	6주	8주	10주	12주
1	9.2	8.8	9.1	10.3	14.5
2	9.2	6.3	9.8	8.5	13.0
3	9.3	10.3	6.9	9.2	15.8
4	10.3	8.6	14.8	10.8	13.6
5	12.3	9.9	10.8	9.8	15.9

### (시험 6) 하계 나리 절화재배를 위한 양, 수분 복합 처리 효과 구명(2020)

여름철에 생산되는 절화의 단점은 줄기경도가 약하고 꽃수가 적으며 꽃봉오리가 작아 상품의 규격 비율이 적은 것이다. 하계 재배 시 화뢰 형성 후 배지 내 함수량을 달리하여 줄기 경도, 꽃봉오리의 크기 등을 향상시키는 기술을 개발하고자 수행하였다. 전체 생육기간 동안 배지 내 함수율을 동일하게 관리한 처리 및 화뢰형성 후 양액 공급량을 증가시킨 처리에 따른 상토 내 이온 함량 및 생육 및 개화 특성을 검정하였다.

### 가. 하계 재배 시 함수율 처리에 따른 생육 및 절화 특성

초장(표 53)은 60~70% 처리에서 108.3±3.3cm로 가장 크게 나타났으며 화퇴형성 후 함수율을 높인 60~70 → 70~80%, 70~80 → 80~90% 처리에서 각 101.2±1.9, 101.0±4.1cm로 가장 작게 나타났다. 잎, 줄기의 생체중은 70~80% 처리에서 144.1±10.9g으로 가장 컸으며 꽃의 생체중과 건물중은 각 95.7±5.8, 9.5±0.5g으로 60~70 → 70~80% 처리에서 가장 크게 나타났다.

표 53. 하계 재배 시 '잠베시' 품종의 함수율 처리에 따른 생육 특성

처리 <sup>z</sup>	초장(cm)	지상부 생체중(g)		지상부 건물중(g)		경경(mm)	줄기경도(kg/∅4mm)
		잎, 줄기	꽃	잎, 줄기	꽃		
1	108.3±3.3a	130.0±10.3b	86.4±2.2a	14.9±2.1b	8.2±1.6a	8.3±0.5a	7.4±1.2c
2	103.4±4.6bc	144.1±10.9a	88.6±1.4a	16.8±1.6a	8.9±0.9a	8.2±0.5a	8.1±0.9ab
3	106.4±4.9ab	137.9±12.5ab	75.5±2.3b	16.9±2.4a	8.1±2.2a	8.3±0.4a	7.9±0.8b
4	101.2±1.9bc	137.6±7.8ab	95.7±5.8a	15.6±1.5ab	9.5±0.5a	8.2±0.6a	8.3±0.6a
5	101.0±4.1c	138.5±11.4ab	95.0±1.7a	16.0±1.8ab	8.9±1.2a	8.6±0.9a	8.2±1.0a

z 처리: 구근 정식 후 24시간 후 측정된 상자무게에 대한 비율

1 60~70%, 2 70~80%, 3 80~90%, 4 60~70%→70~80%, 5 70~80%→80~90%

특히 꽃의 생체중(표 53)은 75.5±2.3g으로 가장 작게 나타난 80~90% 처리 대비 26.8% 증가하였다. 화퇴형성 후 양, 수분 공급량을 늘린 처리에서 초장과 잎, 줄기의 생체중은 작았고 꽃의 생체중과 건물중은 크게 나타나 생식 생장이 촉진되었음을 확인할 수 있었다. 수출용 절화 나리에서 고품질을 결정하는 중요한 요소인 줄기경도(표 53)는 60~70% 처리에서 7.4±1.2kg/∅4mm로 가장 작았고 60~70 → 70~80% 처리에서 8.38.3±0.6로 가장 컸다. 화퇴형성 후 양, 수분 공급을 늘린 처리로 줄기의 경도가 12.1% 높아졌다.

꽃수(표 54)는 처리구 간 차이를 보이지 않았고 화퇴장, 화퇴폭, 꽃잎 길이, 너비 모두 60~70% → 70~80% 처리에서 가장 높게 나타났다. 60~70% → 70~80% 처리에서 화퇴장(표 54)은 16.0cm로 80~90% 처리 대비 28%, 화퇴폭은 4.6cm로 35.3% 증가되었으며 유의미한 차이를 나타냈다. 화폭(표 54)은 70~80% 처리에서 가장 크게 나타났으나 60~70% → 70~80% 처리와 큰 차이를 나타내지 않았다. 수출용 나리는 꽃봉오리 상태로 수확하여 출하하며 일본 경매장에서 꽃봉오리가 클수록 높은 가격을 받고 있어 화퇴 길이와 폭은 수출용 절화 등급을 결정하는 중요한 요소이다. 화퇴형성 후 양, 수분 공급을 늘린 처리에서 줄기경도, 화퇴의 장, 폭이 20% 이상 향상되어 고품질 절화 생산이 가능하였다.

표 54. 하계 재배 시 '잠베시' 품종의 함수율 처리에 따른 절화 특성

처리 <sup>z</sup>	꽃수(개)	화퇴(cm)		꽃잎(cm)		화폭(cm)	절화각(°)	개화소요일수(일)
		장	폭	길이	너비			
1	4.2±1.3a	13.2±0.8c	3.6±0.2cd	16.5±1.0b	7.1±0.2b	21.7±1.0a	28.3±24.7a	63.8
2	4.5±1.2a	14.1±0.3b	4.0±0.3b	17.5±0.9ab	7.7±0.6ab	23.7±1.7a	35.0±8.7a	67.8
3	4.0±1.2a	12.5±0.8c	3.4±0.2d	16.2±1.3b	7.4±0.6ab	19.9±3.9a	35.0±12.2a	66.2
4	4.0±1.5a	16.0±0.0a	4.6±0.0a	18.0±0.9a	7.8±0.6a	23.6±1.9a	35.0±14.1a	67.6
5	4.3±0.9a	14.6±0.0b	3.7±0.0c	17.2±1.2ab	7.6±0.8ab	21.4±1.6a	33.0±6.7a	67.3

오리엔탈 나리 재배 시 적정 pH(표 55)는 5.5~6.5로 알려져 있는데 생육 4~10주의 재배 상토 pH는 5.0~5.5로 나타나 적정 범위보다 재배기간이 길어짐에 따라 산성으로 변화하는 경향을 보였다. 그러나 생육 및 절화 특성을 보면 생육에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

표 55. 하계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 pH 변화

처 리	pH				
	0주	4주	6주	8주	10주
1	5.8	6.0	5.4	5.3	5.4
2	5.8	5.3	5.1	5.1	5.0
3	5.8	5.5	5.3	5.0	5.0
4	5.8	5.3	5.3	5.2	5.2
5	5.8	5.2	5.3	5.2	5.1

재배기간 중 EC(표 56)는 60~70% 처리에서 가장 낮게 나타났으며 80~90% 처리에서 가장 높게 나타났다. 80~90% 처리는 생육기간이 경과함에 따라 지속적으로 EC가 상승하였으며 생육 및 개화 특성 조사에서 꽃의 무게, 화퇴장과 화퇴폭, 화폭이 가장 작게 나타났다. 이는 높은 함수율 처리에 의한 과도한 염류가 꽃의 생육을 저해한 것으로 생각되며 EC 2.0 정도 범위까지는 백합의 정상적인 생육이 가능하였다.

표 56. 하계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 EC 변화

처 리	EC (dS/m)				
	0주	4주	6주	8주	10주
1	2.0	1.2	1.5	1.6	1.6
2	2.0	1.4	1.8	1.5	2.0
3	2.0	1.1	1.3	2.0	2.9
4	2.0	1.7	1.2	1.6	1.9
5	2.0	1.9	1.3	1.9	1.8

질산암모늄(표 57)은 60~70% 처리구를 제외하고는 생육기간 동안 상토 내에서 검출되지 않거나 농도가 매우 낮았다. 1, 2년차의 시험 결과와 동일한 경향을 나타내어 공급 양액 내 질산암모늄의 함량이 부족한 것으로 나타났다.

표 57. 하계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 NH<sub>4</sub>-N 함량 변화

처리	NH <sub>4</sub> -N (ppm)			
	4주	6주	8주	10주
1	5.3	0.4	1.7	1.0

처리	NH <sub>4</sub> -N (ppm)			
	4주	6주	8주	10주
2	ND	0.0	0.5	0.4
3	ND	0.1	0.6	0.6
4	ND	ND	0.6	0.7
5	ND	ND	0.8	0.9

상토 내 질산의 함량(표 58)은 생육 기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였으며 영양생장 단계인 생육 초기에는 질소질 비료의 요구도가 더 커서 후기 대비 함량이 낮은 것으로 보인다. 인산(표 59)과 칼륨 이온(표 60)은 일정한 경향을 나타내지 않았다.

표 58. 하계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 NO<sub>3</sub>-N 함량 변화

처리	NO <sub>3</sub> -N (ppm)			
	4주	6주	8주	10주
1	28.8	48.2	45.6	53.4
2	41.1	47.1	75.3	72.0
3	34.6	46.8	71.4	107.8
4	39.9	28.9	44.5	102.5
5	51.9	41.4	65.2	67.0

표 59. 하계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 PO<sub>4</sub>-P 함량 변화

처리	PO <sub>4</sub> -P (ppm)			
	4주	6주	8주	10주
1	23.7	29.1	20.9	28.2
2	21.5	24.8	21.7	24.1
3	14.0	21.0	19.3	38.5
4	27.8	17.4	19.9	38.3
5	31.1	19.3	22.7	23.1

표 60. 하계재배 시 함수율 처리에 따른 상토 내 K<sup>+</sup> 이온 함량 변화

처리	K <sup>+</sup> (ppm)			
	4주	6주	8주	10주
1	86.0	93.7	78.6	88.0
2	82.5	93.6	112.8	89.6
3	73.8	79.8	97.8	123.0

처 리	K <sup>+</sup> (ppm)			
	4주	6주	8주	10주
4	98.7	67.7	74.5	131.0
5	112.5	82.7	98.3	89.1

## 4 적 요

### 〈제1협동과제: 연중 나리 고품질 절화 생산을 위한 양, 수분 관리 기술 연구〉

#### (시험 1) 동계 재배 기간에 따른 상토 및 식물체 양분 흡수 패턴 분석(2018)

- 가. 초장의 변화는 정식 후 3주에 초장이 42.1±8.5cm로 전체 초장의 37%, 6주에는 101.0±12.1cm로 절화 직전 전체 초장의 89%까지 성장하였다.
- 나. 재배기간에 따른 총 식물체의 생체중 변화는 3주 후에 36%, 6주 후에 74% 증가하여 초장과 유사한 경향이었으며 건조중의 변화는 3주 후에 37%, 6주 후에 83% 증가하여 초장의 변화와 거의 일치하는 경향을 보였다.
- 다. 구근(구근 뿌리 포함)은 정식 후부터 절화할 때까지 생체중과 건조중 모두 지속적으로 감소하여 구근에 있는 영양분이 줄기 뿌리와 지상부 생육을 위해 소모되는 것을 확인하였다.
- 라. 줄기뿌리는 생체중으로 정식 6주에 전체 생체중의 54%를 차지하였고 건조중은 70%까지 차지하여 줄기뿌리의 생장이 매우 중요하다는 사실을 확인하였다. 정식 6주까지 줄기뿌리의 건조중은 절화 시점의 86%까지 성장하여 대부분의 생장이 이루어졌고 6주 이후에는 지상부 생장이 활발히 이루어지는 것을 확인하였다.
- 마. pH는 재배 기간에 따른 큰 변화를 보이지 않았으며 EC는 생육 3주에는 1.1±0.1dS/m 였고 생육 9주에는 1.8±0.3dS/m로 나타나 기간이 경과함에 따라 높아지는 경향을 보였다.
- 바. 재배 3주 후 조사에서 상토 내 질산은 15.2±3.9mg/L로 거의 고갈 상태였으며 6주, 9주에도 각각 7.1±4.8, 28.1±9.4mg/L로 확인되었다. 2년차 시험에서는 질소질 양분 공급량을 대폭 증가해서 시험을 수행해야 할 것으로 판단되었다.
- 사. 인산은 3주에 19.59±2.39mg/L이었으며 6주에는 20.50±3.23mg/L, 9주에는 19.65±6.06mg/L로 나타나 전체 생육기간 동안 일정하게 유지되어 일정하게 흡수되는 것으로 보였다.
- 아. 칼륨 이온은 3주에는 21.52±2.43mg/L, 6주 15.42±1.90mg/L, 9주에는 35.64±6.26mg/L으로 분석되어 3주에서 6주까지는 감소하다 6주에서 9주까지는 증가하는 추세를 나타냈다. 생육초기보다 생육 중반기 이후에는 흡수량이 줄어드는 것으로 판단된다.

#### (시험 2) 하계 재배 기간에 따른 상토 및 식물체 양분 흡수 패턴 분석(2018)

- 가. 초장의 변화는 정식 후 3주에 초장이 52.1±5.7cm로 전체 초장 대비 65%, 6주에는 70.2±5.8cm로 절화 직전 전체 초장의 88%까지 성장하였다.

- 나. 재배기간에 따른 총 식물체의 생체중의 변화는 3주 후에 78%, 6주 후에 79%로 증가하여 재배 3주 동안에 대부분이 생장이 이루어졌으며 특히 건조중의 변화는 3주 후에 98%로 대부분의 생장이 이루어지는 것을 확인하였다.
- 다. 줄기 뿌리의 생장은 재배 3주까지 대부분 이루어 졌으며 지상부 생육은 3주 이후에도 지속적으로 증가하였다. 줄기뿌리의 생체중의 경우 동계재배 시 9주에 232.8g인 반면 하계재배 시에는 57.7g으로 나타나 생육의 큰 차이를 보였다. 이는 나리의 생육 적온은 주간 20~25℃로 알려져 있는데 하계 재배 시에는 고온으로 인한 토양 온도 상승으로 상근 생육 발달이 저하된 것으로 판단된다.
- 라. pH는 재배 기간에 따른 큰 변화를 보이지 않았으며 EC는 생육 3주에는  $1.4 \pm 0.2 \text{dS/m}$  였고 생육 6주에는  $1.4 \pm 0.4 \text{dS/m}$ , 생육 9주에는  $1.4 \pm 0.1 \text{dS/m}$ 로 나타나 1.4 내외로 일정하게 분석되었다.
- 마. 상토 내 질산은 3주에는 검출되지 않았으며 6, 9주에는 각  $4.66 \pm 2.02$ ,  $3.10 \pm 1.88 \text{mg/L}$ 로 확인되었다. 또한 질산암모늄 이온은 전체 생육 기간 동안 검출되지 않아 질소질 양분이 절대적으로 부족한 것으로 확인하였다.
- 바. 동계 재배 시 질산의 함량은 생육 3주에  $15.2 \pm 3.9 \text{mg/L}$ 이었으며 6주, 9주에 각각  $7.1 \pm 4.8$ ,  $28.1 \pm 9.4 \text{mg/L}$ 로 확인된 반면 하계 재배에서는 불검출,  $4.66 \pm 2.02$ ,  $3.10 \pm 1.88 \text{mg/L}$ 로 분석되어 동계 재배 보다 하계재배 시 질소질 양분의 흡수가 더욱 왕성한 것으로 생각되었다.
- 사. 인산의 함량은 생육 3주에  $21.84 \pm 3.02 \text{mg/L}$ 이었으며 6주에는  $10.35 \pm 3.66 \text{mg/L}$ , 9주에는  $8.04 \pm 1.21 \text{mg/L}$ 로 나타나 생육 기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 칼륨 이온의 농도도 동일한 경향을 나타냈다.
- 아. 마그네슘은 생육 3주에는  $4.92 \pm 1.01 \text{mg/L}$ , 6주에는  $6.41 \pm 1.72$ , 9주에는  $5.71 \pm 0.68$ 로 나타났으며 염소 이온은 3주, 6주, 9주에 각  $43.66 \pm 6.34$ ,  $23.34 \pm 9.45$ ,  $19.49 \pm 4.55$ 로 지속적으로 감소하였다. 하계재배 시에는 동계와 달리 인산, 칼륨, 황산, 염소 이온의 함량이 감소하는 경향을 보였는데 이는 여름철 고온으로 인해 작물의 생장이 단기간에 이루어진 영향인 것으로 판단된다.

### (시험 3) 동계 나리 절화재배를 위한 질소질 양분 공급 조절 시기 구명(2019)

- 가. 동계재배 시 정식 3주부터 생육 초기의 EC는 낮았으며 화뢰가 출현된 5주 이후부터는 EC가 증가하였다. 특히 질소 공급을 줄이지 않은 무처리의 경우는 생육후기에는 EC  $4.6 \text{dS/m}$ 로 높았다. EC로 판단할 경우 초기 양분 공급량을 늘리고 후기에는 줄여야 하는 것으로 분석되었다.
- 나. 재배 상토 내 수용성 질산 이온 농도를 분석한 결과 초기 질소질 함량을 늘려 공급하여도 생육 초기 질산 함량이 매우 낮게 분석되어 나리 절화 재배에서 초기 질소 양분 요구도가 매우 높은 것을 알 수 있었다.
- 다. 인산의 경우 동계 시험재배에서 전체 생육기간 동안 상토 내 인산 함량이 매우 낮게 분석되어 나리의 경우 생육 중에 많은 인산 요구도가 있을 것으로 생각되었다.
- 라. 버퍼 처리된 시판 코코피트에서 높은 농도의 칼륨 함량이 분석되어 버퍼 처리에 칼륨이온이 활용된 것으로 판단되었다. 초기 상토 내 고 함량으로 있던 칼륨이온은 생육 초기 식물체에 흡수되어 3주 이후에는 낮은 농도로 유지되었다.
- 마. 일반적인 칼슘 이온의 적정 공급 범위는 약  $50 \sim 80 \text{mg/L}$ 로 알려져 있으나 본 시험의 경우 전체적으로 상토 내 수용성 칼슘 이온의 함량이 낮게 분석되었다. 재배 후기의 경우 상토 내 수용성

칼슘 이온이 증가하는 것으로 분석되어 나리 재배 후기에는 칼슘의 식물체 흡수가 감소하는 것을 확인하였다.

바. 동계 재배 시 초장은 처리 간 차이를 나타내지 않았으며 화퇴 출현 후 질소질 양분 공급 축소가 초장의 생육발달에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

#### (시험 4) 하계 나리 절화재배를 위한 질소질 양분 공급 조절 시기 구명(2019)

가. 재배기간 중 pH 변화는 질소질 함량을 감소시키지 않은 무처리에서는 생육기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였으며 화퇴 출현 후 질소질 함량을 감소시킨 처리에서는 4주 이후 pH의 큰 변화를 나타내지 않았다.

나. 전체적인 생육 기간 동안 EC는 1.2dS/m 이상을 유지하였다. 고온기 재배 기간이 단축되고 양액 공급 횟수가 증가하였기 때문인 것으로 판단되었다. 질소 공급을 줄이지 않은 무처리의 경우는 동계 재배와 같이 생육후기 2.0dS/m 이상으로 공급 감소가 필요하였다.

다. 하계 재배 시험에서는 상토 내 수용성 인산이 거의 검출되지 않았는데 하계 재배 시 고온에 의한 초기 왕성한 영양생장으로 인한 생육 촉진이 상토 내 수용성 인산의 고갈을 초래한 것으로 생각되었다.

라. 하계 오리엔탈 나리 절화 상자재배에서 화퇴 출현 직후 질소 양분을 40% 축소하여 공급한 처리는 질소 양분을 줄이지 않는 무처리구에 비해 초장은 2.5% 증가한  $84.8 \pm 5.9$ cm 였으며 지상부 생체중은 15.2% 증가한  $124.4 \pm 19.2$ g, 줄기뿌리의 생체중은 18.9% 증가한  $93.3 \pm 26.8$ g이었으며 구근의 생체중은 7.2% 무거운  $31.3 \pm 6.0$ g이었다.

마. 나리 절화 품질에 가장 중요한 줄기 강도를 나타내는 절화각은 관행 대비 67% 향상되어 여름 고품질 절화 재배를 위해서는 화퇴 출현 후에 질소질 양분을 줄여서 재배하는 것이 효과가 좋았다.

#### (시험 5) 동계 나리 절화재배를 위한 양, 수분 복합 처리 효과 구명(2020)

가. 동계 재배 시 함수율 처리에 따른 생육 특성을 살펴보면 80~90% 처리에서 초장, 잎, 줄기, 꽃의 생체중 및 건물중 모두 가장 크게 나타났으며 함수율이 높을수록 생육이 촉진되었다.

나. 화퇴장의 경우 60~70% 처리는  $103.0 \pm 18.7$ mm, 70~80% 처리는  $116.9 \pm 8.2$ mm인 반면 화퇴형성 전 60~70%로 재배하다가 화퇴형성 후 70~80%로 양, 수분 공급을 늘린 처리에서는  $134.7 \pm 3.1$ mm로 나타나 화퇴형성 후 양, 수분 공급을 늘려주는 것이 화퇴의 길이 생장에 긍정적 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

다. 화퇴폭은 60~70% 처리는  $26.9 \pm 4.7$ mm, 70~80% 처리는  $28.6 \pm 4.9$ mm인 반면 화퇴형성 전 60~70%로 재배하다가 화퇴형성 후 70~80%로 양, 수분 공급을 늘린 처리에서는  $34.9 \pm 2.0$ mm로 나타나 생육초기부터 수확 시까지 동일한 조건의 함수율로 재배하는 것 대비 생육이 촉진됨을 알 수 있었다.

라. 초기 양액은 pH 5.8로 조정하여 공급하였으며 생육 3주까지는 상승하였으나 모든 처리에서 12주까지 6.5~6.8로 분석되었다. 오리엔탈 나리 재배 시 적정 pH는 5.5~6.5 정도로 알려져 있는데 동계 재배 시에는 적정 수준보다 높게 분석되었다.

- 마. 상토 내 EC는 0주 이후로 1.0dS/m 이하로 유지되었으며 하계 재배 시 2.0dS/m 대비 낮은 것으로 나타났다.
- 바. 질산암모늄의 함량은 1년차 시험부터 3년차 시험까지 상토 내에서 검출되지 않거나 0.5ppm 이하로 매우 낮게 나타났다.
- 사. 질산의 함량 변화는 재배 기간에 따른 일정한 경향치를 나타내지 않았으며 하계재배에 비해 농도는 매우 낮게 나타났다. 인산의 경우 생육 6주에 검출되지 않았으며 6주 이후 증가하는 경향을 보였으며 칼륨이온은 생육 12주에 가장 높게 나타났다.

(시험 6) 하계 나리 절화재배를 위한 양, 수분 복합 처리 효과 구명(2020)

- 가. 초장은 60~70% 처리에서 108.3±3.3cm로 가장 크게 나타났으며 화퇴형성 후 함수율을 높인 60~70 → 70~80%, 70~80 → 80~90% 처리에서 각 101.2±1.9, 101.0±4.1cm로 가장 작게 나타났다.
- 나. 잎, 줄기의 생체중은 70~80% 처리에서 144.1±10.9g으로 가장 컸으며 꽃의 생체중과 건물중은 각 95.7±5.8, 9.5±0.5g으로 60~70 → 70~80% 처리에서 가장 컸다. 특히 꽃의 생체중은 75.5±2.3g으로 가장 작게 나타난 80~90% 처리 대비 26.8% 증가하였다.
- 다. 화퇴형성 후 양, 수분 공급량을 늘린 처리에서 초장과 잎, 줄기의 생체중은 작았고 꽃의 생체중과 건물중은 크게 나타나 생식 생장이 촉진되었음을 확인할 수 있었다.
- 라. 수출용 절화 나리에서 고품질을 결정하는 중요한 요소인 줄기경도는 60~70% 처리에서 7.4±1.2kg/Φ4mm로 가장 작았고 60~70 → 70~80% 처리에서 8.38.3±0.6로 가장 컸다. 화퇴 형성 후 양, 수분 공급을 늘린 처리로 줄기의 경도가 12.1% 높아졌다.
- 마. 꽃수는 처리구 간 차이를 보이지 않았고 화퇴장, 화퇴폭, 꽃잎 길이, 너비 모두 60~70% → 70~80% 처리에서 가장 높게 나타났다. 60~70% → 70~80% 처리에서 화퇴장은 16.0cm로 80~90% 처리 대비 28%, 화퇴폭은 4.6cm로 35.3% 증가되었으며 유의미한 차이를 나타냈다.
- 바. 화폭은 70~80% 처리에서 가장 크게 나타났으나 60~70% → 70~80% 처리구와 큰 차이를 나타내지 않았다.
- 사. 수출용 나리는 꽃봉오리 상태로 수확하여 출하하며 일본 경매장에서 꽃봉오리가 클수록 높은 가격을 받고 있어 화퇴 길이와 폭은 수출용 절화 등급을 결정하는 중요한 요소이다. 화퇴 형성 후 양, 수분 공급을 늘린 처리에서 줄기경도, 화퇴의 장, 폭이 20% 이상 향상되어 고품질 절화 생산이 가능하였다.
- 아. 생육 4~10주의 재배 상토 pH는 5.0~5.5로 나타나 적정 범위보다 재배기간이 길어짐에 따라 산성으로 변화하는 경향을 보였다. 그러나 생육 및 절화 특성을 보면 생육에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.
- 자. 재배기간 중 EC는 60~70% 처리에서 가장 낮게 나타났으며 80~90% 처리에서 가장 높게 나타났다. 80~90% 처리는 생육기간이 경과함에 따라 지속적으로 상승하였으며 생육 및 개화특성 조사에서 꽃의 무게, 화퇴장과 화퇴폭, 화폭이 가장 작게 나타났다. 이는 높은 함수율 처리에 의한 과도한 염류가 꽃의 생육을 저해한 것으로 생각되며 EC 2.0 정도 범위까지는 백합의 정상적인 생육이 가능하였다.

차. 질산암모늄은 60~70% 처리구를 제외하고는 생육기간 동안 상토 내에서 검출되지 않거나 농도가 매우 낮았다. 1, 2년차의 시험 결과와 동일한 경향을 나타내어 공급 양액 내 질산암모늄의 함량이 부족한 것으로 나타났다.

## 5 인용문헌

- Ko JY. 2011 Lily bulb production and techniques for enhancing cut flower quality; In symposium for lily export. Sagoanamu 43.-76
- Ko JY, Choi KJ, Hong DK, Noh HS, Rhee HK, Lee JS. 2011 Effect of pre-shooting temperature and duration for enhancing cut flower quality of Lilium oriental hybrid ‘Siberia’ in summer season in Korea. Acta Hort 900:309-312
- Ko JY, Choi KJ, Hong DK, Rhee HK. 2012 Effect of pre-shooting duration on cut flower quality of Lilium oriental hybrid depending on planting time. Flower Res J 20:1-6
- Kwon YK. 2012 The idea for enhancing of lily cut flower value: In workshop for enhancing lily cut flower export. Korea Lily Producer Cooperation pp 43-76.
- Nelson, P.V. 1991 Greenhouse operation and management. 4th ed. Prentice Hall.
- RDA(Rural Development Administration) 2018. Lily cultivation pp 109.
- Choi KJ, Kim YJ, Hong SY, Byun SB, Park YS, 2019, Growth Characteristics of Plants Depending on the Cultivation Period of Lily by Box Cultivation of Lily. Korean Society For Horticultural Science: 159-160
- Kim KJ, Kim YJ, Lee CH. 1998. Effect of EC Levels of Nutrient Solution on the Growth in the Box Nutriculture of Lilies. Society For Horticultural Science: 402
- RDA(Rural Development Administration) 2009. Guidelines for producing Lilies as cut flower, pot plants and bulbs. pp 43-47
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2019. pp 47-48

## 6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2018(1년)	학술발표	오리엔탈 나리 상자 양액재배 기간에 따른 상토 내 양분 함량 변화
2019(2년)	학술발표	강원 인제지역 나리 재배 토양침출수의 이온 양분 분석
		동계 및 하계 나리 상자재배 재배 시기에 따른 식물체 생육 특성
2020(3년)	학술발표	질소질 양분 공급 조절에 따른 나리 생육 및 절화 특성
	영농정보	하계 나리 상자재배 시 고품질 절화 생산 위한 양, 수분 공급 조절

성과지표명	1년차(2018)		2년차(2019)		3년차(2020)		계	
	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
학술발표(국내)	1	1	1	2	1	1	3	4
영농기술·정보 기관제출	-	-	1	-	1	1	2	1
농가기술지도/ 컨설팅/현장기술지원	1	2	2	-	2	2	5	4
홍 보	-	-	-	-	2	5.7	2	5.7
계	2	3	4	2	6	9.7	12	14.7

## 7 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
					'18	'19	'20
과제책임자	원예특작과학원	농업연구관	강윤임	과제 총괄	○		
	원예특작과학원	농업연구사	서정남	과제 총괄		○	○
1협동책임자	원예연구과	농업연구사	최강준	세부주관 수행	○	○	
	원예연구과	농업연구사	홍성유	세부주관 수행			○
공동연구자	원예연구과	농업연구사	김영진	시험수행 및 평가	○	○	○
	원예연구과	공업주사	변선배	현장조사 지원	○	○	
	원예연구과	공무직	김미경	품질조사 지원	○	○	○
	원예연구과	공무직	김주향	품질조사 지원	○	○	○
	원예연구과	공무직	박지은	현장조사 지원	○	○	○
	원예연구과	기간제	이춘달	현장조사 지원	○	○	○