

어젠다코드	3 - 12 - 40		구 분	과제완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	C05	작목구분코드	FL-03-2532
과제종류	공동연구		세세부사업	지역특화작목기술개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
유색칼라 국내 육성품종 '골든하트' 구근 생산 기술			'10~'12	원예연구과	최강준
1) 유색칼라 '골든하트' 대량증식을 위한 조직 배양 체계확립			'10~'12	원예연구과	최강준
2) 유색칼라 '골든하트' 개화구 생산을 위한 양구 기술개발			'10~'12	원예연구과	고재영
색인용어	칼라, 대량 증식, 바이러스 검정, 저장, 농가 보급,				

## ABSTRACT

This study was carried out to establish in vitro mass propagation and bulb production on domestic breeding calla (*Zantedeschia* spp.) 'Golden Heart'.

For in vitro mass propagation of calla 'Golden Heart', we have adopted the procedure through induction of adventitious bud formation. The in vitro adventitious bud formation was significantly influenced by the TDZ level. 0.50mg/L TDZ was the best level for adventitious bud formation. Lower level of 0.50mg/L TDZ, appeared to increase rate of shoot formation. In contrast, high level TDZ appeared to increase rate of browning. In early stage, 1/2 MS media with 2% charcoal was very good for shoot and root formation. But late stage, 1/2 MS media with 2% charcoal treatment appeared to retard shoot elongation. In conclusion for the formation of plantlet, MS media with 2% charcoal was very good for shoot and root formation. Furthermore, we had developed special tissue culture medium of 'Golden Heart' cultivar for the elongation of shoot and root. In the first, we had tested 7 different media that were not based MS medium. Results of the tests showed that A medium was more than twice better than MS medium.

We had studied the efficient cultivation of calla 'Golden Heart' bulb for the bulb production of cut-flowers. In the first, we had tested 3 levels potato culture medium cultivation of tissue cultured plantlets in order to determine the appropriate concentration of EC. Results of the tests showed that 1.8 dS/m potato culture medium cultivation of tissue cultured plantlets was very good. In 1.8 dS/m EC concentration cultivation, shoot length and weight of microbulb was 37.5±2.5cm and 5.5±0.7g,

perspectively. Proper planting density was tested 3 levels. Results of the tests showed that 4×4cm planting density was good, economically. For the selection of proper artificial bed soil of tissue cultured plantlets, cocopeat : perlite : vermiculite = 2:1:1 (v:v:v) was showed good. In its artificial bed soil, hoot length and weight of microbuber was 38.2±3.9cm and 7.5±1.3g, perspectively, and besides, the appearance of soft rot was reduced.

Small bulb from tissue cultured plantlets cultivation was not fit to product high quality cut flowers. Small bulbs were needed to cultivate again, next year. We had studied the efficient cultivation of high quality bulbs for cut flowers from small bulbs(T1). We had tested 3 levels potato culture medium cultivation of small bulbs(T1) in order to determine the appropriate concentration of EC. Results of the tests showed that 1.8 dS/m potato culture medium cultivation was very good. In 1.8 dS/m EC concentration cultivation, shoot length and weight of microbuber was 56.3±3.9cm and 11.7±1.0g, perspectively. Results of the planting density tests showed that large, medium and small bulbs were 10×10, 10×10, 7.5×7.5cm, perspectively. We also had studied how to storage of calla bulbs. We measured CO<sub>2</sub> gas emissions from bulbs during storage under different temperature condition. After a certain period of time has elapsed, CO<sub>2</sub> gas emission was increased. Their periods were 103, 125, 158 days at 16, 8, 4℃, respectively. It was considered that some changed occurred from the inside of bulb. In order to storage long term, storage temperature was recommended at 8 or 4℃.

## 1. 연구목표

칼라(*Zantedeschia* spp.)는 천남성과(Araceae) *Zantedeschia* 속의 구근(괴경)식물로 남아프리카 원산이나 산악지역의 해발 1,000~2,000m 이상의 비교적 선선한 기후대에 자생하며 대표적인 지역은 남아프리카공화국(케이프, 트란스발), 나탈, 레소토, 스와질랜드이고 그 외에도 짐바브웨, 말라위, 잠비아, 앙골라, 나이지리아 등에 분포한다(Letty, 1973, Nam, 2004). 칼라에는 *Z. aethiopica*, *Z. rehmannii*, *Z. elliottiana*, *Z. albomaculata* 등 7종 2아종이 있다(Letty, 1973; Perry, 1989; De Hertogh, 1988). 칼라는 원예적으로 2군으로 나뉘는데 하나는 습지생육형이며 상록성 백색칼라인 *Z. aethiopica* 그룹과 건지생육형이며 낙엽성 유색칼라인 *Z. albomaculata*, *Z. jucunda*, *Z. Pentlandii*, *Z. rehmannii*, *Z. elliottiana* 그룹으로 분류한다(Funnell, 1993; Yoo, 2009).

유색칼라는 백색, 크림색, 황색, 분홍색, 적색, 자주색 등 다양하고 매력적인 화포를 지니고 있어 절화 및 분화로 인기가 높다(Funnell, 1993; Tjia, 1987). 유색칼라에 관한 연구는 뉴질랜드와 네덜란드를 중심으로 활발하게 이루어지고 있는데, 조직배양을 통한 대량증식(Cohen, 1982; Yoo, 2009), 개화촉진을 위한 GA와 Promalin 처리방법구명(Funnell, 1993; Corr와 Widmer, 1987), 환경과 휴면타파에 따른 생장(Corr와 Widmer, 1990; Yoo, 2008), 저

장방법에 따른 생장과 개화(Funnell 등, 1988) 등에 관한 연구결과가 보고되어 있다. 유색칼라의 최적 생육적온은 18~24℃로서, 정상적인 환경에서 구근을 정식하였을 경우 개화소요일수가 60~70일 정도이다(Funnell, 1993).

유색칼라는 화색이 다양하고 화형이 우아한 고급 화훼식물로 최근 각광을 받고 있다. 그러나 구근 수입가격이 구당 3,000-5,000원 내외의 고가로 농가 부담이 높아 대량재배가 어려운 실정이다. 유색칼라의 번식은 일반적으로 종자, 분구, 조직배양법이 이용되고 있으며, 자연상태에서는 증식력이 매우 낮고, 재배 과정 중에서도 연부병의 발생으로 피경의 손실도 많이 발생하고 있다(Funnell, 1993; Lee, 1996)

따라서 유색칼라 품종의 대량번식을 위해서는 조직배양 기술을 이용하는 방법이 유효한 방법이라고 할 수 있다. 칼라의 조직배양에 관한 연구는 여러 가지로 수행되었는데 경정배양에 의한 방법(Han과 Cho, 2003), 'Flores Gold' 품종을 이용한 경정배양 이후에 다아체 형성을 통한 증식 방법(Yoo, 2009), 'Southern Light' 품종을 이용한 미숙배 배양(Ko 등, 2003), 약배양에 의한 배발생 및 식물체 재분화에 대한 연구(Ko 등, 1996) 등 다양한 조직배양 방법이 칼라 대량증식을 위해 연구되었다.

조직배양을 통해 생산된 식물체는 순화와 양구과정을 거쳐야만 절화 재배에 이용할 수 있는 개화구로서 활용할 수 있다. 이러한 조직배양묘의 순화에 대한 연구로 Yoo(2008)는 조직배양묘 순화 상토의 종류로 피트모스와 펠라이트를 2:2 또는 피트모스, 펠라이트, 버미큘라이트를 2:1:1로 혼합한 토양, 재식거리는 4×4cm보다 8×8cm 처리, 비료는 퇴비, 기비(복합비료), 추비(복합비료)를 각각 표준량 처리, 차광은 75~90% 차광한 처리에서 소피경의 생장이 양호하였다고 하였다.

1차로 순화된 구근(T<sub>1</sub>)은 1-3g 범위로 비교적 소구로 이를 개화구로 이용하기에는 작다. 따라서, 정상적인 개화구를 만들기 위해서는 조직배양묘로부터 순화되어 수확한 소구(T<sub>1</sub>)를 양구하는 과정이 필요하다. 정상적인 개화구는 직경 3cm 구근에서 보통 1개의 절화가 생산되는 화훼작물이므로(Funnell, 1993), 2차 양구를 위한 조건 설정이 필요하다. Funnell과 MacKay(1987)는 칼라의 구중은 주로 120~200일 사이에 구근비대가 이루어진다고 하였다. 그리고 주야 온도가 28/28℃, 광량 30μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>에서 1일 최대 구근 생장률이 가장 높다고 하였다.

강원도농업기술원에서는 최근 고급 화훼로 각광받는 유색칼라의 고소득 작목화를 위하여 2009년에 2품종('골든하트', '모닝라이트')을 등록하여 국내 육성 품종을 이용한 칼라 재배 연구의 기반을 마련하였다. 과거 2000년대 초반 강원도 평창 및 전북 익산에서 절화를 일본에 수출하여 농가 평균 수취가가 본당 1,500원 이상으로 많은 농가에서 관심을 가졌으나 구근 수확 후 관리 및 저장기술의 미흡과 무름병 관리체계 부족으로 지속적이 수출을 하지 못한 경험이 있다. 이러한 문제점을 극복한다면 향후 고소득 화훼작목으로 개발할 가능성이 높은 작목이라 할 수 있다.

본 연구는 제 1세부과제 「유색칼라 '골든하트' 대량증식을 위한 조직배양 체계 확립」를

통해서 일차적으로는 강원도농업기술원에서 육성한 ‘골든 하트’ 품종의 기내 고효율 대량 증식 기술 개발을 통해 경제적인 기내 대량 증식법을 확립하고 나아가서 조직배양으로 생산한 무병주를 재배 농가에 보급함으로써 ‘골든 하트’ 품종의 시장 조기 정착과 새로운 신소득 작목으로의 개발을 목표로 수행하였고, 제 2세부과제 「유색칼라 ‘골든하트’ 개화구 생산을 위한 양구 기술개발」을 통해서는 제1세부과제에서 생산된 무병 조직배양묘의 순화와 소구를 이용하여 개화구까지 구근 생산 과정을 확립하는 것을 목표로 수행하였다. 이를 위해 조직배양 순화묘와 소구의 개화구 양구에 필요한 적정 양액, 상토, 재식거리 등을 확립하는 연구를 수행하였으며, 나아가 양구된 구근의 안정적인 저장과 활용 방법을 확립하여 농가에서 실질적으로 활용할 수 있는 패키지화된 현장 중심의 연구 개발을 목표로 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### <제1세부과제 : 유색칼라 ‘골든하트’ 대량증식을 위한 조직배양 체계확립 >

#### (시험 1) 멀티슈트 유기 호르몬 선발

유색칼라의 대량 증식을 위한 방법으로 여러 품종에서 멀티 슈트를 유도하는 배양법을 이용하고 있다. 그러나 품종마다 호르몬 종류나 농도에 따른 반응이 다르기 때문에 본 실험을 수행하였다. 과거 예비시험으로 경정배양을 실시하였다. 경정배양은 정식후 신초 크기가 10cm 이상 되는 시기에 ‘골든하트’ 개체를 굴취하여 잎과 뿌리를 제거하고 세척 후 사용하였다. 살균은 70% 에탄올 용액에 30초간 침지한 후에 1% 차아염소산나트륨 용액에 20분간 침지하여 소독하였으며, 멸균 증류수에 5회 세척하여 표면 살균을 수행하였다. 표면 살균된 재료는 크린벤치 내에서 생장점을 포함하여 경정을 0.5cm 크기로 절단하여 배양하였다. 배양 배지는 sucrose 30g/L가 첨가된 MS 배지를 기본배지로 사용하였으며, 호르몬은 TDZ 0.5mg/L 농도로 첨가하였다. 본 실험은 경정배양 개체 중에 다아체 형성이 특별히 잘되는 라인을 선발하여 시험재료로 사용하였다.

멀티 슈트 유기 호르몬 농도 선발을 위해 시험 배지 처리는 TDZ 0.01부터 2.0mg/L까지 농도 수준은 6 단계로 나누어 시험하였다. 치상한 다아체는 평균 가로 7mm, 세로 6.6mm, 높이 6.0mm의 크기로 치상하였으며, 이때 무게는 0.16g 이었다(표 1).

표 1. 시험구 치상시 멀티슈트 소질

무게 (g)	가로 (mm)	세로 (mm)	높이 (mm)
0.16±0.010	7.0±0.67	6.6±0.52	6.0±0.67

TDZ 농도 처리별 반응을 보기위해서 조사는 2회에 걸쳐 실시하였다. 1차 조사는 배양 23일에 조사하였고, 2차 조사는 배양 65일에 조사하였다. 조사내용은 멀티 슈트 무게, 근 발생율, 발근수, 근장, 신초 발생율, 신초수, 신초장, 갈변 발생율 등을 조사하였다.

(시험 2) 조직배양묘 신초 증식 배지 선발

유색칼라 ‘골든하트’ 품종의 대량증식을 위해 멀티 슈트 배양에서 완전한 식물체로 분화시키기 위한 배지 선발을 위해 본 시험을 수행하였다. 멀티 슈트에서 완전한 식물체 분화를 위해서 신초 발생을 가장 중요한 요소로 보았으며, 신초와 함께 뿌리 발생을 유도하는 배지 선발을 수행하였다. 시험배지는 sucrose 3.0g/L 첨가된 MS 배지를 기본 배지로 하여 농도를 1/2 MS 배지에서부터 2배 MS 배지까지 농도별 5수준으로 시험을 처리하였으며, 각각의 농도별 MS 배지에 활성탄소를 0.2% 첨가 처리를 두어 총 10처리의 시험배지를 시험하였다. 시험 재료로 사용한 치상재료는 앞서 선발한 TDZ 0.5mg/L 배지에서 유도한 멀티 슈트 식물체를 가로 0.5cm, 세로 0.5cm 크기로 잘라 치상하였다. 조사는 치상 후 23일에 조사하였으며, 조사내용은 멀티슈트 무게, 근 발생율, 발근수, 근장, 신초 발생율, 신초수, 신초장, 갈변율 등을 조사하였다.

(시험 3) 고효율 기내 계대배양 배지 선발

MS 기본배지는 가장 광범위하게 사용되는 식물 배양 배지이지만 식물 종류에 따라, 품종에 따라 영양 요구도가 다르기 때문에 최적의 배양을 위해서는 식물체가 요구하는 영양 성분에 따른 배지를 선발할 필요가 있다. 본 시험은 유색칼라 ‘골든하트’의 기내 대량 증식을 위해 신초 계대배양을 위한 최적의 배지 선발을 위해 시험을 수행하였다.

시험 배지 처리는 MS 배지 포함 총 7처리를 수행하였다. 배지 성분은 대량 요소로 배지에 첨가되는 KNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 성분별 농도에 차이에 두어 시험 처리를 하였다(표 2). 배지 시험 처리를 순수 성분량으로 환산하면 표 3과 같다.

처리별 조사는 치상 0일 부터 20일 간격으로 100일까지 총 6회에 걸쳐 조사하였다. 배양 식물체 주요 조사는 초장, 발근수, 지상부 생체중, 지하부 생체중, 하엽 갈변율 등을 조사하였으며, 배지 조사는 기본적으로 배지 소모량, pH(ORION Model 420A pH meter, Orion Research INC. USA), EC 농도(ORION Model 150, Orion Research INC. USA)를 조사하였고, 성분별 정밀 조사를 위해 이온크로마토그래피(DX-120 Ion Chromatograph, DIONEX Corporatin, USA)로 양이온(Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>)과 음이온(F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)를 분석하였다.

표 2. 기내 계대배양 1차 선발 배지 조성표

Ingredient	MS배지 (mg/l)	A (mg/l)	B (mg/l)	C (mg/l)	D (mg/l)	E (mg/l)	F (mg/l)
1. KNO <sub>3</sub>	1,900	1,900	1,900	2,850	1,900	2,022	2,022
2. NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1,650	2,475	3,300	2,475	1,650	1,650	1,650
3. KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170	170	170	170	170	170	170
4. K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	348	697
5. MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	370	555	740	370	740	370	370
6. CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	440	440	440	440	440	440	440

Ingredient	MS배지 (mg/ℓ)	A (mg/ℓ)	B (mg/ℓ)	C (mg/ℓ)	D (mg/ℓ)	E (mg/ℓ)	F (mg/ℓ)
7. CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
8. CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
9. Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
10. H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
11. KI	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
12. MnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3
13. ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
14. FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8
15. Na <sub>2</sub> EDTA	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3
16. Myo-Inositol	100	100	100	100	100	100	100
17. Nicotinic acid	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
18. Thiamine·HCl	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
19. Pyridoxine·HCl	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
20. Glycine	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

표 3. 1차 선발 시험 배지 성분 함량

성분	MS배지 (mM)	A (mM)	B (mM)	C (mM)	D (mM)	E (mM)	F (mM)
N	120.12	161.37	202.62	180.19	120.12	122.54	122.54
P	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
K	<b>40.12</b>	<b>40.12</b>	<b>40.12</b>	<b>58.94</b>	<b>40.12</b>	<b>50.56</b>	<b>48.56</b>
S	3.01	4.51	6.02	3.01	6.02	7.02	11.02
Mg	3.01	4.51	6.02	3.01	6.02	3.01	3.01
Ca	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99
Cl	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97

#### (시험 4) 조직배양묘 바이러스 검정

칼라는 다년생 구근 작물로 이론적으로는 다년 재배가 가능하나 재배년한이 길어짐에 따라 다양한 바이러스 감염에 의해 해를 거듭 할수록 식물체 퇴화가 가중된다. 고품질의 칼라 구근을 생산하기 위해서 생장점 배양 단계에서부터 바이러스 검정을 통한 무병주 생산을 수행하였다. 검정 바이러스는 총 4종을 검정하였다. 4종류의 바이러스는 각각 칼라 모자이크 바이러스(ZaMV ; Zantedeschia mosaic virus), 카네이션 얼룩무늬 바이러스(CarMV ; Carnation mottle virus), 토란 모자이크 바이러스(DsMV ; Dasheen mosaic virus), 토마토 반점 위조 바이러스(TSWV ; Tomato spotted wilt virus)이다.

바이러스 검정은 생장점 배양후 본엽이 5장 이상 나왔을 때 1차 계대배양을 하면서 검정

하였다. 검정방법은 항원항체 방법(ELISA)을 이용하였으며, 시약은 기산바이오에서 생산한 시약을 구입하여 사용하였으며, 시약에 동봉된 방법에 따라 수행하였다. 항원항체 반응은 ELISA Leader(Power Wave X, BIO-TEK Instruments INC, USA)를 이용하여 분석하였으며 바이러스 양성 판정은 음성 시료의 측정 흡광도보다 5%가 넘는 시료들은 바이러스 감염의 의심구로 전량 폐기처분하였다. 바이러스 음성 판정이 된 시료들만 이후 계대배양에 사용하였다.

#### (시험 5) 조직배양묘 농가 분양 및 현지 재배

기내 조직배양 기내 증식묘의 현장 적용을 위해 매년 3만구 이상 분양 목표를 갖고 사업을 수행하였다. 농가 분양 후 바이러스는 총 4종을 검정하였다. 4종류의 바이러스는 각각 칼라 모자이크 바이러스(ZaMV ; Zantedeschia mosaic virus), 카네이션 얼룩무늬 바이러스(CarMV ; Carnation mottle virus), 토란 모자이크 바이러스(DsMV ; Dasheen mosaic virus), 토마토 반점 위조 바이러스(TSWV ; Tomato spotted wilt virus)이다. 바이러스 검정방법은 항원항체 방법(ELISA)을 이용하였으며, 시약은 기산바이오에서 생산한 시약을 구입하여 사용하였으며, 시약에 동봉된 방법에 따라 수행하였다. 항원항체 반응은 ELISA Leader(Power Wave X, BIO-TEK Instruments INC, USA)를 이용하여 분석하였다. 바이러스 양성 판정은 음성 시료의 측정 흡광도보다 20%가 넘는 시료들을 양성 판정하였다. 초기 생육 조사는 초장, 엽수, 엽장, 엽폭 등을 조사하였으며, 수확구 근근 특성 조사를 위해 논수, 구고, 단구경, 장구경, 구중 등을 조사하였다.

### <제2세부과제 : 유색칼라 ‘골든하트’ 개화구 생산을 위한 양구 기술개발 >

#### (시험1) 조직배양묘 관비재배 적정 EC 농도 구명

조직배양묘 순화를 위해 2010년 5월 20일에 기내에서 자란 묘를 수확하였다. 조직배양묘의 적정 EC농도 구명을 위해 감자배양액을 1.2, 1.8, 2.4dS·m<sup>-1</sup> 3수준으로 처리하였으며 5일에 1회 관주하였다. 이때 양액관주량은 상자당 600ml/회로 하였다. 정식은 2010년 5월 20일에 재식거리 4×4cm로 상자당 96주를 심었다. 정식상토는 코코피트:펠라이트:질석을 2:1:1(v:v:v)로 혼용하여 상토부피 8L를 재배상자인 삼목용 상자(48×33×7.5cm)에 충전하여 구근을 정식 후 재배하였다. 충분히 재배된 묘의 구근수확을 위해 9월 28일부터 단수를 실시하여 10월 25일에 구근을 굴취하여 수확하였다. 생육조사는 초장, 엽수, 엽장 등, 구근 수확 후 구중, 단구경, 장구경 등을 조사하였다.

#### (시험2) 조직배양묘 상자재배시 적정 재식거리 구명

조직배양묘의 상자재배시 적정 재식거리 구명을 위해 2010년 5월 20일에 기내에서 자란 묘를 수확하였다. 2010년 5월 20일에 혼용상토인 코코피트:펠라이트:질석을 2:1:1(v:v:v)으로 재배상자인 삼목용 상자(48×33×7.5cm)에 상토부피 8L를 충전하여 구근을 정식 후 재배하였다. 조직배양묘의 재식거리는 4×4cm(96주/상자), 6×6cm(40주/상자), 8×8cm(24주/상자) 3수준으로 하였다. 양액은 감자배양액을 EC 1.8dS·m<sup>-1</sup>으로 5일에 1회 관주하였다. 이때 양액관주량은 상자당 600ml/회로 하였다. 충분히 재배된 묘의 구근수확을 위해 9월 28일부터 단수를 실시하여 10월 25일에 구근을 굴취하여 수확하였다. 생육조사는 초장, 엽수, 엽장 등,

구근 수확후 구중, 단구경, 장구경 등을 조사하였다.

(시험3) 조직배양묘 상자재배시 적정 상토 구멍

조직배양묘의 상자재배시 적정 재식거리 구멍을 위해 2010년 5월 20일에 기내에서 자란 묘를 수확하였다. 적정 순화용 상토구멍을 위해 코코피트 단용, 코코피트:펄라이트:질석을 2:1:1(v:v:v), 피트모스:펄라이트:질석을 2:1:1(v:v:v), 코코피트:피트모스 2:1(v:v)과 코코피트:피트모스 1:1(v:v) 5처리로 시험을 수행 하였다. 2010년 5월 20일에 상토종류별로 재배상자인 삼목용 상자(48×33×7.5cm)에 상토부피 8L를 충전하여 구근을 정식 후 재배하였다. 조직배양묘의 재식거리는 4×4cm(96주/상자)로 하였다. 양액은 감자배양액을 EC 1.8dS·m<sup>-1</sup>으로 5일에 1회 관주하였다. 이때 양액 관주량은 상자당 600ml/회로 하였다. 충분히 재배된 묘의 구근수확을 위해 9월 28일부터 단수를 실시하여 10월 25일에 구근을 굴취하여 수확하였다. 생육조사는 초장, 엽수, 엽장 등, 구근 수확후 구중, 단구경, 장구경 등을 조사하였다.

(시험4) 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구(T<sub>1</sub>) 적정 EC 농도 구멍

조직배양묘 순화를 거쳐 수확된 소구를 개화구까지 양구하기 위하여 구근크기 3가지, 즉, 대구의 무게는 2.5±4g, 중구는 1.6±4g, 소구는 0.9±4g 범위의 구근을 측량하여 이용하였다 (표 4). 적정 EC농도 구멍을 위해 감자배양액을 1.8, 2.4, 3.0dS·m<sup>-1</sup> 3수준으로 처리하였으며 5일에 1회 관주하였다. 상자당 정식구수는 대구는 12구( 12.5×12.5cm), 중구는 15구(10×10cm), 소구는 24구(7.5×7.5cm)로 하였다. 정식은 2011년 5월 20일에 실시하였다. 정식상토는 코코피트:펄라이트:질석을 2:1:1(v:v:v)로 혼용하였다. 재배상자인 삼목용 상자(48×33×7.5cm)에 상토부피 8L를 충전하여 구근을 정식 후 재배하였다. 상토복토는 구근 높이로부터 약 1-2cm 정도 되도록 하였다. 충분히 재배된 묘의 구근수확을 위해 9월 20일부터 단수를 실시하여 10월 20일에 구근을 굴취하여 수확하였다. 생육조사는 초장, 엽수, 엽장 등, 구근 수확후 구중, 단구경, 장구경, 눈수 등을 조사하였다.

표 4. 정식 전 조직배양 소구(T<sub>1</sub>)의 구근 소

구분	구중(g)	구고(mm)	단구경(mm)	장구경(mm)	눈수(개)
대	2.5	12.7	16.0	18.6	1
중	1.6	11.7	12.9	16.0	1
소	0.9	9.7	10.7	13.4	1

(시험5) 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구 상자재배시 적정 재식 거리 구멍

조직배양묘 순화를 거쳐 수확된 소구를 개화구까지 양구하기 위하여 구근크기 3가지, 즉, 대구의 무게는 2.5±4g, 중구는 1.6±4g, 소구는 0.9±4g 범위의 구근을 측량하여 이용하였다. 상자재배 시 적정 재식거리를 구멍하기 위하여 대구의 경우 12.5×12.5cm, 10×10cm와 7.5×7.5cm의 3처리, 중구의 경우 10×10cm, 7.5×7.5cm와 5×7.5cm의 3처리, 그리고, 소구의 경우 7.5×7.5cm, 5×5cm와 4×4cm의 3처리의 조합으로 하였다. 정식은 2011년 5월 15일에 실시

하였다. 정식상토는 코코피트:펠라이트:질석을 2:1:1(v:v:v)로 혼용하였다. 재배상자인 삼목용 상자(48×33×7.5cm)에 상토부피 8L를 충전하여 구근을 정식 후 재배하였다. 상토복토는 구근 높이로부터 약 1-2cm 정도 되도록 하였다. 관수는 양액으로 EC 1.2dS·m<sup>-1</sup>의 감자배양액을 5일에 1회 관주하였다. 충분히 재배된 묘의 구근수확을 위해 9월 20일부터 단수를 실시하여 10월 20일에 구근을 굴취하여 수확하였다. 생육조사는 초장, 엽수, 엽장 등, 구근 수확후 구중, 단구경, 장구경, 눈수 등을 조사하였다.

(시험6) 구근 저장 온도 및 기간에 따른 개화 특성 구명

구근의 저장기간별 저장고내에서의 호흡량 분석을 위하여, 시험품종으로 '골든하트'를 이용하였다. 구근크기는 11~17g 크기로 공기가 차단되는 플라스틱 용기에 8구씩 넣어 실험에 이용하였다. 저장온도는 4, 8℃로 CA 저장고의 OXTSTAT 200, CA Pacific US 기기로 이산화탄소와 산소량을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 유색칼라 '골든하트' 대량증식을 위한 조직배양 체계확립>

(시험 1) 멀티슈트 유기 호르몬 선발

치상 후 1차 조사 결과 멀티슈트 무게는 TDZ 0.5mg/L에서 가장 높았으며, 근발생율, 발근수, 근장 등은 농도가 높을수록 적어지는 경향이였다. 신초 발생은 TDZ 0.01, 0.25mg/L의 비교적 낮은 농도에서 각각 44, 12%로 높게 발생하였다. 이는 TDZ 농도가 낮아지면 신초 발생 억제력이 적어져서 멀티 슈트 유도 대신에 신초가 발생하는 것으로 보여진다(표 5). 갈변 발생율은 후기로 갈수록 심화되었는데, TDZ 1.0mg/L, 2.0mg/L에서 각각 28%, 55%로 고농도에 갈변율이 높아졌다. 이는 높은 농도의 TDZ 호르몬이 식물체에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 갈변율은 0.25mg/L와 0.50mg/L에서 각각 12%, 15%로 가장 낮게 나타났다(표 5). 이러한 1차 조사 결과를 종합해 볼 때 멀티슈트 유기 배지로는 신초와 발근이 억제되면서 멀티슈트의 무게가 다소 증가하고 갈변 발생율이 적은 TDZ 0.5mg/L 처리구에서 가장 우수하였다.

표 5. TDZ 농도 처리별 멀티슈트 생육(치상 3~4주후)

TDZ 농도 (mg/L)	멀티슈트 무게(g)	근발생율 (%)	발근수 (개)	근장 (mm)	신초 발생율 (%)	신초수 (개)	신초장 (mm)	갈변 발생율 (%)
0.01	0.86±0.203	93.3	3.7±2.76	10.4±5.53	44	2.1±1.37	15.3±8.45	20
0.10	0.86±0.206	86.7	4.4±2.57	9.0±3.51	4	1.0±0.00	12.0±0.00	20
0.25	0.88±0.114	40.0	2.2±0.75	8.0±4.56	12	1.3±0.57	23.3±9.07	12
0.50	0.95±0.286	13.3	2.5±2.12	6.5±2.12	5	1.0±0.00	7.0±0.00	15
1.00	0.89±0.165	6.7	1.0±0.00	5.0±0.00	4	1.0±0.00	20.0±0.00	28
2.00	0.92±0.247	20.0	1.3±0.58	6.3±1.53	0	0	0	55

\* 평균±표준편차, 조사개체수 15~25개

\* 치상일 : 2010. 9. 15 \* 조사일 : 2010. 10. 7(무게~근장), 2010. 10. 18(신초수~갈변발생율)

치상 후 2차 조사의 결과, 멀티슈트 무게는 TDZ 0.1mg/L에서 1.72g으로 다소 높았으며 TDZ 농도가 높아 질수록 감소하는 경향을 보였다. 뿌리 발생은 TDZ 0.01~0.25mg/L에서 100%로 나타났으며 TDZ 0.5mg/L 이상에서는 농도가 높을수록 뿌리 발생이 낮아지는 경향이였다. 신초는 TDZ 0.01~1.0mg/L 농도까지는 모두 발생이 가능하였으나, 농도가 낮을 수록 신초 발생이 많아 졌으며 TDZ 0.01~0.25mg/L 농도에서 13.3~66.6%의 높은 신초 발생을 보였다(표 6). 갈변율은 TDZ 농도가 0.01mg/L일때 40%에서 TDZ 농도가 높아질수록 낮아지다가 TDZ 농도 1.0mg/L부터 다시 급격하게 갈변되어 TDZ 1.0mg/L, 2.0mg/L에서 각각 53.3%, 60.0%로 높게 나타나 고농도에 의한 피해 현상이 나타났으며 TDZ 2.0mg/L의 고농도에서는 계대배양시 조직이 무르게 부서지는 현상이 나타났(표 6, 그림 1).

1, 2차 조사 결과를 종합해 볼 때 TDZ 0.5mg/L 에서는 뿌리 발생이 억제되고 멀티슈트와 갈변율, 신초 발생 억제 등 멀티 슈트 유기 배지로 가장 적합한 것으로 나타나 결론적으로 TDZ 0.5mg/L 농도를 멀티슈트 유기 호르몬 농도로 선발하였다.

표 6. TDZ 농도 처리별 멀티슈트 생육(치상 5주후)

처리농도 (mg/L)	멀티슈트 무게 (g)	근발생율 (%)	발근수 (개)	근장 (mm)	신 초 발생율 (%)	신초수 (개)	신초장 (mm)	갈 변 발생율 (%)
0.01	1.64±0.308	100	11.2±6.34	17.7±8.36	66.6	2.40±1.578	14.7±4.64	40.0
0.10	1.72±0.224	100	10.8±5.16	18.8±5.81	13.3	1.00±0.000	10.5±0.70	40.0
0.25	1.66±0.365	100	10.0±7.00	18.2±5.70	33.3	2.00±1.000	19.4±11.67	13.3
0.50	1.45±0.299	73	4.0±2.72	10.2±5.31	6.6	1.00±0.000	11.0±0.00	33.3
1.00	1.17±0.296	53	3.3±2.72	8.1±4.01	6.6	1.00±0.000	20.0±0.00	53.3
2.00	1.15±0.290	20	1.6±0.57	5.3±2.08	0.0	-	-	60.0

\* 평균±표준편차, 조사개체수 25개

\* 치상일 : 2010. 9. 15 \* 조사일 : 2010. 10. 21



그림 1. TDZ 농도별 처리 5주 후 멀티슈트(左: 0.1mg/L, 中 :0.5mg/L, 右:2.0mg/L)

(시험 2) 조직배양묘 신초 증식 배지 선발

시험조사 결과 신초 발생은 1/2MS 배지와 활성탄소 2% + 3/4MS 배지에서 93.3%로 가장

높게 나타났으며 1/2MS, 3/4MS, MS 배지에서도 각각 활성탄소를 넣은 배지에서 80.0% 이상의 높은 발근율을 보였다. 근장의 경우 1/2MS, 3/4MS, MS배지에서 활성탄소를 넣은 경우 근장 17.8, 19.2, 13.1mm, 신초장 22.0, 10.3, 17.2mm로 활성탄소를 넣지 않은 처리에 비해 완전 식물체로의 발달이 우수하였다(표 7).

갈변 발생율은 1.5배 MS 이상의 농도에서 28~40%로 높게 나와 염 농도가 높을 수록 ‘골든하트’ 품종에서는 갈변이 촉진되는 것으로 나타났다. 결과적으로 신초 증식배지로는 발근이 잘되고 신초 발생율이 높고 갈변 발생율이 적은 1/2MS배지, 차콜+1/2배지 및 차콜+MS 처리구가 생육에 유리한 것으로 판단되었다. 그러나 1/2 MS 배지에서는 치상 후 초기에는 뿌리 및 신초 발생이 빨랐으나 후기 영양 부족 현상이 발생하여 신초 신장이 부진하였고, 치상 8주 후에는 MS배지에 0.2% 활성탄소를 넣은 배지가 신초가 크고 견실하고 뿌리 신장이 개선되는 효과를 보여(그림 2), 완전 식물체 발생을 위한 신초 발생 배지로는 MS 기본배지에 활성탄소 0.2% 첨가 배지가 가장 우수하였다.

표 7. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 신초 증식 배지 선발 (치상 3~4주후)

배지	차콜	멀티슈트 무게 (g)	근 발생율 (%)	발근수 (개)	근장 (mm)	신초 발생율 (%)	신초수 (개)	신초장 (mm)	갈변 발생율 (%)
1/2MS	무	0.90±0.104	93.3	4.2±2.35	11.0±4.51	27	1.2±0.50	14.1±4.36	0
	유	0.91±0.192	80.0	3.5±2.3	17.8±8.49	33	4.0±2.82	22.0±5.04	0
3/4MS	무	1.00±0.208	46.7	3.5±1.27	9.6±2.05	13	2.5±2.12	8.3±0.42	8
	유	1.01±0.156	93.3	6.0±4.98	19.2±9.02	13	1.0±0.00	10.3±2.26	0
MS	무	0.89±0.145	60.0	2.0±2.00	6.7±2.10	7	2.0±0.00	11.0±0.00	4
	유	0.93±0.153	80.0	3.7±1.96	13.1±8.98	33	2.8±1.78	17.2±6.00	8
1.5MS	무	1.21±0.223	33.3	1.8±0.83	6.2±1.64	33	2.2±1.30	21.2±6.64	28
	유	1.14±0.105	46.7	1.8±1.21	9.1±5.66	13	1.0±0.00	17.5±9.19	36
2MS	무	1.00±0.182	33.3	1.8±1.30	9.2±2.58	0	0	0	28
	유	0.94±0.150	26.7	1.7±0.50	7.0±1.63	0	2.0±0.00	16.0±0.00	40

\* 평균±표준편차, 조사개체수 15~25개

\* 치상일 : 2010. 9. 15 \* 조사일 : 2010. 10. 7(무게~신초발생율), 2010. 10. 18(갈변발생율)



(1/2MS(+차콜) 배지 치상 4주 후)



(MS+차콜 배지 치상 4주 후)



(MS+차콜 배지 치상 8주 후)

그림 2. 신초 증식 배지별 생육

(시험 3) 고효율 기내 계대배양 배지 선발

신초 생육을 위한 계대배양 처리에 따른 지상부 생육 조사 결과는 배양 20일까지는 처리 간 차이가 없다가 40일부터 처리 간 차이를 보였다. 초장의 신장을 보면 A, D, E 처리에서 가장 우수하였으며 A처리는 MS배지의 신초장인 7.6cm 보다 5.3cm 긴 12.9cm를 보였다(표 8). 지상부의 전체의 생체중 변화도 초장의 변화와 유사한 경향을 보여 배양 40일부터 차이를 보여 배양 100일에는 현저한 차이를 보였다(그림 3). 뿌리 발육을 보면 초장과 달리 배양 20일부터 처리 간 차이를 보였다. 이는 계대 배양 초기에는 뿌리 발생이 먼저 일어나고 이어서 신초 신장이 이루어 지는 것을 알 수 있다. 근장은 경우 처리별로 차이를 많이 보였으며 신초 변화와 유사한 경향치를 보여 A, D, E, F 처리에서 우수하여 각각의 처리에서 근장은 각각 8.7, 7.3, 8.4, 8.4cm 이었다(표 9). 신생 뿌리의 개수도 유사한 경향을 보였다.

기내 식물체의 총 성장량을 보기위하여 지상부와 지하부로 나누어 총 생체중을 조사하였다. 조사 결과 A처리에서 생육이 가장 우수하였다. 특히 80일 이후에 큰 차이를 보였다(표 10). 이는 다른 처리에서 60일 이후에 기내 식물체 생장이 왕성해지면서 영양 부족현상이 일어나는 것으로 생각되었다. 배지 소모량과 함께 보면 식물 성장에 따라 배지량은 반비례 경향으로 60일 이후 배지량이 급격이 줄어드는 것을 볼 수 있다(표 11, 그림 4).

표 8. 신초 생육을 위한 배지 처리에 따른 배양 기간별 지상부 생육 조사

배지 종류	초 장 (cm)						신생 엽수(개)					
	0일	20일	40일	60일	80일	100일	0일	20일	40일	60일	80일	100일
MS	3.2	3.1	3.5	4.6	5.5	7.6	0	1.4	2.9	3.0	4.2	5.3
A	3.2	3.2	5.1	6.7	10.3	12.9	0	1.9	2.9	3.9	4.5	4.7
B	3.2	3.1	4.1	7.1	6.6	10.2	0	2.1	2.7	4.2	4.2	5.4
C	3.2	3.3	3.5	3.0	4.3	5.9	0	2.1	3.1	3.0	4.5	6.7
D	3.2	3.1	5.6	6.6	10.5	12.1	0	2.4	2.9	3.4	3.8	4.4
E	3.2	3.2	5.3	6.8	9.0	12.0	0	2.8	2.4	3.4	4.4	4.7
F	3.2	3.4	4.1	5.6	8.4	9.6	0	2.5	3.1	3.5	4.0	5.2

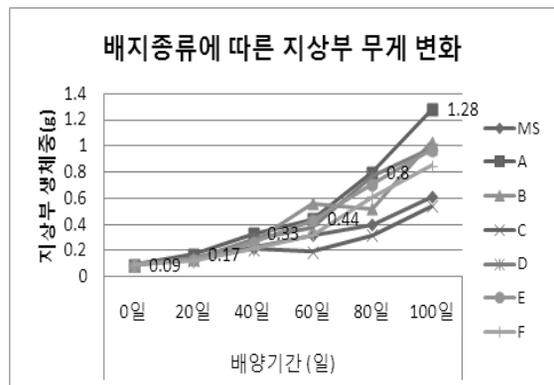
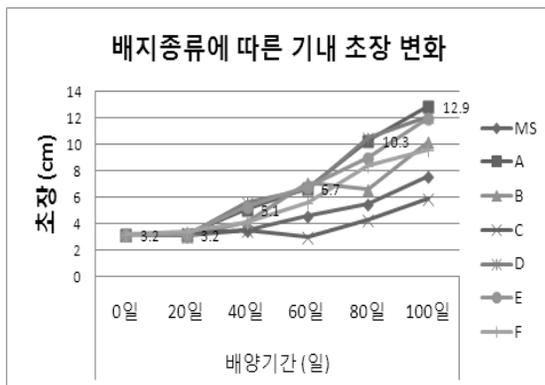


그림 3. 배지종류에 따른 기내 초장 및 지상부 무게 변화

표 9. 비대배지 처리에 따른 배양 기간별 지하부 생육 조사

배지 종류	근 장 (cm)						신생 근수(개)					
	0일	20일	40일	60일	80일	100일	0일	20일	40일	60일	80일	100일
MS	0	1.0	1.6	3.4	3.3	4.9	0	1.5	2.2	4.5	5.5	7.1
A	0	2.8	5.3	6.1	7.5	8.7	0	2.2	4.7	5.9	7.4	9.0
B	0	2.4	4.3	7.5	5.9	6.6	0	2.4	4.0	6.9	7.3	9.7
C	0	0.4	0.7	0.1	2.1	2.6	0	1.0	1.4	0.2	4.3	6.7
D	0	3.8	5.5	5.4	7.0	7.3	0	2.1	4.1	5.5	7.4	8.3
E	0	3.9	5.8	6.2	7.7	8.4	0	2.3	4.5	5.6	9.1	10.7
F	0	2.9	5.5	6.3	7.1	8.4	0	2.0	6.3	5.2	7.9	10.0

표 10. 비대배지 처리에 따른 배양 기간별 생체중 변화 조사

배지 종류	지상부 생체중 (g)						지하부 생체중 (g)					
	0일	20일	40일	60일	80일	100일	0일	20일	40일	60일	80일	100일
MS	0.09	0.14	0.22	0.32	0.40	0.61	0	0.017	0.025	0.064	0.102	0.222
A	<b>0.09</b>	<b>0.17</b>	<b>0.33</b>	<b>0.44</b>	<b>0.80</b>	<b>1.28</b>	<b>0</b>	<b>0.171</b>	<b>0.334</b>	<b>0.444</b>	<b>0.799</b>	<b>1.282</b>
B	0.09	0.14	0.27	0.56	0.52	1.03	0	0.047	0.102	0.336	0.230	0.373
C	0.09	0.13	0.21	0.19	0.32	0.54	0	0.009	0.010	0.003	0.044	0.049
D	0.09	0.13	0.29	0.38	0.77	0.98	0	0.070	0.198	0.215	0.318	0.449
E	0.09	0.13	0.26	0.43	0.71	0.97	0	0.060	0.190	0.247	0.408	0.708
F	0.09	0.12	0.21	0.32	0.61	0.85	0	0.037	0.122	0.247	0.335	0.633

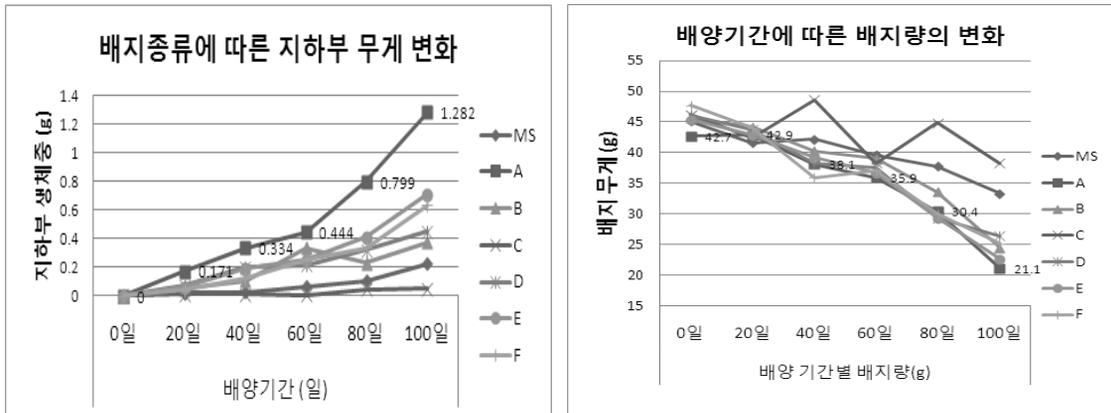


그림 4. 배지종류에 따른 지하부 무게 및 배양기간별 배지량 변화

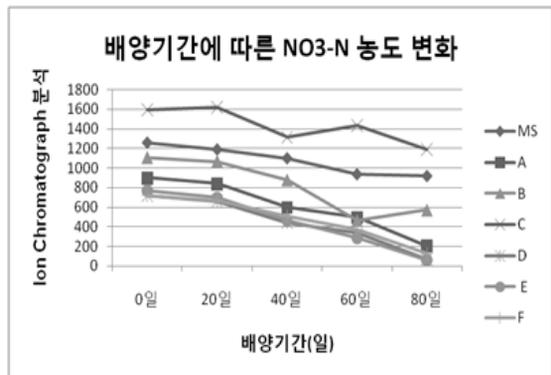
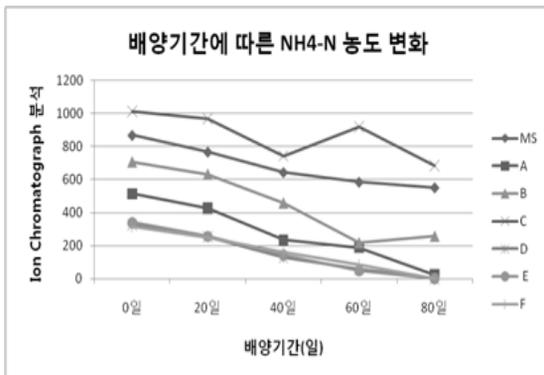
표 11. 배양 기간에 따른 배지량의 변화

배지종류	배양 기간별 배지량(g)					
	0일	20일	40일	60일	80일	100일
MS	45.1	41.6	42.2	39.6	37.8	33.3
A	42.7	42.9	38.1	35.9	30.4	21.1
B	45.6	44.2	40.3	39.0	33.6	24.5
C	46.2	42.4	48.6	38.3	44.9	38.3
D	46.1	43.8	38.2	37.6	29.3	26.4
E	45.4	42.9	39.2	36.7	29.3	22.6
F	47.7	44.0	35.9	37.1	30.0	25.1

배양 기간에 따른 배지 성분 농도 변화를 보면  $\text{NH}_4^+$  농도는 A, E, F 배지처리에서 60일에 거의 소모가 되었으며 80일에는 0에 가까웠으며,  $\text{NO}_3^-$  농도도 계속하여 소모되어 80일 이후에는 대부분 소모되었다. 세 번째로 많이 소모되는 성분으로는  $\text{SO}_4^{2-}$ 과  $\text{K}^+$  이온으로 80일부터 소모량이 증가하는 것을 알 수 있다.

1차 시험결과 A 처리 배지가 MS 배지에 비해 생체중 생육은 2배 이상 우수하여 유색칼라 ‘골든하트’의 멀티슈트 배지에서 식물체 형성 배지에 가장 우수한 배지로 선별하였다. 하지만 100일 이후에도 다른 이온들의 농도는 높은 수준으로 유지되는 것으로 보아 ‘골든 하트’ 품종이 요구하는 전체적인 염농도가 낮을 것으로 사료되었다.

2차 배지 시험은 1차 배지 시험을 토대로  $\text{NH}_4^+$  농도와  $\text{NO}_3^-$  농도는 다양한 수준으로 변화를 주고 나머지 소모되는 다량 요소는 기본 MS 배지보다 1/2로 낮춘 수준에서 시험 처리를 하였다. 총 처리는 14처리를 성분별로 제조하여 배지 시험에 이용하였다(표 12, 13). ‘골든 하트’ 조직배양묘 분양 목표를 달성 사유로 현재 시험 배양 중에 있으며, 성분 분석 결과 등 최종 결과는 추후 도출하여 연구 논문으로 발표할 예정이다.



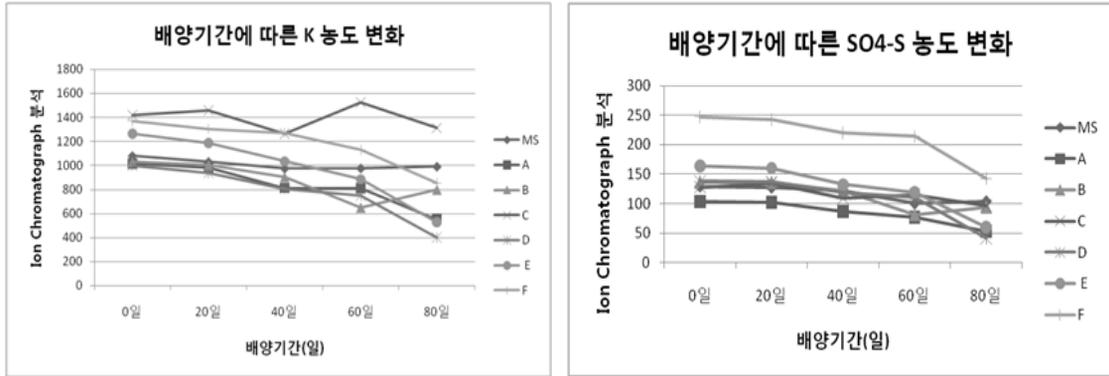


그림 5. 배양기간에 따른 배지내 성분량 변화

표 12. 2012년 시험 배지 조성

Ingredient	MS (mg/l)	1/2MS (mg/l)	A (mg/l)	B (mg/l)	C (mg/l)	D (mg/l)	E (mg/l)
1. KNO <sub>3</sub>	1,900	950	1,550	1,200	1,550	1,550	1,200
2. NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1,650	825	1,650	1,650	2,200	2,750	2,200
3. KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170	85	255	255	255	255	255
4. K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	348
5. MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	370	185	370	370	370	740	370
6. CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	440	220	440	440	440	440	440

Ingredient	F (mg/l)	G (mg/l)	H (mg/l)	I (mg/l)	J (mg/l)	K (mg/l)	L (mg/l)
1. KNO <sub>3</sub>	1,200	1,550	1,200	1,550	1,200	1,200	1,200
2. NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
3. KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	255	255	255	255	255	255	255
4. K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	174	349
5. MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	370	370	370	185	185	185	185
6. CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	440	220	220	220	220	220	220

표 13. 2012년 시험배지 성분 함량

성분	MS (mM)	1/2MS (mM)	A (mM)	B (mM)	C (mM)	D (mM)	E (mM)	F (mM)	G (mM)	H (mM)	I (mM)	J (mM)	K (mM)	L (mM)
N	120.12	60.06	113.19	106.26	140.69	168.19	133.76	161.26	168.19	161.26	168.19	161.26	161.26	161.26
P	2.50	1.25	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
K	40.12	20.06	34.44	27.51	34.44	34.44	27.51	27.51	34.44	27.51	34.44	27.51	31.51	35.54
S	3.01	1.50	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	1.50	1.50	3.50
Mg	3.01	1.50	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	1.50	1.50	1.50
Ca	5.99	2.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	2.99	2.99	2.99	2.99	2.99	2.99
Cl	11.97	5.99	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99

(시험 4) 조직배양묘 바이러스 검정

바이러스 검정 결과는 2010년도에 66개 라인을 검정하여 CarMV는 33.4%로 가장 높았으며, 다음으로는 DSMV 10.6%, ZaMV 4.5%였고, TSWV는 전혀 감염되지 않았다. 전체적으로 보았을때 검정한 4가지 바이러스 중 한 가지라도 감염된 개체는 42.4%였다(표 14).

표 14. 2010년 조직배양묘 생장점 배양구 1차 계대배양시 바이러스 검정

바이러스	CarMV	DSMV	TSWV	ZaMV	총계
감염율 (%)	33.4	10.6	0	4.5	42.4

\* 총 66개 라인 검정

조직배양 소구에 대해서도 바이러스 검정을 실시하였다. 총 5,000주 식재하여 재배기간 동안 바이러스 증상 의심주를 352개(7.0%) 채취하였으며 증상별로 분류한 후에 각각 바이러스 검정하였다. 검정한 바이러스 종류와 검정 방법은 조직배양묘 바이러스 검정 방법과 동일하게 수행하였다. 다만 바이러스 양성 판정은 음성 시료 흡광도보다 20%이상 나온 것을 양성 판정하였다.

바이러스 의심 증상별로 나누어 보면 잎에 얼룩덜룩한 모자이크 증상(Mosaic), 잎이 심하게 뒤틀리거나 가늘게 물결모양을 나타는 경우(Twist), 잎 모양이 뾰족하게 되며 가늘게 길어진 경우(Sharp)와 잎이 잘 크지 않고 왜소하고 이상하게 발육이 부진한 경우(Stunt) 등 크게 4가지 타입으로 나눌 수 있었으며 단순히 한가지 증상 보다는 2~4가지가 증상이 복합적으로 나타났다. 이러한 결과는 대부분 식물의 바이러스 증세와 유사하였다.

의심 증상별로 분류한 결과 모자이크만 나타나거나 뒤틀림 현상이 같이 있는 경우 감염율이 각각 30.2, 32.6%로 가장 많았으며 모자이크 증상을 기본으로 하여 다양한 복합 증상을 보이는 것은 총 87.9%의 감염율을 보였다. 바이러스 검정결과 단순 모자이크 증상으로 분류한 것은 바이러스 감염율이 0%로 지속적인 연구 관찰 결과 철분 결핍과 같은 생리장애로 생각되며 일반 농가에서도 바이러스로 오인하는 경우가 있어 현장 컨설팅이 필요할 것으로 판단되었다. 모자이크 증상에 뒤틀림현상을 동반한 경우 6.7%, 모자이크 증상에 발육부진으로 왜소한 경우 6.3%, 모자이크에 잎이 가늘게 길어지면서 뒤틀림이 있거나 발육이 부진한 경우 9.1%의 감염율을 나타냈으며, 네가지 증상이 모두 나타난 경우 4.2% 감염율을 나타냈으며 그 외의 증상에는 바이러스가 감염되지 않은 것으로 나타났다(표 15, 그림6).

전체적으로 2.8%의 바이러스 감염율을 보였고, 4가지 증상이 복합적으로 심하게 나타난 경우에도 감염율이 4.2%로 비교적 낮게 나타나는 것으로 보아 칼라에서 보고된 바이러스 이외의 변종 바이러스 출현 가능성 및 ELISA test법에 대한 한계성 등이 예상되었다. 특히 현재 칼라에 보고되는 바이러스는 위의 4종 이외에도 ZaMMV(Zantedeschia Mild Mosaic Virus), CMV(Cucumber Mosaic Virus), KoMV(Konjac Mosaic Virus), BYMV(Bean Yellow Mosaic Virus), CLLV(Calla Lily latent Virus), CLCRV(Calla Lily Chlorotic Ringspot Virus), TuMV(Turnip Mosaic Potyvirus) 등이 있어 국내 칼라에 대한 종합적인 역학조사가 필요하다고 판단되었다.

표 15. 2010년 조직배양 소구 재배시 바이러스 의심주 증상별 바이러스 검정

증상	분포율 (%)	감염율 (%)			
		CarMV	DSMV	TSWV	ZaMV
M	30.2	0	0	0	0.0
MS	1.2	0	0	0	0.0
MSSt	3.4	0	0	0	9.1
MST	3.4	0	0	0	9.1
MSt	4.9	0	0	0	6.3
MStT	4.9	0	0	0	0.0
MSStT	7.4	0	0	0	4.2
MT	32.6	0	0	0	6.7
SSt	2.2	0	0	0	0.0
T	3.1	0	0	0	0.0
TS	2.2	0	0	0	0.0
TSt	4.6	0	0	0	0.0
총계	100	0	0	0	2.8

\* M : Mosaic 모자이크모양, S : Sharp 잎이 가늘어짐, St : Stunt 발육부진, T : Twist 뒤틀림

\* 총 5,000주 식재구에서 바이러스 의심주 352개 채취 증상별 분류 후 증상별 최대30개 샘플 검정



(바이러스 검정 전경:ELISA test)

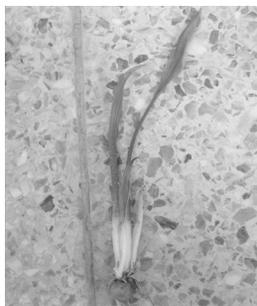
(모자이크증상)

(모자이크+왜성+가늘어  
짐+뒤틀림 복합증상)

(모자이크+왜성  
복합증상)



(모자이크+뒤틀림 복합증상)



(왜성+가늘어짐 복합증상)



(뒤틀림+가늘어짐 복합증상)



(뒤틀림+왜성 복합증상)

그림 6. 바이러스 검정 및 바이러스 증상별 분류

2011년도에도 생장점 배양구의 1차 계대배양시 바이러스 검정을 수행하였다. 총 22개 라인을 검정하여 CarMV는 86.4%로 가장 높았으며, 다음으로는 TSWV 27.3%, DSMV 13.6%, ZaMV 4.5%였고, 복합 감염인 경우도 22.7%로 매우 높았다. 전체적으로 보았을 때 검정한 4가지 바이러스 중 한 가지라도 감염된 개체는 86.4%였다(표 16). 검정한 결과를 바탕으로 이병이 의심스러운 모든 개체는 고압살균하여 폐기하였으며, 건전한 라인만 계대배양으로 증식하였다.

표 16. 2011년 조직배양묘 생장점 배양구 1차 계대배양시 바이러스 검정

바이러스	CarMV	DSMV	TSWV	ZaMV	복합감염	총계
감염율 (%)	86.4	13.6	27.3	4.5	22.7	86.4

※ 총 22개 라인 검정

(시험 5) 조직배양묘 농가 분양 및 현지 재배

기내 조직배양 기내 증식묘의 현장 적용을 위해 매년 3만구 이상 분양 목표를 갖고 사업을 수행하였다. 2010년도에는 강릉과 춘천 농가에 강원도농업기술원 육성품종인 '골든하트'와 더불어 '모닝라이트' 품종 총 30,000주의 조직배양묘를 분양하여 농가 현지 재배를 실시하였다. 분양한 내용은 표 17과 같다.

농가 분양 정식 한달 후 초기 생육은 '골든하트' 초장 8.7cm, 엽수 4.1개, 엽장 4.7cm, 엽폭 2.0cm, '모닝라이트' 초장 12.6cm, 엽수 2.9개, 엽장 4.6cm, 엽폭 1.7cm로 '골든하트'가 다소 초장이 작고 엽수가 많은 것으로 나타났으며 생육차이는 품종 특성으로 두 품종 모두 생육이 양호하였다(표 18).

표 17. 2010년 조직배양묘 농가 분양 내역 (단위 : 주)

품 종	춘천농가	강릉농가	계
골든하트	9,000	13,000	22,000
모닝라이트	6,000	2,000	8,000
계	15,000	15,000	30,000

표 18. 2010년 농가 분양 조직배양묘 초기 생육

품 종	초장 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
골든하트	8.7±1.74	4.1±1.10	4.7±0.30	2.0±0.14
모닝라이트	12.6±2.39	2.9±0.87	4.6±0.43	1.7±0.19

\* 분양일 : '10. 9.25, 조사일 : '10. 10.27

2011년에는 조직배양묘와 순화구를 포함해서 총 38,000주를 재배농가에 분양하였다(표 19). 분양후 2개월 후에 바이러스 검정을 실시하였다. 바이러스 검정 종류와 방법은 이전의 방법

과 동일한 방법으로 수행하였다. 전체적으로 바이러스 감염율이 낮았으며 양양지역에 분양한 시료중 일부 DSMV에 감염되어 감염율 4.5%를 보였다(표 20). 분양 지역별 지상부와 지하부 생육을 조사하였다. 주요 조사 항목으로는 초장, 엽수, 엽장, 엽폭, 눈수, 구고, 단구경, 장구경, 구중 등을 조사하였다. 지역별 생육을 보면 강릉지역에 분양된 조직배양묘 생육이 저조하였는데 이는 정식시기가 6월 20일 이후로 늦었으며, 정식후 고온 등으로 생육이 불량하였다. 원주와 양양에 분양한 조직배양묘의 생육은 각각 엽장 10.5, 13.2cm, 엽폭 6.4, 9.8cm, 구중 20.0, 37.1g으로 우수하였다(표 21, 22).

표 19. 2011년 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 분양 현황

지역	농가명	규격		계	분양일 (월.일)
		조직배양묘	순화구		
원주	정낙원	10,000	2,000	12,000	4. 18
강릉	이계식	10,000	2,000	12,000	6. 20
양양	신현승	7,000	2,000	9,000	4. 14
	박병기	3,000	-	3,000	4. 14
춘천	임동진	-	2,000	2,000	4. 20
계		30,000	6,000	38,000	

표 20. 2011년 농가 분양후 생육중 바이러스 검정 (시료채취 : 6월 13일)

지역	품종	시료수	바이러스 이병율(%)					총감염율
			CarMV	DSMV	TSWV	ZaMV	복합감염	
원주	골든하트	46	0	0	0	0	0	0
양양	"	22	0	4.5	0	0	0	4.5

표 21. 2011년 분양 시군별 지상부 생육 조사 (조사일 : 10월 12일)

지역	초장(cm)	엽수(개)	엽장(cm)	엽폭(cm)
원주	44.4	1.7	10.5	6.4
강릉	18.8	2.3	7.4	3.6
양양	57.6	2.2	13.2	9.8

표 22. 2011년 분양 시군별 지하부 구근 생육 조사 (조사일 : 10월 12일)

지역	눈수(개)	구고(cm)	단구경(cm)	장구경(cm)	구중(g)
원주	2.6	2.34	2.95	3.15	20.0
강릉	1.0	1.00	1.08	1.19	2.3
양양	3.1	2.45	2.93	3.24	37.1

2012년에는 조직배양묘와 순화구를 포함해서 4시군 5농가에 총 44,000주를 재배농가에 분양하였다(표 23). 2010년부터 강원도농업기술원 칼라 구근 분양과 더불어 강원도 지역에 칼라 재배면적과 칼라 재배를 희망하는 농가가 늘면서 분양 시군이 4개 시군으로 분양하게 되었다.

분양 지역중에 대표적인 지역으로 원주와 양양에 대한 재배 생육을 조사하였다. 지하부 생육을 조사한 결과 원주지역이 양양에 비해 매우 양호하였는데(표 24) 이는 원주농가의 오랜 경험과 시험연구 노력의 결과로 보여지며, 재배적 특이사항을 보면 고온기 피해를 줄이기 위해 팽연화왕거 멀칭과 점적호스를 이용한 관수 등 토양 온도 관리를 위한 적극적인 재배관리를 수행하였다(그림 7). 양양지역은 새로 정식한 하우스내 배수가 불량하여 향후 배수 및 재배 방법 등을 컨설팅하였다.

표 23. 2012년 유색칼라 국내육성품종 종묘 및 종구 분양 현황

지역	농가명	규 격			계
		품종	조직배양묘	순화구	
춘천	임동진	골든하트	-	7,000	7,000
원주	정낙원	골든하트	10,000	2,000	13,000
		모닝라이트		1,000	
평창	김영준	골든하트	8,000	3,000	12,000
		모닝라이트		1,000	
양양	신현승	골든하트	7,000	2,000	10,000
		모닝라이트		1,000	
	박병호	골든하트	2,000		
4지역		골든하트	27,000	14,000	41,000
		모닝라이트		3,000	3,000
	5농가	2품종	27,000	17,000	44,000

표 24. 분양 시군별 지하부 구근 생육 조사 (조사일 : 10월 20일)

지역	눈수(개)	구고(cm)	단구경(cm)	장구경(cm)	구중(g)
원주	10.6	4.34	4.95	5.15	50.0
양양	3.1	2.45	2.93	3.24	37.1



그림 7. 원주(정낙원농가) 칼라 양구 및 조직배양묘 순화 베드

<제2세부과제 : 유색칼라 ‘골든하트’ 개화구 생산을 위한 양구 기술개발 >

(시험1) 조직배양묘 관비재배 적정 EC 농도 구명

생육초기(7.23)의 EC 농도별 초장은 EC 1.2dS/m에서 28.6cm으로 다소 컸으며 엽수, 엽장은 큰 차이가 없었다. 황화개체수는 EC 2.4dS/m에서 7.0개로 다소 많았으며 무름병 발생주도 4.7개로 높게 나타났다(표 25, 그림 8). 결과적으로 생육초기에 EC 1.2과 1.8dS/m에서 생육이 양호하였으며, EC 2.4dS/m에서는 황화개체수 및 무름병 발병주가 많아지는 등 생육이 저조해졌다. 바이러스가 의심되는 잎모양의 개체가 4% 미만으로 나타나 제거하였다.

생육후기(9.27)의 EC 농도별 초장은 EC 1.8dS/m에서 37.5cm으로 가장 컸으며 엽수는 EC 2.4dS/m에서 4.2개로 다소 좋았으나 처리별 큰 차이는 없었다. 엽장은 EC 1.8dS/m에서 10.5cm로 가장 좋았다(표 26, 그림 9). 결과적으로 생육후기에 EC 1.8dS/m에서 생육이 양호한 것으로 나타났다. 바이러스가 의심되는 잎모양의 개체가 2% 미만으로 나타나 제거하였다.

표 25. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 EC 농도별 생육 (‘10.7.23)

EC농도 (dS/m)	초장 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	황화개체수 (개)	무름병발생주 (개)	바이러스 의심개체 (개)
1.2	28.6±2.0	4.8±0.8	9.1±1.0	3.7±6.4	3.0±4.4	3.7±3.1
1.8	26.7±1.6	5.2±0.8	9.0±1.0	0.7±0.6	2.3±2.5	3.7±2.1
2.4	24.1±2.7	4.7±1.0	8.7±0.4	7.0±6.2	4.7±4.0	1.0±1.7

표 26. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 EC 농도별 생육 (‘10.9.27)

EC농도 (dS/m)	초장 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	황화개체수 (개)	무름병발생주 (개)	바이러스 의심개체수 (개)
1.2	30.9±3.8	3.5±0.7	9.2±1.2	10.7±4.2	16.0±4.4	1.3±0.6
1.8	37.5±2.5	3.6±0.7	10.5±0.9	20.0±3.6	11.3±2.5	2.0±0.0
2.4	31.6±5.8	4.2±0.4	9.1±1.4	13.3±3.2	14.3±10.7	0.3±0.6



(EC 1.2dS/m)

(EC 1.8dS/m)

(EC 2.4dS/m)

그림 8. 유색칼라 ‘골든하트’ 상자재배시 양액 농도별 생육(‘10.8.16)

구근 양구 후 구소질을 조사한 결과 EC 농도별 생존율은 EC 1.2dS/m에서 85.7%로 다소 높았으나 EC 1.8, 2.4dS/m의 81.2%와 오차 범위내에 있었다. 구중은 EC 1.8dS/m에서 5.5g으로 가장 컸으며 단구경, 장구경, 구고 각각 19.7mm, 24.6mm, 17.1mm로 가장 좋았다(표 27). 결과적으로 생육초기에는 EC 1.2dS/m에서 다소 좋은 것으로 나타났으나 생육이 진전됨에 따라 EC 1.8dS/m에서 생육이 좋았으며 양구 후 구중도 EC 1.8dS/m에서 가장 좋은 것으로 나타났다. 앞으로는 생존율을 높이기 위한 병충해 방제를 위한 약제 방제와 바이러스 이병주 제거에 대한 체계적인 관리가 더 필요한 것으로 생각되었다.

표 27. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 EC 농도별 양구 후 구소질(‘10.11.3)

EC농도 (dS/m)	생존율 (%)	구중 (g)	단구경 (mm)	장구경 (mm)	구고 (mm)	눈수 (개)
1.2	85.7±2.1	3.9±0.7	17.2±1.4	20.5±1.3	15.4±1.6	1±0
1.8	81.2±5.2	5.5±0.7	19.7±1.0	24.6±1.8	17.1±1.3	1±0
2.4	81.2±6.6	4.9±0.9	19.1±2.0	23.2±2.1	16.3±0.9	1±0



(EC 1.2dS/m)

(EC 1.8dS/m)

(EC 2.4dS/m)

[그림 9] 유색칼라 ‘골든하트’ 상자재배시 양액 농도별 양구 후 구근 (‘10.11.3)

(시험2) 조직배양묘 상자재배시 적정 재식 거리 구명

앞선 시험에서 생육에 좋았던 EC 1.8dS/m에서 재식거리를 달리하여 식재한 결과 생육초기(7.23) 농도별 초장은 재식거리 4×4cm에서 26.7cm으로 가장 컸으며 엽장도 9.0cm로 다소 크게 나타났다. 무름병 발생율도 4×4cm에서 2.3%로 높게 나타났다(표 28, 그림 10). 결과적으로 4×4cm 식재구에서 초장, 엽장 등의 수치가 높게 나타났으나 생육이 좋다는 것보다 밀식에 의해 다소 도장한 것으로 볼수 있었으며 무름병 발생율도 높게 나타났다.

생육후기(9.27) 농도별 초장은 재식거리 8×8cm에서 40.0cm으로 가장 컸으며, 엽수 4.3개, 엽장 10.6cm로 가장 좋았다. 무름병 발생율은 4×4cm에서 11.7%로 높게 나타났다(표 29). 결과적으로 재식거리가 가장 넓었던 8×8cm 식재구에서 초장, 엽수, 엽장 등의 생육이 좋았으며 무름병 발생율도 2.9%로 낮아 가장 생육이 좋았다.

표 28. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 재식거리별 생육 (‘10.7.23)

재식거리 (cm)	초장 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	황화개체 발생율 (%)	무름병발생율 (%)
4×4	26.7±1.6	5.2±0.8	9.0±1.0	0.7±0.6	2.3±2.5
6×6	24.3±1.1	5.7±1.0	8.8±0.6	6.7±4.6	0.7±0.6
8×8	21.4±2.7	5.1±0.7	8.1±0.6	1.2±0.6	1.2±0.6

표 29. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 재식거리별 생육 (‘10.9.27)

재식거리 (cm)	초장 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	황화개체 발생율 (%)	무름병발생율 (%)
4×4	37.5±2.5	3.6±0.7	10.5±0.9	20.8±3.6	11.7±2.5
6×6	34.1±3.3	3.8±0.4	10.0±1.2	20.7±2.5	5.7±2.5
8×8	40.0±2.7	4.3±0.5	10.6±0.7	27.9±2.1	2.9±0.6



(4×4cm)

(6×6cm)

(8×8cm)

그림 10. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 상자재배시 재식거리별 생육(‘10.8.5)

구근 양구 후 구소질을 조사한 결과 재식거리가 넓을수록 좋았으며 8×8cm 식재구에서 생존율 90.4%, 구중 8.3g, 단구경 23.6mm, 장구경 28.5mm, 구고 19.2mm, 눈수 1.2mm 등 가장 좋았다(표 30, 그림 11, 12). 그러나 재식거리가 넓을수록 단위면적당 경제성이 떨어지므로 전체적인 수익면에서 생각하면 4×4cm의 재식거리가 유리할 것으로 생각되었다.

표 30. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 재식거리별 양구 후 구소질(‘10.11.3)

재식거리 (cm)	생존율 (%)	구중 (g)	단구경 (mm)	장구경 (mm)	구고 (mm)	눈수 (개)
4×4	81.2 ± 5.2	5.5 ± 0.7	19.7 ± 1.0	24.6 ± 1.8	17.1 ± 1.3	1.0 ± 0.0
6×6	89.2 ± 4.2	7.0 ± 1.3	21.5 ± 1.8	26.5 ± 2.5	18.2 ± 1.2	1.2 ± 0.4
8×8	90.4 ± 2.9	8.3 ± 1.4	23.6 ± 2.8	28.5 ± 1.9	19.2 ± 1.1	1.2 ± 0.6

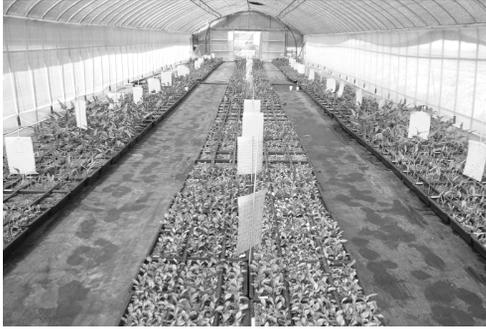


그림 11. 조직배양묘 재식거리 시험 전경

재식거리  
(cm)  
4x4  
6x6  
8x8

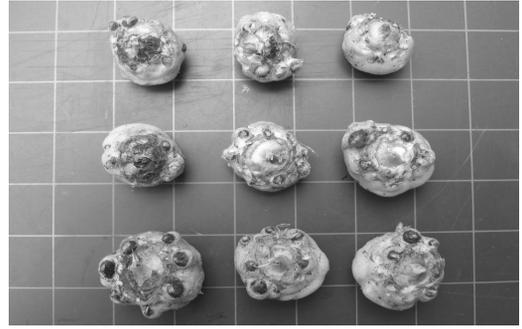


그림 12. 조직배양묘 재식거리별 구근(11.3)

(시험3) 조직배양묘 상자재배시 적정 상토 구멍

상토종류별 생육을 보면 코코피트:펄라이트: 질석=2:1:1 처리에서 초장 38.2cm로 가장 좋았으며 엽수, 엽장은 큰 차이가 없었다. 코코피트 단용처리에서 초장 29.7cm, 엽장 8.7cm로 가장 생육이 저조했으며 무름병 발생율도 35.7%로 높게 나타나 생육이 가장 나빴다(표 31, 그림 13).

표 31. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 상토 종류별 생육 (‘10.9.2)

상토처리	초장 (cm)	엽수 (cm)	엽장 (cm)	무름병발생율 (%)
코코피트	29.7 ± 4.2	4.1 ± 1.3	8.7 ± 0.7	35.7 ± 22.0
코코피트:펄라이트: 질석=2:1:1	38.2 ± 3.9	3.9 ± 0.7	10.5 ± 0.8	3.1 ± 1.4
피트모스:펄라이트: 질석=2:1:1	31.9 ± 3.5	3.8 ± 0.6	9.1 ± 0.8	10.7 ± 2.1
코코피트:피트모스=2:1	36.3 ± 2.5	4.2 ± 0.6	10.7 ± 0.6	15.6 ± 14.4
코코피트:피트모스=1:1	34.3 ± 3.7	4.0 ± 0.8	10.7 ± 0.8	32.2 ± 24.9



(코코피트)



(코코피트:펄라이트: 질석=2:1:1)



(코코피트:피트모스=1:1)

그림 13. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 상자재배시 상토별 생육(‘10.10.4)

구근 수확 후 구소질을 보면 코코피트:펄라이트: 질석=2:1:1 처리구에서 생존율 80.7%, 구중 7.5g로 가장 좋았으며 다음으로는 코코피트:피트모스=2:1, 코코피트:피트모스=1:1에서 구중

각각 6.0g, 6.1g으로 나타났다. 앞선 생육에서 결과가 저조했던 코코피트 단용시험구에서는 구중이 3.9g로 가장 낮게 나왔으며 생존율도 66.9%로 낮게 나왔다(표 32, 그림 14).

결과적으로 유색칼라 재배상토는 코코피트 단용보다는 물빠짐과 통기성을 개선할 수 있는 펠라이트와 질석 등을 혼합하여 사용하는 것이 유용하다는 것을 알 수 있었다.

표 32. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양묘 상토 종류별 양구 후 구소질 (‘10.11.3)

상토처리	생존율 (%)	구중 (g)	단구경 (mm)	장구경 (mm)	구고 (mm)	눈수 (개)
코코피트	66.9 ± 3.0	3.9 ± 0.7	17.0 ± 1.8	21.9 ± 2.3	15.3 ± 1.5	1.0 ± 0.0
코코피트:펠라이트: 질석=2:1:1	80.7 ± 0.7	7.5 ± 1.3	22.5 ± 1.5	26.4 ± 2.6	18.8 ± 1.2	1.0 ± 0.0
피트모스:펠라이트: 질석=2:1:1	77.0 ± 5.3	4.9 ± 1.0	19.3 ± 1.4	22.9 ± 2.0	16.8 ± 1.4	1.2 ± 0.6
코코피트:피트모스=2:1	73.2 ± 6.4	6.0 ± 0.7	26.3 ± 1.2	30.0 ± 3.2	22.4 ± 1.2	1.0 ± 0.0
코코피트:피트모스=1:1	66.6 ± 2.3	6.1 ± 0.7	26.2 ± 1.3	30.0 ± 1.7	22.6 ± 1.5	1.1 ± 0.3



그림 14. 조직배양묘 재배상토별 구근 (‘10.11.3)

(시험4) 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구(T<sub>1</sub>) 적정 EC 농도 구명

생육초기(2011년 7월 8일) EC 농도별 구근크기 3가지 평균 초장은 EC 2.4dS/m에서 43cm, 엽폭은 8.2cm로 다소 컸으며 엽수, 엽장은 EC 1.8dS/m과 큰 차이가 없었다. 정식한 구근크기별로는 대구 49.8, 중구 44.2, 소구 35.0cm로 구근이 클수록 초장이 큰 경향을 나타내었다. 황화개체수는 EC 3.0dS/m에서 2.0개 발생하였고 무름병 발생주도 EC 농도별로 1~2개 발생하여 크게 우려할 수준은 아니었다. 결과적으로 생육초기에는 EC 1.8과 2.4dS/m에서 생육이 양호하였다(표 33).

생육후기(2011년 9월 6일) EC 농도별 구근크기 3가지 평균 초장은 EC 3.0dS/m에서 56.4cm으로 가장 컸으며 엽수는 EC 1.8dS/m에서 3.7개로 다소 좋았으나 처리별 큰 차이는 없었다. 엽장과 엽폭은 EC 2.4dS/m에서 13.4cm, 9.9cm로 가장 좋았으나, 생육후기의 생육은 EC 농도별로 큰 차이는 보이지 않았다. 정식한 구근 크기별로는 EC농도별로 대구는 62.5-69.1cm, 중구는 49.8-55.9cm, 소구는 43.4-49.8cm로 차이를 보여 EC 농도 보다는 정식한 구근의 크기에 더 영향을 받는 것으로 나타났다(표 34, 그림 15). 바이러스가 의심되는 잎 모양의 개체는 발생하지 않았다.

표 33. 유색칼라 '골든하트' 조직배양 소구(T<sub>1</sub>) EC 농도별 초기생육특성('11. 7. 8)

EC 농도	구 크기	재식주 수	생존율 (%)	초장 (cm)	엽수 (매)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽록소함량 (SPAD)	무름병 발생율
1.8	대	12	100	50.3±3.4	2.4±0.5	11.4±0.7	8.2±0.7	44.1±3.6	0
	중	15	100	42.8±2.4	3.3±1.1	11.8±1.0	8.7±0.8	34.9±4.6	0
	소	24	100	35.8±3.1	2.7±0.9	10.1±0.9	6.4±0.5	37.8±3.7	3.3
	평균	-	100	<b>42.9±3.0</b>	<b>2.8±0.8</b>	<b>11.1±0.9</b>	<b>7.8±0.7</b>	<b>38.9±4.0</b>	1.1
2.4	대	12	100	49.8±1.5	2.4±0.5	13.5±0.7	10.3±0.4	43.3±3.3	0
	중	15	100	44.2±2.2	3.7±0.8	11.4±1.0	7.9±0.6	40.6±3.1	2.8
	소	24	100	35.0±2.1	2.7±0.5	10.3±1.0	6.5±0.7	35.7±3.4	1.7
	평균	-	100	<b>43.0±1.9</b>	<b>2.9±0.6</b>	<b>11.7±0.9</b>	<b>8.2±0.5</b>	<b>39.9±3.3</b>	1.5
3.0	대	12	100	43.0±4.2	2.4±1.0	12.5±0.7	8.8±0.4	46.3±3.6	0
	중	15	100	41.3±2.2	4.0±0.8	11.3±0.6	7.7±0.7	45.2±2.6	2.8
	소	24	100	38.5±2.3	2.9±0.3	11.0±0.7	7.0±0.3	41.8±4.2	1.7
	평균	-	100	<b>40.9±2.9</b>	<b>3.1±0.7</b>	<b>11.6±0.7</b>	<b>7.8±0.5</b>	<b>44.4±3.5</b>	1.5

\* 정식 : '11. 5. 20, 양액관수 : 5일 1회 관수, 재배상자 : 삼목상자(48×33×7.5cm, 상토부피 8L)



EC 1.8ds/m

EC 2.4ds/m

EC 3.0ds/m

그림 15. 유색칼라 '골든하트' 조직배양 소구 상자재배시 양액 농도별 생육('11.8.20)

표 34. 유색칼라 '골든하트' 조직배양 소구(T<sub>1</sub>) EC 농도별 후기생육특성('11. 9. 6)

EC 농도	구 크기	재식주 수	생존율 (%)	초장 (cm)	엽수 (매)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽록소함량 (SPAD)	무름병 발생율
1.8	대	12	100	69.1±3.2	4.5±1.3	15.7±1.1	11.7±0.9	33.7±6.2	0
	중	15	100	53.6±4.2	3.0±1.1	11.8±1.0	8.7±0.8	34.9±4.6	0
	소	24	100	46.1±4.4	3.5±1.2	11.1±1.2	7.3±0.9	30.9±2.6	3.3
	평균	-	100	<b>56.3±3.9</b>	<b>3.7±1.2</b>	<b>12.9±1.1</b>	<b>9.2±0.9</b>	<b>33.2±4.5</b>	1.1
2.4	대	12	100	65.6±4.0	3.5±0.7	14.2±1.0	11.8±0.8	31.3±3.2	0
	중	15	100	55.9±2.2	4.0±1.6	12.6±0.6	8.5±0.4	35.0±3.2	2.8
	소	24	100	43.4±3.2	3.1±0.6	13.3±1.4	9.4±0.7	32.9±3.5	1.7
	평균	-	100	<b>55.0±3.1</b>	<b>3.5±1.0</b>	<b>13.4±1.0</b>	<b>9.9±0.6</b>	<b>33.1±3.3</b>	1.5
3.0	대	12	100	62.5±4.6	3.1±0.6	13.3±1.0	9.4±0.9	29.8±5.2	0
	중	15	100	56.9±4.0	4.0±0.8	12.6±1.0	8.0±0.7	36.2±3.7	2.8
	소	24	100	49.8±3.7	3.5±0.5	11.6±1.1	7.4±0.5	32.3±4.8	1.7
	평균	-	100	<b>56.4±4.1</b>	<b>3.5±0.6</b>	<b>12.5±1.0</b>	<b>8.3±0.7</b>	<b>32.8±4.6</b>	1.5

\* 정식 : '11. 5. 20, 양액관수 : 5일 1회 관수, 재배상자 : 삼목상자(48×33×7.5cm, 상토부피 8L)

구근 수확 후 EC 농도별 생존율은 모두 100%였다. 양구 후 구중은 EC 1.8dS·m<sup>-1</sup>에서 평균 11.7g으로 EC 2.4dS·m<sup>-1</sup>에서 8.3g, EC 3.0dS·m<sup>-1</sup>에서 6.3g에 비해 가장 컸으며 증식배율도 6.3배로 가장 높았다. 구고, 단구경, 장구경도 EC 1.8dS·m<sup>-1</sup>에서 각각 2.1, 2.7, 3.1cm로 가장 좋았으며 눈 수도 1.2개로 다소 많았다(표 35, 그림 16, 17).

결과적으로 지상부 생육은 EC별 차이는 많지 않았으나, 지하부 구비대는 EC 1.8dS/m에서 구중과 증식배율, 구고, 구경 및 눈수도 좋은 것으로 나타나 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구의 개화구 생산은 EC 1.8dS/m이 적절한 것으로 판단되었다.



그림 16. 조직배양 소구 적정 EC 농도시험

표 35. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구(T<sub>1</sub>) EC 농도별 양구후 구소질(‘11. 10. 28)

EC 농도	구 크기	재식 주수	생존율 (%)	구중(g)			구고 (mm)	단구경 (mm)	장구경 (mm)	눈수 (개)
				정식전	양구후	증식배율				
1.8	대	12	100	2.5	17.0±1.1	5.80	23.6±2.2	31.6±1.8	37.1±3.2	1.5
	중	15	100	1.6	10.3±0.9	5.43	20.3±1.2	25.7±1.3	29.0±1.3	1.2
	소	24	100	0.9	7.8±1.0	7.66	19.5±1.2	23.4±1.3	26.1±1.4	1.0
	평균	-	100		<b>11.7±1.0</b>	<b>6.29</b>	<b>21.1±1.5</b>	<b>26.9±1.5</b>	<b>30.7±2.0</b>	<b>1.2</b>
2.4	대	12	100	2.5	11.9±1.7	3.76	20.5±1.4	28.0±1.9	32.0±2.4	1.2
	중	15	100	1.6	8.9±0.9	4.56	18.6±1.2	23.2±1.3	27.5±1.9	1.2
	소	24	100	0.9	4.0±0.8	3.44	14.5±1.5	17.3±1.9	20.9±1.7	1.0
	평균	-	100		<b>8.3±1.1</b>	<b>3.92</b>	<b>17.9±1.3</b>	<b>26.0±1.7</b>	<b>26.8±2.0</b>	<b>1.1</b>
3.0	대	12	100	2.5	7.6±1.2	2.04	18.7±2.1	23.0±2.9	26.6±1.6	1.0
	중	15	100	1.6	6.0±1.2	2.75	16.7±1.4	20.5±1.9	23.6±2.4	1.1
	소	24	100	0.9	5.3±0.7	4.88	16.2±1.6	19.9±1.5	23.0±1.3	1.1
	평균	-	100		<b>6.3±1.0</b>	<b>3.22</b>	<b>17.2±1.7</b>	<b>21.1±2.1</b>	<b>24.4±1.8</b>	<b>1.1</b>

\* 정식 : ‘11. 5. 20, 양액관수 : 5일 1회 관수, 재배상자 : 삼목상자(48×33×7.5cm, 상토부피 8L)

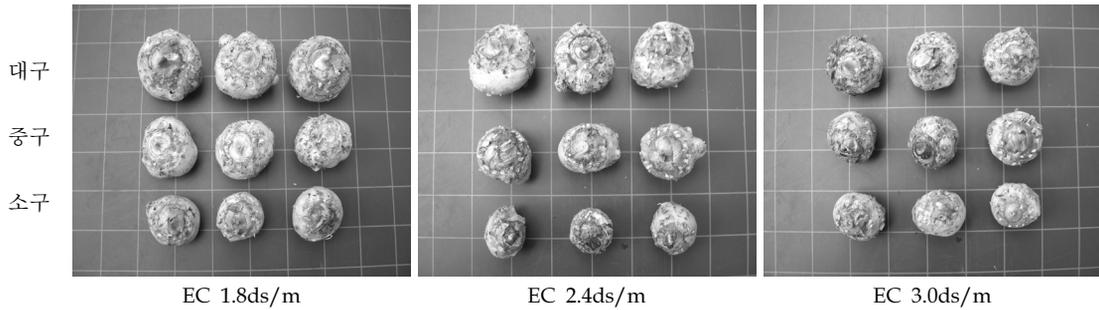


그림 17. 유색칼라 ‘골든하트’ 상자재배시 양액 농도별 양구 후 구근 (‘11.10.28)

(시험5) 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구 상자재배시 적정 재식 거리 구명

생육초기(2011년 7월 8일) 구근크기 및 재식거리별 생육은 대구(2.5g)의 경우 재식거리 7.5×7.5cm에서 초장 51.6cm, 엽수 2.8매, 엽장 13.9cm, 엽폭 10.6cm로 가장 좋았다. 중구(1.6g)의 경우 재식거리 5×7.5cm에서 초장은 44.1cm로 가장 컸으나, 재식거리 10×10cm에서 엽수 2.3매, 엽장 12.4cm, 엽폭 7.9cm로 가장 양호하였다. 소구(0.9g)의 경우 재식거리 5×5cm에서 초장 40.7cm, 엽수 3.0매, 엽폭 6.5cm로 가장 양호하였다. 무름병 발생주는 재식거리별 1~4개로 나타났다(표 36, 그림 18).

생육후기(2011년 9월 5일) 구근크기 및 재식거리별 생육은 대구(2.5g)의 경우 재식거리 10×10cm에서 초장은 72cm로 가장 컸으나, 엽수는 재식거리 7.5×7.5cm에서 4.8매로 가장 많았다. 그러나 엽장과 엽폭은 재식거리별로 큰 차이를 보이지 않았다. 중구(1.6g)의 경우 재식거리 7.5×7.5cm에서 초장 66.9cm, 엽장 14.5cm, 엽폭 9.6cm으로 가장 양호하였으나, 엽수는 재식거리 10×10cm에서 4.8매로 가장 많았다. 소구(0.9g)의 경우 7.5×7.5cm 재식거리에서 초장 50.6cm, 엽수 4.3매, 엽장 11.4cm, 엽폭 7.0cm의 생육이 가장 양호하였다(표 37, 그림 19).

표 36. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구 구근크기 및 재식거리별 생육상황(‘11.7.8)

구 크기	재식 거리	재식 주수	생존율 (%)	초장 (cm)	엽수 (매)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽록소함량 (SPAD)	무름병 발생주
대 (2.5g)	12.5*12.5	12	100	44.8±2.99	2.3±0.67	13.2±0.64	9.5±1.10	45.7±3.44	0
	10*10	15	100	45.2±2.78	2.1±0.32	12.6±0.93	9.2±0.74	44.6±1.60	1
	7.5*7.5	24	100	51.6±1.61	2.8±0.79	13.9±1.44	10.6±0.74	47.6±3.67	1
중 (1.6g)	10*10	15	100	41.8±2.44	2.3±0.48	12.4±0.62	7.9±0.54	40.1±2.49	0
	7.5*7.5	24	100	43.9±2.93	2.0±0.00	12.1±1.09	7.8±0.53	39.0±3.44	1
	5*7.5	36	100	44.1±2.73	2.2±0.42	11.9±0.70	8.4±0.55	41.5±4.17	1
소 (0.9g)	7.5*7.5	24	100	38.2±1.12	3.0±0.67	10.1±0.93	6.1±0.33	39.5±3.87	1
	5*5	54	100	40.7±3.15	3.0±0.67	9.5±0.66	6.5±0.69	38.4±3.40	2
	4*4	77	100	39.3±2.23	2.6±0.52	10.1±0.69	5.5±0.31	36.3±3.09	4

\* 정식 : 5. 20, 양액관수 : 5일 1회 관수, 삼목상자(48×33×7.5cm, 상토부피 8L)

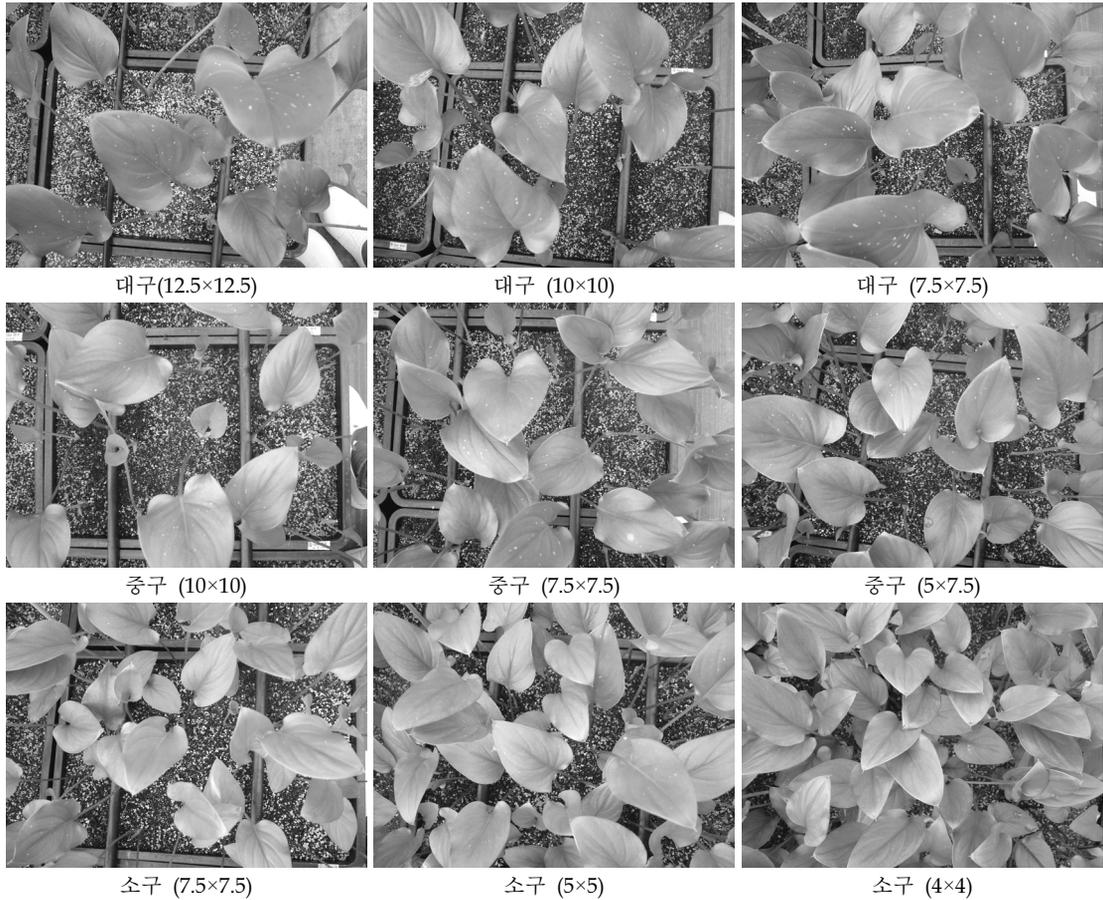


그림 18. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구 상자재배시 재식거리별 생육(‘11.8.20)

표 37. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구 구근크기 및 재식거리별 생육상황(‘11. 9. 5)

구 크기	재식거리	재식 주수	생존율 (%)	초장 (cm)	엽수 (매)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽록소함량 (SPAD)	무름병 발생율
대 (2.5g)	12.5*12.5	12	100	65.7±3.75	4.1±0.92	<b>14.7±0.82</b>	<b>10.7±3.31</b>	38.4±3.31	0
	10*10	15	100	<b>72.0±0.63</b>	3.8±3.33	13.3±0.97	9.6±3.08	37.1±3.08	1
	7.5*7.5	24	100	66.3±4.09	<b>4.9±0.99</b>	14.5±1.23	10.5±1.14	33.3±5.84	1
중 (1.6g)	10*10	15	100	66.2±4.15	<b>4.8±1.62</b>	14.4±0.87	9.5±0.61	34.4±3.82	0
	7.5*7.5	24	100	<b>66.9±2.76</b>	3.6±0.52	<b>14.5±0.79</b>	<b>9.6±0.62</b>	33.7±4.56	1
	5*7.5	36	100	59.9±2.95	3.8±1.03	12.6±0.37	8.9±1.02	33.4±4.64	1
소 (0.9g)	7.5*7.5	24	100	<b>50.6±5.66</b>	<b>4.3±1.06</b>	<b>11.4±0.86</b>	<b>7.0±0.34</b>	30.5±3.59	1
	5*5	54	100	49.4±2.48	3.0±0.94	11.0±0.46	6.6±0.51	28.8±2.73	2
	4*4	77	100	48.6±4.70	2.7±0.67	10.6±0.87	6.7±0.78	27.5±2.49	4

\* 정식 : 5. 20, 양액관수 : 5일 1회 관수, 삼목상자(48×33×7.5cm, 상토부피 8L)



그림 19. 조직배양 소구 적정 재식거리 시험

구근크기 및 재식거리별 구근 수확 후 구 소질을 조사한 결과, 재식거리 10×10cm에서 대구(2.5g)와 중구(1.6g)를 정식하여 양구한 것의 수확 후 구중이 13.9g과 12.5g으로 가장 무거웠으며 증식율도 4.6배와 6.8배로 높았다. 구고는 2.2, 2.1cm, 단구경은 2.9, 2.9cm, 장구경은 3.3, 3.1cm, 눈수는 1.2, 1.1개로 같은 경향이였다. 재식거리 7.5×7.5cm에서는 소구(0.9g)를 정식 한 구중이 7.3g으로 가장 무거웠으며 증식율도 7.1배로 가장 높았고 구고 1.8cm, 단구경 2.3cm, 장구경 2.7cm, 눈수 1.2개로 같은 경향이였다(표 38, 그림20).

결과적으로 대구(2.5g)와 중구(1.6g)를 정식할 때는 재식거리 10×10cm, 소구(0.9g)를 정식 할 때는 7.5×7.5cm가 적정한 것으로 판단되었다.

표 38. 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구 구근크기 및 재식거리별 양구후 구소질(11.10.28)

구 크기	재식거리	재식 주수	구중(g)		구고 (mm)	단구경 (mm)	장구경 (mm)	눈수 (개)	
			정식전	양구후 증식배율					
대	12.5*12.5	12		13.3±3.40	4.32	20.7±1.81	27.6±2.37	32.5±3.37	1.0
	<b>10*10</b>	15	2.5g	<b>13.9±2.19</b>	<b>4.56</b>	21.9±1.67	28.8±2.45	32.5±1.51	1.2
	7.5*7.5	24		7.3±1.64	1.92	18.5±1.41	23.6±2.02	25.8±2.61	1.0
중	<b>10*10</b>	15		<b>12.5±1.55</b>	<b>6.81</b>	21.5±1.45	28.6±1.26	31.4±1.57	1.1
	7.5*7.5	24	1.6g	8.8±1.17	4.50	19.3±1.76	24.7±1.44	27.6±1.41	1.0
	5*7.5	36		6.7±1.07	3.18	18.3±1.26	22.3±1.74	24.6±1.86	1.0
소	<b>7.5*7.5</b>	24		<b>7.3±1.24</b>	<b>7.11</b>	17.8±1.45	23.1±2.31	27.0±2.88	1.2
	5*5	54	0.9g	5.0±0.54	4.55	16.8±0.63	19.9±0.95	23.0±1.79	1.0
	4*4	77		3.7±0.48	3.11	15.2±1.16	17.8±1.19	20.7±1.88	1.0

\* 정식 : 5. 20, 양액관수 : 5일 1회 관수, 삼목상자(48×33×7.5cm, 상토부피 8L)

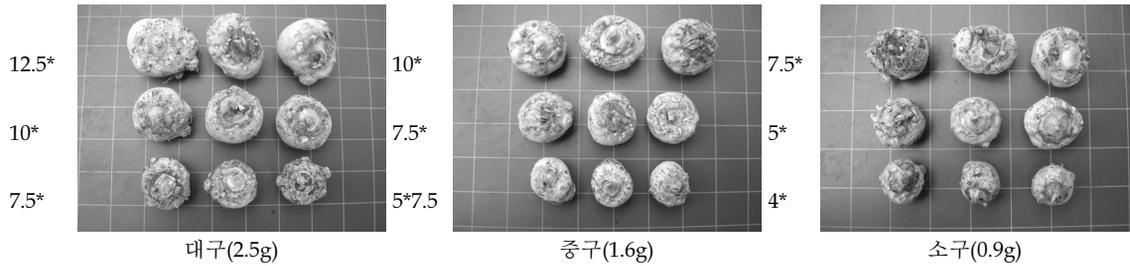


그림 20. 유색칼라 '골든하트' 조직배양 소구 상자재배시 재식거리별 구근(11.10.28)

**(시험6) 구근 저장 온도 및 기간에 따른 개화 특성 구명**

호흡량 분석값을 보면 16도에서는 103일에, 8도에서는 125일에, 4도에서는 148일 즈음에 호흡량이 변하는 것으로 보아 이때 내부의 생리적 변화가 있는 것으로 생각되며 따라서 각각의 온도에서 호흡량이 급격히 변화하는 부분에서의 조사가 필요할 것으로 생각되었다.(표 39, 그림 21, 22)

표 39. 구근 저장 기간별 생리변화

저장온도 (℃)	저장기간 (월)	저장전구중 (g)	저장후 구중(g)	개화수 (cm)	O2변화 J	CO2변화 J	무름병 (개)
4℃	0	11.3	-	1.1	20.50	0.29	
	1	15.0	13.2	1.2	20.63	0.18	
	2	13.5	12.3	1.1	20.59	0.10	
	3	13.3	12.2	1.0	20.49	0.15	
	4	12.9	12.1	1.0	20.34	0.20	
	5	14.0	12.7		20.10	0.35	
	6	13.5	12.1	1.0	19.61	0.73	
	7	11.8	12.6	1.0	19.93	0.69	
	8	11.9	11.7	-	19.97	0.69	4
	9	14.6	15.0	-	20.32	0.48	1
	10	13.8			20.45	0.30	
	11	12.6					
12	13.7						
8℃	0	11.3	-	1.1	21.10	1.11	
	1	14.8	13.7	1.0	20.11	0.63	2
	2	14.7	13.4	1.2	19.78	0.72	
	3	13.6	12.1	1.0	19.48	0.89	
	4	13.7	12.7	1.0	19.52	0.94	1
	5	13.6	12.2	1.0	19.29	1.44	3
	6	15.0	13.3	1.0	19.40	1.43	1
	7	12.8	12.9	1.0	19.60	1.26	5
	8	17.0	13.2		19.75	1.17	8
	9	10.5	11.6		19.96	0.80	5
	10	14.7			19.42	0.79	
	11	14.1					
12	13.9						

J : CA 저장고의 OXTSTAT 200, CA Pacific US 기기로 측정

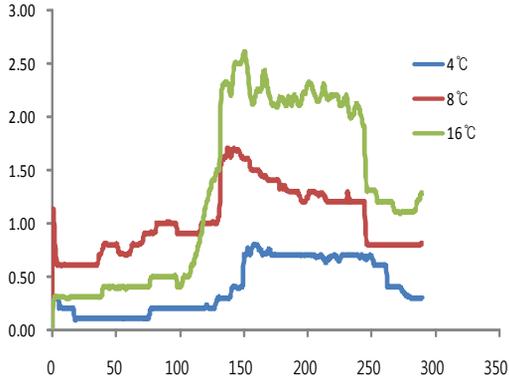


그림 21. 칼라구근 저장 온도별 CO<sub>2</sub> 변화

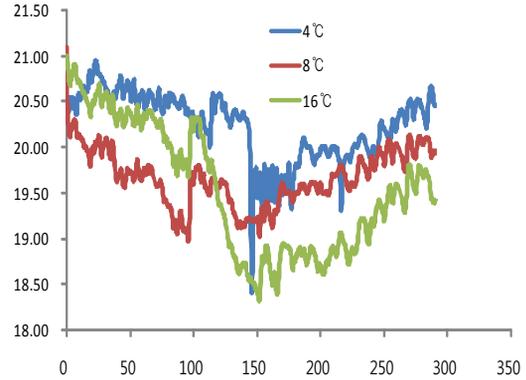


그림 10. 칼라구근 저장 온도별 O<sub>2</sub> 변화

구근크기별 저장기간 및 온도별 생육 및 개화비교를 수행하였다. 시험재료는 유색칼라 ‘골든하트’ 소구(생체중 1-20g)로 강원도농업기술원 조직배양구를 2011년 순화한 후 11월에 수확된 구근을 사용하였다(그림 22). 종구저장 전에 구근 소독은 1m<sup>3</sup>의 물에 캡탄 500g, 로고 500g, 다이아톤 500g을 혼용하여, 구근을 30분간 침지 소독하였다. 구근은 4와 8°C, 습도 70±5%인 저장고에서 건조한 상태로 저장하였다. 구근은 넓이 0.20m<sup>2</sup>(0.56m×0.36m), 높이 20cm인 구근 수입 상자에 상토는 코코피트 단용으로 부피 약 31L(56cm×36.5cm×17cm)로 하여 정식깊이 5cm로 구근을 정식하였다. 비료는 오스모코트(15N+11P2O5+13K2O+2MgO+TE)를 상자당 52.5g (1.5kg·m<sup>-3</sup>)을 살포하였으며, 관수는 1주일에 1~2회 실시하였다. 충분히 재배된 묘의 구근수확을 위해 9월 20일부터 단수를 실시하여 10월 20일에 구근을 굴취하여 수확하였다. 생육조사는 초장, 엽수, 엽장 등, 구근 수확후 구중, 단구경, 장구경, 눈수 등을 조사하였다.

유색칼라 ‘골든하트’조직배양 소구(T<sub>1</sub>)의 엽수는 저장온도와 기간에 따라 큰 차이를 보이지 않았으며, 정식한 구근무게에 비례하는 것으로 나타났다. 5g일 경우 1.4~2개가 출현했으며, 15g일 경우 1.8~3.6개였다. 그러나, 초장은 무게별로 큰 차이를 보이지 않고 40~50cmm를 나타내었다. 개화시는 온도가 낮은 때인 2월 정식이 82~87일 소요된 반면, 5월 정식은 44~49일 소요되어 빨라졌다. 개화율은 저장기간이 길어질수록 감소하여 저장 2개월째 4°C는 50~88%, 8°C는 17~75%인 반면 저장 5개월째 4°C는 17~27%, 8°C는 0~18%로 감소하였다. 그러나, 생존율은 저장기간이 길어져도 큰 차이를 보이지 않았다(표 40, 41, 42, 43).

칼라 조직배양 소구(T<sub>1</sub>)의 구근크기별 저장온도 및 기간별 수확 후 지하부 구근 생육은 정식구중이 무거울수록 수확 구중도 무거웠다. 정식구중 5, 10, 15g은 각각 수확구중이 14.9, 21.8, 35.8g으로 3.0, 2.2, 2.4배 증가되었다. 수확구근의 눈수 역시 정식구중이 무거울수록 많아 정식구중 5, 10, 15g에서 각각 4°C 저장시 1, 1.4, 2.4개, 8°C 저장시 1.1, 1.5, 2.0개로 많았으며, 저장온도와는 큰 차이를 보이지 않았다(표 44). 따라서 칼라 조직배양 소구(T<sub>1</sub>)의 5개월 저장 후 양구시 2.2~3배까지 구근 비대가 되므로 구중 10g 이상 정식 시 20g 이상의 개화구 생산이 가능하였다.

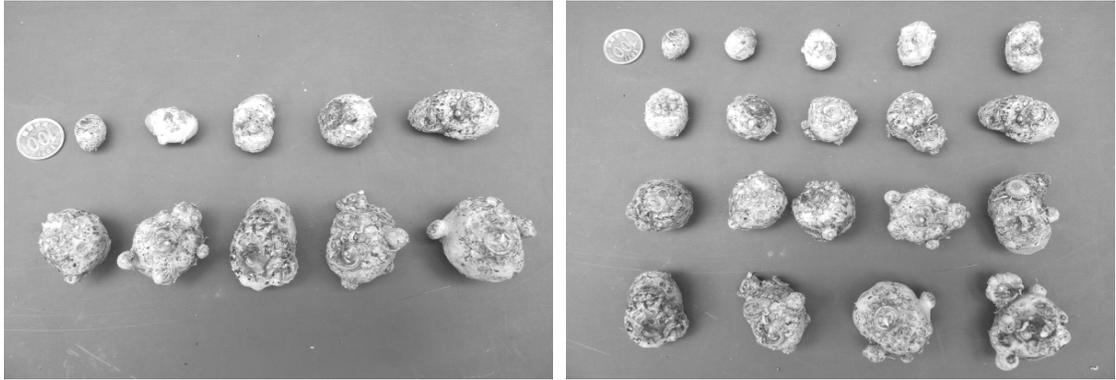


그림 22. 구근크기별 저장시험 정식전 구근 모습  
 (좌 : 좌상부터 2, 4, 6, 8, 10g, 좌하부터 12, 14, 16, 18, 20g, 우 : 2~20g)



그림 23. 구근크기별 저장시험 정식 후 생육 모습  
 (좌 : 3개월 저장, 우 : 8개월 저장구)

표 40. 칼라 조직배양 소구(T<sub>i</sub>) 구근크기별 저장기간 및 온도별 생육 및 개화비교(저장기간 : 2개월)

저장 온도 (°C)	구중 (g)	출현소 요일	엽수 (개)	초장 (cm)	화경장 (cm)	화경경 (cm)	화폭 (cm)	화길이 (cm)	개화시 소요 일수	개화종 소요 일수	개화율 (%)	생존율 (%)
4°C	2	48	1.4	40.7	23.2	3.9	5.0	6.7	81	99	25	83
	3	52	1.6	37.4	23.0	2.5	3.8	4.0	83	104	16.7	91.7
	4	48	2.2	44.2	37.0	4.0	4.9	6.0	81	106	25.0	100
	5	50	1.4	47.1	36.6	3.7	4.8	6.4	82	103	50	100
	6	48	2.0	41.3	37.4	4.2	4.7	5.8	83	101	50	92
	7	48	1.2	48.8	42.5	5.2	5.2	6.3	84	108	73	100
	8	52	1.6	37	35.6	4.3	4.7	6.2	82	104	64	100
	9	52	1.2	38.4	35.1	4.3	4.2	5.9	83	104	73	100
	10	52	1.6	45.2	33.5	4.9	4.3	5.8	85	111	82	100
	11	48	2.2	45.7	40.3	4.8	4.6	6.3	84	103	100	100
	12	50	1.8	42.3	37.1	4.3	4.3	6.3	87	108	55	100
	13	48	2.0	49.2	45.2	4.4	6.3	6.3	84	105	73	100
	14	50	2.8	45.8	43.6	4.9	5.4	6.7	83	104	64	100
	15	53	1.8	28.9	30.4	5.0	4.7	6.6	83	101	88	100
	16	65	1.6	44.7	44.9	5.2	6.2	7.7	81	106	75	100
	17	52	1.5	42.1	43.8	4.5	5.5	7.1	89	112	63	100
	18	52	2.6	44.2	40.4	5.5	5.4	6.8	82	110	100	100
	19	65	1.8	38.7	41.3	4.7	3.9	6.3	88	110	38	100
	20	65	3.6	47.2	45.8	5.4	8.0	7.3	86	104	89	100
	평균	52.5	2.1	43.2	39.4	4.7	5.2	6.5	84.0	105.6	67.8	99.6
8°C	2	65	1.3	31.8							0.0	33.3
	3	56	1.2	36.1							0.0	100.0
	4	52	1.4	38.4	33.7	3.8	4.6	5.4	86.0	101.0	25.0	100.0
	5	52	1.0	40.4	34.3	4.6	3.8	5	82.0	99.0	16.7	41.7
	6	65	1.0	33.3	27.8	3.5	3.9	5.2	90.0	103.0	25.0	50.0
	7	56	1.0	40.7	40.2	4.0	4.3	5.3	89.0	103.0	25.0	81.8
	8	52	1.6	37.4	29.6	3.9	5.8	5.8	83.0	102.0	45.5	90.9
	9	52	1.6	39.7	32.0	4.2	3.8	5.5	85.0	104.0	54.5	72.7
	10	52	1.3	40.6	40.1	5.0	4.8	6.9	86.0	103.0	72.7	100.0
	11	52	1.4	50.2	41.2	4.8	5.7	7.2	84.0	107.0	72.7	45.5
	12	52	2.0	50.0	43.6	4.7	6.0	7.2	85.0	104.0	50.0	100.0
	13	52	1.4	43.3	40.9	4.7	5.9	6.7	86.0	103.0	90.0	90.0
	14	52	1.6	43.0	42.8	4.3	5.8	7	84.0	103.0	36.4	63.6
	15	52	1.8	44.2	33.3	4.1	5.4	6.3	87.0	104.0	75.0	87.5
	16	52	1.8	41.7	44.2	4.9	5.7	7.4	85.0	102.0	62.5	62.5
	17	52	2.3	38.6	38.3	4.8	4.7	6.9	87.0	105.0	62.5	50.0
	18	52	1.8	39.4	41.1	4.8	5.1	6.9	86.0	106.0	87.5	75.0
	19	56	2.3	45.0	40.6	3.9	4.4	7.4	90.0	105.0	62.5	62.5
	20	52	2.2	46.5	48.0	5.0	6.4	7.5	87.0	103.0	62.5	87.5
	평균	54.0	1.6	41.1	38.3	4.4	5.1	6.5	86.0	103.4	48.7	73.4

J 구근 정식 : 2012. 2. 27

표 41. 칼라 조직배양 소구(T<sub>1</sub>) 구근크기별 저장기간 및 온도별 생육 및 개화비교

(저장기간 : 3개월)

저장 온도 (°C)	구중 (g)	출현 소요일	엽수 (개)	초장 (cm)	화경장 (cm)	화경경 (cm)	화폭 (cm)	화길이 (cm)	개화시 소요 일수	개화중 소요 일수	개화율 (%)	생존율 (%)
4°C	2	36	1.4	39.4	28.4	4.0	4.4	5.3	75.8	88.5	42	92
	3	36	1.4	37.5	26.8	3.0	3.8	4.5	70.5	87	33	100
	4	36	1.8	44.9	38.3	4.3	4.2	6.0	66.2	87.4	42	92
	5	36	2	47.1	39.7	4.4	3.9	5.6	67.6	82.8	42	100
	6	36	1.4	46.6	42.2	4.1	5.4	6.4	64.2	86.4	58	75
	7	36	1.6	46.9	40.8	4.5	4.9	5.7	69	88.6	55	91
	8	36	1.6	48.4	44.0	4.5	4.4	6.1	68.3	87	73	91
	9	36	1.4	45.1	46.2	4.7	5.3	6.9	64	82.75	60	90
	10	36	2.6	41.7	42.0	4.3	4.8	6.1	68	86.25	36	45
	11	36	1.2	42.5	39.6	4.4	5.6	6.6	69	88	45	55
	12	36	2	49.5	45.4	4.5	4.9	6.2	69	88	60	70
	13	36	2.6	44.2	42.4	5.1	4.1	5.3	66	88	20	50
	14	36	1.4	41.7	46.3	5.2	5.5	6.5	65	86	40	90
	15	36	3.6	50.2	41.8	4.6	6.0	7.1	69	88	70	40
	평균	36.0	1.9	44.7	40.3	5.1	4.8	6.0	68.0	86.8	48.3	77.2
8°C	2	36	1.6	41.2	23.4	4.1	5.6	5.5	70.0	89.0	16.7	75.0
	3	36	1.4	39.4	34	3.7	5.15	5.5	66.0	84.0	25.0	75.0
	4	31	1	41.7	41.3	4.1	3.9	5.5	67.0	87.0	50.0	91.7
	5	36	1.8	42.6	36.8	4.1	4.4	5.9	63.0	85.0	41.7	83.3
	6	36	1.4	53.0	41.0	4.1	4.8	5.8	70.0	85.0	45.5	81.8
	7	36	2	42.7	32.7	6.1					0.0	90.9
	8	36	2.6	45.6	45.0	5.3	6.8	6.9	64.0	89.0	45.5	100.0
	9	36	2.2	40.0	39.1	4.4	4.2	5.5	59.0	85.0	18.2	54.5
	10	36	2.2	49.9	45.0	4.7	6.0	6.9	64.0	85.0	70.0	72.7
	11	36	2.2	48.4	45.9	5.5	6.2	6.8	63.0	85.0	45.5	81.8
	12	31	3	47.8	44.7	4.9	5.6	6.5	63.0	86.0	60.0	100.0
	13	36	2.6	49.1	45.1	4.9	5.0	6.4	63.0	85.0	60.0	50.0
	14	31	2.6	48.0	46.8	5.5	5.2	6.5	62.0	85.0	60.0	90.0
	15	36	3	44.1	46.5	4.5	5.4	6.1	64.0	86.0	60.0	70.0
	평균	36	2.1	45.3	40.5	4.7	5.2	6.1	64.5	85.8	42.7	79.8

┆ 구근 정식 : 2012. 3. 27

표 42. 칼라 조직배양 소구(T<sub>1</sub>) 구근크기별 저장기간 및 온도별 생육 및 개화비교

(저장기간 : 4개월)

저장 온도 (°C)	구중 (g)	출현소 요일	엽수 (개)	초장 (cm)	화경장 (cm)	경화경 (cm)	화폭 (cm)	화길이 (cm)	개화시 소요일수	개화종 소요일수	개화율 (%)	생존율 (%)
4°C	2	38	-	41.0	-	-	-	-	-	-	0	100
	3	38	1.8	40.3	17	3.9	3.4	4.2	66	78	8	75
	4	38	1.2	42.3	-	-	-	-	-	-	8	83
	5	32	1.8	41.6	38	4.1	4	6.5	55	70	8	83
	6	38	1	44.6	26.1	3.1	2	3.5	57	75	8	83
	7	38	1.4	41.8	29.2	3.5	5.3	5.5	60	77	18	64
	8	38	1.8	49.7	130.3	3.7	4.7	5.9	66	81	36	91
	9	38	1.8	38.4	35.0	3.9	4.4	5.7	56	76	36	91
	10	32	1.2	45.6	36.6	10.9	4.7	5.8	57	78	55	82
	11	32	1.2	43.1	34.7	4.0	2.8	4.7	58	77	45	73
	12	32	1.2	51.0	39.0	4.1	5.4	5.9	59	79	18	82
	13	32	1.6	42.1	31.7	4.2	2.8	5.4	56	77	18	91
	14	32	1.2	46.1	37.5	3.9	4.0	5.6	59	79	45	100
	15	32	2	42.1	40.8	4.3	6.0	6.6	58	78	45	73
	평균	34.8	1.5	43.5	41.3	4.5	4.1	5.4	58.9	77.1	25.1	83.6
8°C	2	41	1.8	34.2	12.7						0.0	83.3
	3	38	1.2	41	25.5	4.25					0.0	83.3
	4	32	1	39.5							8.3	91.7
	5	32	1.2	48.2	37.0	3.6	4.8	5.6	60.0	78.0	16.7	100.0
	6	38	1.2	45.5	33.8	3.3	4.0	5.1	66.0	81.0	33.3	91.7
	7	32	1.4	42.9	31.4	3.7	3.9	5.3	54.0	77.0	27.3	63.6
	8	32	2.0	41.8	30.4	3.2	3.9	5.4	57.0	76.0	27.3	90.9
	9	38	1.2	47.3	35.2	4.0	5.1	5.5	60.0	77.0	45.5	72.7
	10	32	1.8	42.0	35.7	3.6	3.5	5.5	55.0	75.0	36.4	90.9
	11	26	1.4	47.2	38.9	3.7	3.5	5.5	59.0	76.0	45.5	100.0
	12	32	2	50.6	41.5	4.1	5.5	6.2	59.0	76.0	18.2	81.8
	13	26	1.2	50.4	42.2	4.2	4.8	6.7	54.0	76.0	63.6	72.7
	14	32	1.8	44.5	35.3	3.8	4.0	4.6	53.0	77.0	54.5	72.7
	15	38	1.6	49.3	30.6	3.9	3.9	5.5	59.0	79.0	36.4	63.6
	평균	33.4	1.5	44.6	33.1	3.8	4.3	5.5	57.8	77.1	29.5	82.8

J 구근 정식 : 2012. 4. 27

표 43. 칼라 조직배양 소구(T<sub>1</sub>) 구근크기별 저장기간 및 온도별 생육 및 개화비교

(저장기간 : 5개월)

저장 온도 (°C)	구중 (g)	출현 소요일	엽수 (개)	초장 (cm)	화경장 (cm)	화경경 (cm)	화폭 (cm)	화길이 (cm)	개화시 소요일 수	개화중 소요일 수	개화율 (%)	생존율 (%)
4°C	2	28	1.2	47.6							8	83
	3	28	1.6	49.9	38	2.6	4	5	45	58	8	83
	4	28	1	52	37.6	4.0	3.9	4	45	59	17	67
	5	28	1.2	48.2	36.0	4.0	3.1	3.7	48	47	17	100
	6	28	1.6	53.6	38.1	4.2	4.4	5.6	45	61	8	83
	7	31	1	51.2							0	73
	8	28	1.6	53.2							0	82
	9	28	1.4	64.7							0	91
	10	28	2.2	59.2	43.0	4.5	4.5	5.5	45	61	18	73
	11	28	1.8	51.2							0	64
	12											
	13	23	2.4	60.5	48.7	4.1	6.0	5.7	47	59	27	73
	14	23	1.6	60.6	48.1	5.0	5.8	6.6	47	60	36	82
	15	28	1.2	60.5	48.7	4.3	5.4	6.1	49	63	27	73
	평균	27.5	1.5	54.8	42.3	4.1	4.6	5.3	46.4	58.5	12.9	78.9
8°C	2	23	1.0	42.3	36	2.6	4.0	5.0			8.3	100.0
	3	28	1.2	46.9							0.0	91.7
	4	28	1	53.1							0.0	75.0
	5	23	1.8	53.8							0.0	75.0
	6	23	1.2	55.2	37	2.4	4.3	5.0	44.0	58.0	8.3	83.3
	7	23	2.2	57.4							9.1	63.6
	8	23	1.8	47.7	40.6	3.7	5	5.5	44.0	61.0	18.2	63.6
	9	28	1.4	54.0	40.6	4.5	5.9	5.3	44.0	59.0	18.2	81.8
	10	28	2	49.9							0.0	27.3
	11	20	2.6	46.8	35.2	25.1	5.5	4.4	49.0	64.0	27.3	54.5
	12											
	13	28	1.8	53.2	45	4.9	6.5	7	44.0	58.0	9.1	63.6
	14	23	2.2	53.8	42.0	4.6	5.5	5.7	44.0	58.0	9.1	54.5
	15	23	1.8	55.4	38.0	4.1	4.9	6	44.0	59.5	18.2	63.6
	평균	24.7	1.7	51.5	39.3	6.5	5.2	5.5	44.7	59.6	9.7	69.1

J 구근 정식 : 2012. 5. 30

표 44. 칼라 조직배양 소구(T<sub>1</sub>) 구근크기별 저장온도 및 기간별 수확 후 지하부 구근 생육

저장온도 (°C)	정식구중 (g)	수확구중 (g)	증가율 (%)	근수 (개)	근장 (cm)	장구경 (mm)	단구경 (mm)	구고 (mm)	눈수 (개)
4°C	2	4.9	245	3.0	9.3	24.2	20.0	19.5	1.1
	3	9.2	307	4.0	12.5	30.8	23.8	23.9	1
	4	13.5	338	4.5	14.6	38.2	29.1	24.7	1.4
	5	14.9	298	5.4	15.3	37.5	27.6	26.5	1.4
	6	15.1	252	5.6	13.4	36.2	29.3	27.3	1.3
	7	15.7	224	3.7	14.1	39.1	30.2	27.8	1.4
	8	16.1	201	4.6	13.7	38.5	30.5	27.7	1.3
	9	19.0	211	5.4	12.3	43.5	32.2	27.6	1.3
	10	21.8	218	8.6	20.1	43.9	32.0	28.2	1.4
	11	22.4	204	4.7	11.8	46.0	34.5	30.2	1.9
	12	26.4	220	7.1	18.3	48.4	35.8	31.0	1.8
	13	26.4	203	7.3	16.8	48.6	35.6	30.2	1.8
	14	27.7	198	5.3	18.5	46.1	35.8	31.8	1.5
	15	35.8	239	9.4	16.9	56.2	42.2	33.4	2.4
	8°C	2	7.3	365	4.5	12	28.2	21.9	20.8
3		10.0	333	4.6	11.3	32.9	24.4	23.4	1.2
4		13.4	335	4.6	13.4	36.4	28.9	22.9	1.4
5		14.5	290	5.9	13.6	37.9	27.6	25.6	1.1
6		17.5	292	4.0	12.1	39.4	29.9	27.9	1.3
7		15.1	216	4.8	12.2	40.4	31.0	26.1	1.5
8		17.2	215	5.3	15.7	40.4	31.2	28.9	1.2
9		20.7	230	7.8	16.7	40.2	30.7	28.9	1.3
10		22.3	223	6.5	15.3	44.6	31.9	29.3	1.5
11		20.9	190	5.7	36.8	41.6	33.9	30.0	1.3
12		26.7	223	7.7	17.9	45.8	36.6	29.9	1.5
13		30.2	232	9.9	19.4	50.3	36.2	32.8	1.8
14		29.2	209	7.4	15.6	49.1	35.2	31.7	1.6
15		35.8	239	12.4	22.2	55.4	42.1	32.3	2.0

\* 저장 6개월, 정식 2012. 6. 28, 조사일 11월 16일

## 4. 적 요

### <제1세부과제 : 유색칼라 ‘골든하트’ 대량증식을 위한 조직배양 체계 확립 >

- 멀티슈트 유기를 위한 호르몬 선발 시험 결과 TDZ 0.5mg/L 농도에서 신초와 뿌리 발생이 억제되며 멀티 슈트 발생 우수하였다.
- 조직배양묘 신초 증식을 위한 배지는 2% 활성탄소를 첨가한 MS 배지에서 신초 및 뿌리 발생 우수하여 멀티 슈트 유도 과정을 거치는 2단계 배양 방식으로 ‘골든하트’ 품종을 대량 증식하였다.
- 고효율 기내 계대배양 배지 개발을 위해 배양 기간에 따른 배지내 이온 성분 분석하여 양분 흡수 양상을 분석하였으며, 기존 MS 배지보다 2배 이상 우수한 A 배지 선발하였다.
- 성장점 배양 후 4종의 바이러스 검정을 통한 무병주 생산 시스템 구축였고, 4종의 바이러스에 대한 혈청학적 방법에 의한 ELISA 검정 방법과 육안 검사의 비교 연구를 통해 농가 표장에서 육안으로 제거할 수 있도록 하였다.
- 조직배양에 의해 대량증식된 배양묘 95,000주를 3년간 4개 시군에 현장 보급하여, 0.8ha 면적에서 실질적인 시범재배를 수행하였으며 재배농가 컨설팅으로 칼라 재배 면적을 5ha 이상으로 확대하는데 기여하였다.

### <제2세부과제 : 유색칼라 ‘골든하트’ 개화구 생산을 위한 양구 기술개발 >

- 조직배양묘를 통한 구근 생산 기술 개발을 위해 관비재배 적정 EC 농도 선발 시험 결과 감자배양액 EC 농도 1.8dS/m에서 식물체 생육 및 구근 비대 우수하였다.
- 조직배양묘 상자재배시 적정 재식 거리는 4×4cm에서 경제적으로 가장 우수하였다.
- 조직배양묘 상자재배시 적정 상토는 코코피트:펄라이트:질석의 2:1:1(v:v:v) 혼합에서 우수하여 조직배양묘 순화재배를 위한 적정 EC, 재식거리, 상토 등 종합적인 기술 투입으로 안정적 구근 생산 기술을 개발하였다.
- 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구(T<sub>1</sub>)를 이용한 개화구 생산 기술 연구를 위해 적정 EC 농도는 관비재배시 감자배양액 EC 농도 1.8dS/m에서 구근 비대 우수하였다.
- 조직배양 소구 상자재배시 적정 재식 거리는 대구(2.5g)와 중구(1.6g)를 정식할 때는 10×10cm, 소구(0.9g)를 정식할 때는 7.5×7.5cm에서 가장 효율적이었으며, 이와같은 종합적인 기술 투입으로 조직배양 소구를 이용하여 안정적인 개화구 생산이 가능하였다.
- 구근 저장 온도 및 기간에 따른 호흡량 분석 시험 결과 16℃에서는 103일, 8℃에서는 125일, 4℃에서는 148일에서 변화 확인하여 온도에 따른 안정적인 장기 저장 가이드 라인을 제시하였고, 이를 종합하여 유색칼라 ‘골든하트’ 조직배양 소구(T<sub>1</sub>)의 저장 및 활용 기준을 제시하여 영농활용에 이용하였다.

## 5. 인용문헌

- Cohen, D. 1982. Micropropagation of *Zantedeschia* hybrids. Combined Proceedings International Plant Propagators Society (USA). 31:312-316.
- Corr, B.E. and R.E. Widmer. 1987. Gibberellic acid increases flower number in *Zantedeschia elliottiana* and *Z. rehmannii*. HortScience (USA). 22:605-607.
- Corr, B.E. and R.E. Widmer. 1990. Growth and flowering of *Zantedeschia elliottiana* and *Z. rehmannii* in response to environmental factors. HortScience (USA). 25:925-927.
- De Hertogh, A.A and M. Kamp. 1986. Commercial forcing and marketing requirements for flower-bulbs in the U.S and Canada. Acta Horticulturae 177:267~1272
- Funnell, K.A. 1988. Temperature and its effect on the onset and duration of physiological events in *Zantedeschia*. ph.D. thesis. Graduate school, Massey University, New Zealand.
- Funnell, K.A. 1993. *Zantedeschia*. In : The physiology of flower bulbs, A. De Hertogh and M. Le Nard, editors. Elsevier, Amsterdam. pp.683-704.
- Funnell, K.A. and B.R. Mackay. 1988. Effect of temperature and ethylene during storage on growth and flowering of *Zantedeschia*. Technical Report 88/3, Department of Horticulture Science and New Zealand Nursery Research Center, Massey University, New Zealand. p.13.
- Funnell, K.A. and C.G. Downs. 1987. Effect of ethylene on spathe regreening in *Zantedeschia* hybrids. HortScience (USA). 22:1333.
- Funnell, K.A., and B.R. Mackay. 1987. Effect of GA<sub>3</sub> on growth of *Zantedeschia*. Technical Report 87/14, Department of Horticulture Science and New Zealand Nursery Research Center, Massey University, New Zealand. p.42.
- Han, B.H. and H.R. Cho. 2003. In vitro propagation of *Zantedeschia* spp. through shoot tip culture. Kor. J. Plant Biotech. 30(1):59-63.
- Hoi Chun Lim\*, So Ra Choi, Min Sil Ahn, Dong Chil Choi, Jeong Ryu, and Imamula, U. 1998. Technique of Safe Production in Calla. Nala Agricultural Experiment Station, Branch Office of Highland. pp.376-377.
- Huang, C.H., W.C. Hu, T.C. Yang and Y.C. Chang. 2007. *Zantedeschia* mild mosaic virus, a new widespread virus in calla lily, detected by ELISA, dot-blot hybridization and IC-RT-PCR, Plant Pathology 56, 183-189.
- Joung Sik Choi. 2001. Effects of Concentration of Carbon Sources and Choline Chloride on the Microtuber Growth of *Zantedeschia* spp. in vitro. Kor. J. Hort. Sci. Technol. (SUPPL. II) 19:99.
- Juarez, H.M., D. Jesus, P. Camacho, and Ignacio. 1998. Application of growth regulators in alcatraz (*Calla Zantedeschia* hybrid to increase bud number. Phytogetic Congress. Proceedings. Scientific notes]. 17. Memorias. Notas cientificas. Acapulco, Guerrero

- (Mexico). p.495.
- Ko, J.A., S.R.Choi and H.S.kim. 2003. Mass production of calla lily(*Zantedeschia* spp. Southern Light) by the immature zygotic embryo culture. *Kor. J. Plant Res.* 16(2), 160-167
- Ko, J.A., Y.S. Kim and J.S. Eun. 1996. Embryogenesis and plant regeneration by the anter culture of *Zantedeschia aethiopica* spp. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37(3) 468-474.
- Lee, Y.S., K.J. Kim, J.W. Jung, K.B. An, C.J. Yu, and J.A. Ko. 1996. Effect of nutriculture on tuber development of tissue culture plant of *Zantedeschia* spp. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 14:316-317.
- Letty, C. 1973. The Genus *Zantedeschia*. *Bothalia*. 11:5-26.
- Lin, Y.H, T.C. Chen, H.T. Hsu, F.H. Chu, C.C.Chen, Y.Z. Lin and S.D. Yeh. 2005. Serological Comparison and Molecular Characterization for Verification of Calla lily chlorotic spot virus as a New Tospovirus Species Belonging to Watermelon silver mottle virus Serogroup, *Phytopathology* .95(12), 1482-1488
- Nam, C.W. 2004. Effect of environmental conditions and growth regulatores on production of cut flwoers and tubers in *Zantedeschia*(‘base Black Magic’ and ‘Golden Affair’). Univ. of Chungbuk. pHD thesis..
- Nam, C.W., D.L. Yoo, S.J. Kim, J.T. Suh, and K.Y. Paek. 2012. Growth and flowering response of Calla(*Zantedeschia*) base on shading rates in highland. *Flower Res. J.* 20(4):260-267.
- Noh H.S. D.K. Hong, and S.Y. Lee. 2009. Effects of ‘Ribavirin’ on Virus Elimination in Tissue Culture of Calla (*Zantedeschia* spp.). *Kor. J. Hort. Sci. Technol. (SUPPL. II)* 27:147.
- Noh H.S. D.K. Hong, and S.Y. Lee. 2010. Selecting of the Proper Hormone for Revelation of Multishoot and Medium for Propagation in Tissue Culture of Calla (*Zantedeschia* spp.) ‘Golden Heart’. *Kor. J. Hort. Sci. Technol. (SUPPL. II)* 28:134.
- Perez Camacho, I., J. Hernandez, and M. de Jesus. 1999. Increase in flowers production in alcatraz (*Calla*) *Zantedeschia* hybrid by the application of GA<sub>3</sub> and TDZ. [17. *Phytogenetic Congress. Proceedings. Scientific notes*]. *Memorias. Notas cientificas.* p.497.
- Snijder, R.C., H.R. Cho, M.W.B.H. Margriet, P. Lindhout and J.M. van Tuyl. 2004. Genetic variation in *Zantedeschia* spp.(*Araceae*) for resistance to soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovara*, *Euphytica* 135:119-128
- Tjia, B. 1987. Growth regulator effect on growth and flowering of *Zantedeschia rehmannii* hyb. *HortScience (USA)*. 22:507-508.

- ] Welsh, T.E., J.A. Plummer, and A.M. Armitagr. 1988. Preliminary evaluation of the dwarf White calla lily as a potted plant. Proc. Intl. Plant Propagation Soc., 38:384-388.
- Yoo, Y.K. and B.W. Kim. 2008. Effects of cultivation methods on the microtuber formation and growth in micropropagated plantlet of *Zantedeschia* spp. 'Florex Gold'. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 26(1):1-6.
- Yoo, Y.K. and B.W. Kim. 2009. Effects of plant growth regulatores on the formation of adventitious bud callus and plant regeneration in shoot tip culture in *Zantedeschia* spp. 'Florex Gold'. Flower Res. J. 17(1):23-28.

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제목
2010(1년)	영농활용	유색칼라 '골든하트' 조직배양묘 상자재배시 적정 EC 농도, 재식 거리 및 상토구멍(중양)
	품종증식/보급	유색칼라 조직배양묘 농가보급 : 30,000구
2011(2년)	영농활용	유색칼라 '골든하트' 조직배양 소구 상자재배 적정 EC 농도, 재식 거리 구멍(중양)
	품종증식/보급	유색칼라 조직배양묘 농가보급 : 38,000구
2012(3년)	영농활용	유색칼라 '골든하트' 조직배양 소구(T1) 저장 및 활용기준 설정(중양)
	품종증식/보급	유색칼라 조직배양묘 농가보급 : 27,000구

## 7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'10	'11	'12
과제책임자	원예연구과	농업연구사	최강준	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	"	"	최강준	주관수행	○	○	○
공동연구자	특화작물연구소	"	노희선	시험연구설계	○	-	-
"	원예연구과	기능직	변선배	조사업무지원	○	○	○
"	원예연구과	공무직	김미경	조사업무지원	○	○	○
2세부책임자	"	농업연구사	고재영	주관수행	○	○	○
공동연구자	작물연구과	농업연구관	홍대기	시험연구설계	○	○	○
"	원예연구과	기능직	변선배	조사업무지원	○	○	○
"	"	공무직	전미숙	"	○	○	○