

유색칼라 기내 미세번식에 미치는 식물생장조절물질의 영향

이영순, 고정애^{1)*}

경기도농업기술원, ¹⁾전북대학교

Effect of Plant Growth Regulators on *in vitro* Micropropagation of Colored Calla Lily(*Zantedeschia* spp.)

Young Soon Lee, Jeong Ae Ko^{1)*}

Kyonggi Agricultural Research & Extension Services, Hwasong 445-970, Korea

¹⁾Horticultural Science Major, Faculty of Biological Resources Sciences, College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

ABSTRACT

To establish rapid micropropagation through organogenesis from apices-derived callus or direct adventitious shoot of three calla lily cultivars(*Zantedeschia* spp. cv. Sunlight, cv. Chiante, cv. Pink Persuasion) were cultured on Murashige and Skoog medium supplemented with different plant growth regulators. The formation rate of callus, organogenesis and *in vitro* tuber production among the three cultivars were tested. Callus was obtained from cvs. Sunlight, Chiante and Pink Persuasion; the best cultivar was Sunlight. Sunlight induced 53.3% callus and Chiante had the highest rate of 56.7% direct shoot regeneration on medium with 2.0 mg/L BA. Regeneration frequencies ranged from 20 to 70 % on medium with 2.0 - 3.0 mg/L BA. The highest percentage of regeneration and the greatest number of shoots were obtained on medium containing 3.0 mg/L BA in three cultivars. Cytokinins induced multiple shoot formation; 1.0 mg/L of 2ip, 5.0 mg/L of BA, and 1.0 mg/L of BA induced 16, 14 and 12 multiple shoots in cvs. Sunlight, Chiante and Pink Persuasion, respectively. 1.0 mg/L of IAA enhanced root growth in cvs. Sunlight and Chiante while cv. Pink Persuasion exhibited enhanced root growth at 2.0 mg/L of IBA. NAA, however, induced no change in root growth. The addition of 90 g/L sucrose enhanced *in vitro* tuber formation and following tuber expansion in cv. Sunlight, while 70 g/L of sucrose was effective in cvs. Chiante and Pink Persuasion.

Key words : adventitious shoot formation, growth regulators, *in vitro* culture, sucrose, tuberization

* 교신저자 : E-mail : kjam@chonbuk.ac.kr

서언

다양한 색상을 지닌 화포와 잎에 반점이 있어 관상가치가 큰 유색칼라는 일반적으로 분구법으로 번식하나 자연번식률은 저조하고 실생번식을 이용하였을 경우 직경 4cm의 개화구를 생산하는데는 2~3년 장기간이 소요된다(Funnell, 1993; Kim, 1995). 절화 및 분화식물로서 세계적으로 점차 선호도가 증가하여 수요가 급증하고 있으나 국내에서는 수입되는 종구 가격이 상당히 높아 극히 일부지역에서 소규모로 재배가 행해지고 있을 뿐 종구 확보 및 국내 자급체계가 전혀 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 본 실험은 관상가치가 큰 Sunlight, Pink persuasion, Chiante 세 품종의 정단 분열조직을 배양하여 기내 급속증식체계를 확립코자 식물체 재분화에 미치는 식물생장조절물질과 기내 피경 비대에 미치는 sucrose 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

식물재료: 유색칼라 3품종 Sunlight(황색), Chiante(적색), Pink Persuasson (분홍색)의 정단 분열조직을 사용하였다.

소독방법: 품종별 25개씩 피경을 벤레이트 1000 배액에 5분간 침지한 후 10℃ 저장고에서 50일간 저온처리로 휴면타파 시킨 후 70% EtOH에 7~8분간 표면을 살균하고 7% calcium hypochlorite 수용액에 15분간 소독한 다음 멸균수로 4~5회 수세하였다. 치상재료는 엽원기 1매를 부착한 0.3~0.5mm 정단분열조직을 캘러스 발생과 신초분화를 조사하기 위해 MS(Murashige and Skoog, 1962) 기본배지에 1.0, 2.0, 3.0 mg/L BA를 단용처리 하였고 다아체 형성에 미치는 cytokinin 영향을 조사하기 위해 BA, kinetin, zeatin, 2ip를 각각 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/L를 첨가하였으며 유도된 식물체 중에서 신초 길이가 3.0~3.5cm, 엽수 3~5매, 기부지름 1.0~1.5cm인 식물체를 선별하여 0.1, 0.5, 1.0, 2.0 mg/L IAA, IBA, NAA를 각각 처

리하여 발근에 미치는 auxin 영향을 조사하였다. 한편 품종별로 양호하였던 cytokinin과 auxin을 혼용 처리하여 개체증식과 기내 tuber 형성에 미치는 sucrose 효과를 조사하였다. 배양조건은 2,000Lux 조명하에 하루 16시간 일장을 유지시킨 20±2℃ 항온기에서 실시하였다.

결과 및 고찰

캘러스 형성 및 shoot분화에 미치는 BA 효과

BA 농도를 달리하여 정단분열 조직을 치상한 후 배양 60일이 경과되었을 때 품종간 캘러스 발생 및 신초 분화를 조사하였다(Table 1). 품종 및 BA 처리농도에 따라 캘러스가 유도되거나 또는 치상체에서 캘러스 유도 없이 신초가 직접 분화되었다. Sunlight 품종은 캘러스를 통해 신초가 분화된 경우로 BA 처리농도에 관계없이 배양 10여일이 경과되었을 때 치상체 절단면에서 담황색 부드러운 캘러스가 형성되었고(Fig. 1A) 배양 20일경에는 이들 캘러스상에 백색의 단단한 기관분화성 캘러스가 왕성하게 증식되었는데(Fig. 1B) 배양 40일경에는 돌기에서 신초가 다수 분화되었다(Fig. 1C). 특히 2.0 mg/L BA 처리구에서 53.3% 캘러스가 발생되어 본 실험에서 가장 효과적이었으며 3.0 mg/L BA 단용처리에서는 캘러스 발생율은 저조하였으나 신초분화는 효과적이었다. Pink Persuasion 품종은 1.0 mg/L BA처리 시 치상체에서 직접 신초가 분화되었고 2.0-3.0 mg/L BA 처리에서 캘러스가 유도되었으나 Sunlight 품종에 비해 저조하였다. Chiante 품종은 1.0, 2.0 mg/L BA 처리에서 직접 신초가 분화되었는데(Fig. 1D) 특히 2.0 mg/L BA 처리시 56.7%가 직접 신초로 분화되어 효과적이었으며, 3.0 mg/L BA 처리시에는 캘러스를 통해 70.0 % 신초가 분화되어 본 실험중 가장 효과적이었다(Fig. 1E).

다아체 분화에 미치는 cytokinin류 단용처리 효과

정단 분열조직에서 형성된 기내 식물로부터 다아체를 분화시키기 위해 shoot를 1cm 정도 남기고 자

Table 1. The Effect of BA on callus formation and multiple shoots differentiation from apical meristem culture of *Zantedeschia* spp. after 60 days of culture

Cultivar	BA (mg/L)	No. of cultured explants	No. of explants inducing callus	No. of explant formed shoot
Sunlight	1.0	30	12(40.0) ^z	8(26.7)
	2.0	30	16(53.3)	6(20.0)
	3.0	30	7(23.3)	11(36.7)
Chiante	1.0	30	0	15(50.0)
	2.0	30	0	17(56.7)
	3.0	30	9(30.0)	21(70.0)
Pink Persuasion	1.0	30	0	12(40.0)
	2.0	30	5(16.7)	14(46.7)
	3.0	30	4(13.3)	19(63.3)

^zParentheses indicate percentage to number of cultured explants.

른 후 1개체당 disk를 중심으로 4등분하여 BA, kinetin, zeatin, 2ip가 각각 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/L 가 첨가된 배지에 품종별로 1처리 당 10개씩 3반복으로 치상하여 배양 30일 후 증식된 개체수를 조사하였다. 분할된 치상체는 disk를 중심으로 건전한 신초가 1개 신장된 후 신초 기부에서 액아가 발생되어 다아체로 성장하였다. Cytokinin류가 첨가되지 않은 대조구에서는 세 품종 모두 6개체씩 증가되었으나 Sunlight 품종은 0.5 mg/L kinetin과 1.0 mg/L zeatin 처리구에서는 대조구 보다 증식률이 상승되었고 2ip 처리의 경우 5.0 mg/L 고농도를 제외하고는 모든 처리에서 개체증식 효과가 있었는데 특히 1.0 mg/L 2ip 처리에서 16개체가 증식되어 본 실험 중 가장 많았다. Chiante 품종은 각 처리구의 0.5 mg/L 저농도에서는 대조구보다 증식률이 낮았으나 zeatin과 2ip는 3.0-5.0 mg/L 농도에서 대조구와 비슷하였고 3.0 mg/L kinetin 처리는 10개체가 그리고 5.0 mg/L BA 처리는 14개체가 증식되어 효과적이었다. Pink Persuasion 품종은 0.5 mg/L kinetin 처리는 거의 효과가 없었으며 1.0 mg/L BA에서 12개체가 증식되어 가장 효과적이었다. 기내에서 유도된 Sunlight 품종은 1.0 mg/L 2ip를, Chiante 품종은 5.0 mg/L BA 또는 3.0 mg/L kinetin을, Pink Persuasion 품종은 1.0 mg/L BA를 처리함으로써 품종 당 10개체 이상 다아체를 유도할 수 있었다.

뿌리분화에 미치는 auxin 영향

다아체에서 분할된 신초에서 뿌리를 분화시키기 위해 IAA, IBA 및 NAA가 첨가된 배지에 3주간 계대 배양 하였다. 뿌리분화 역시 품종 및 auxin 종류에 따라 분화율이 달랐는데 NAA 처리구에서는 shoot 기부가 팽대되면서 상반부에서는 투명화 현상이 나타나기도 하였으며 배양 기간 동안 세 품종 유래 신초에서 모두 뿌리는 분화되지 않았다. IAA 및 IBA 처리구에서는 세 품종 모두 처리농도에 관계없이 계대 배양 5일 후부터 shoot 기부에서 굵고 긴 직근이 100% 형성되었으며(Fig. 1F) 치상체 당 평균 뿌리 분화수 및 길이는 Sunlight 품종은 2.2개와 1.3cm, Chiante 품종은 2.6개와 1.0cm, Pink Persuasion 품종은 2.7개와 1.3cm로 품종간 차이는 거의 없었다. 그러나 품종별로 뿌리 분화수 및 길이는 Sunlight 와 Chiante 품종은 1.0 mg/L IAA에서, 그리고 Pink Persuasion 품종은 2.0 mg/L IBA가 효과적이었다.

개체증식에 미치는 cytokinin과 auxin 혼용처리 효과

Table 1, 2 결과에 따라 다량증식을 목적으로 품종별로 다아체 형성과 뿌리분화에 효과적인 식물 생장 조절제를 혼용 처리하여 30일간 배양한 후 증식된 개체수를 조사하였다. Sunlight 품종은 0.5 mg/L 2ip와 1.0 mg/L IAA 혼용처리에서 10.7개체, Chiante 품종은 5.0 mg/L BA 와 0.5 mg/L IAA 혼용처리에서

13.5개체, 그리고 Pink Persuasion 품종은 1.0 mg/L BA와 1.0 mg/L IBA 혼용처리에서 12.0개체가 증식되어 효과적이었다. 대체적으로 Sunlight 품종에서는 cytokinin 단용처리 보다 auxin과 cytokinin혼용처리가 오히려 약 5개체 정도 증식이 낮았고 Chiante 품종과 Pink Persuasion 품종에서는 cytokinin 단용 처리와 거의 비슷한 개체수가 증식되었다. 품종에 따라 식물생장조절물질 종류와 농도는 차이가 있으나 cytokinin과 auxin을 적절하게 혼용처리 하는 유색칼라 개체증식에 cytokinin 단용처리 보다 효과적이었다.

기내 괴경 형성에 미치는 sucrose 영향

기내 유식물체로부터 괴경 형성에 미치는 sucrose 효과를 조사하기 위해 유식물체 기부에서 1cm정도 남기고 뿌리와 신초를 제거한 다음 품종별로 30, 60, 70, 90 g/L sucrose를 첨가한 배지에 배양하였다. Pink Persuasion 품종은 비교적 저농도인 30 g/L sucrose 첨

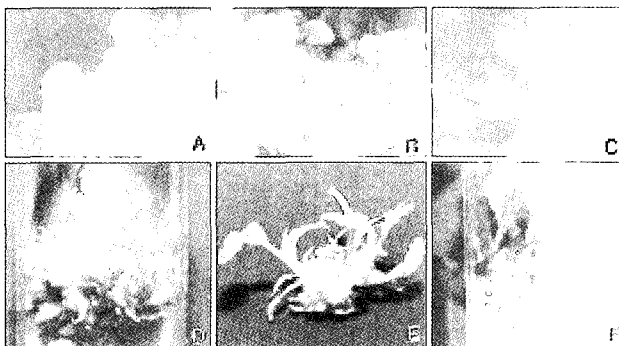


Fig 1. Callus and multiple shoot formation from apical meristems of *Zantedeschia* cv. Sunlight, cv. Chiante and cv. Pink persuasion on MS medium with 1.0-3.0 mg/L BA.

Yellow transparent callus formation on MS medium with 1.0 mg/L BA after 10 days of culture (A), prolific whitish and compact organogenic callus growth(B) and multiple shoots formation from these calli(C) after 20 and 40 days of culture of *Zantedeschia* cv. Sunlight on MS medium with 2.0 mg/L BA. Direct adventitious shoot formation and on MS medium with 2.0 mg/L BA (D) and shoot development from differentiated callus initiated on medium with 3.0 mg/L BA(E) after 40 days of culture of *Zantedeschia* cv. Chiante. Well-developed plantlet on rooting(F) on MS medium with 1.0 mg/L IAA 5 days after subculture.

가 배지에서도 배양 20일경부터 괴경이 형성되기 시작하여 배양 60일경에는 60g/L 및 70g/L sucrose 농도에서 구가 비대 되어 세 품종 가운데 괴경 형성이 가장 양호하였다(Fig. 2). 다른 두 품종은 배양 40일 까지도 괴경 형성에는 반응이 없었으나 배양 기간이 60일이 경과되었을 때부터 60g/L, 70g/L sucrose가 함유된 배지에서 괴경 형성이 관찰되었다. 배양 150일 후 품종별 sucrose 농도에 따른 구비대현상은 Sunlight 품종은 90 g/L sucrose 처리에서 구경이 19.5mm, Chiante 품종은 70 g/L sucrose에서 구경이 19.8mm, Pink Persuasion 품종은 70 g/L sucrose에서 구경이 23.4mm로 가장 효과적이었다(Fig. 2).

고찰

유색칼라 정단분열을 배양함에 있어서 식물체 분화는 품종별로 처리된 BA 농도에 따라 캘러스 유도 후 캘러스에서 또는 치상체에서 직접 신초가 분화되는 두가지 경로를 거치는 것으로 관찰되었으며 캘러

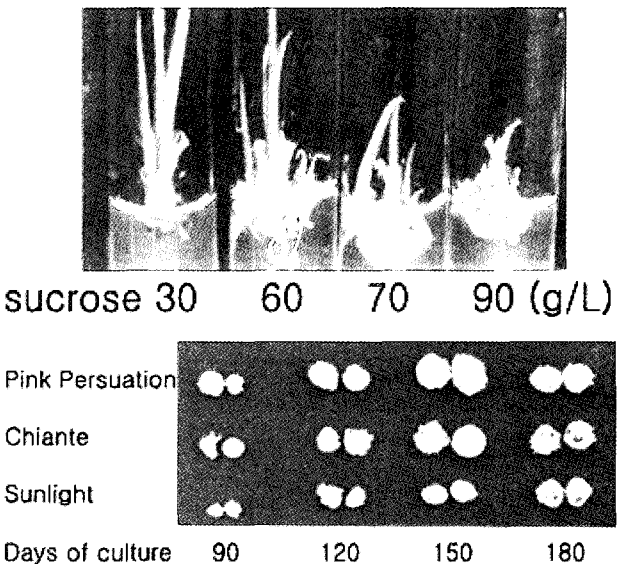


Fig. 2. The effect of sucrose concentration on *in vitro* tuber formation and expansion of *Zantedeschia* cv. Sunlight, Chiante and Pink Persuasion. The addition of 70g/L sucrose enhanced tuber formation and following tuber expansion in cvs. Pink Persuasion and Chiante, but in case of cv. Sunlight was effective on 90g/L of sucrose.

스 발생에는 Sunlight 품종이, 직접 신초 분화에는 Chiante 및 Pink Persuation 품종이 효과적인 것으로 구분되었다. *Zantedeschia hybrids*의 신초증식에 3.0 mg/L BA가 효과적이었다고 한 Cohen(1981)의 보고와 동일하게 본 실험에서도 세 품종 모두 3.0 mg/L BA처리가 효과적이었다. 식물 종류에 따라 정단분열 조직 배양 시 첨가되는 식물생장조절물질의 종류와 농도가 캘러스 및 신초분화에 미치는 효과는 상이한데 cytokinin 첨가는 캘러스형성 및 다아체 형성에 효과적(Gulati and Jaiwal, 1992)이라 하였고, 특히 *Anthrrium spp.*(Yu and Paek, 1995) 품종별로 효과적인 cytokinin 종류 및 농도가 각기 다른 것으로 보고된 바 있다. 지황 정단 및 마디배양에 의한 재생된 신초에서 정단 분열조직을 배양하였을 때 5.0 mg/L BA 단용처리에서 신초 분화(7.8개)된 것 보다 0.3 mg/L IAA와 5.0 mg/L BA를 혼용 처리 하므로써 16배 증식효과가 있었다고 하여(Paek *et al.*, 1998) 식물에 따라서는 오옥신과 사이토키닌의 혼용처리가 단용처리보다 효과가 뚜렷하였다. 본 실험에서도 사이토키닌 단용 처리보다 오옥신과 혼용처리하므로 품종별로 2-3배 증식 효과를 얻었다. 백색칼라 (*Zantedeschia aethiopica spp.*) 약배양(Ko *et al.*, 1995)에서는 2,4-D와 kinetin을 1.0 mg/L 씩 혼용 처리하거나 0.5 mg/L NAA와 1.0 mg/L BA를 혼용처리 하여 배양 150일 후에야 캘러스에서 식물체가 재생되었지만 유색칼라 Southern Light 미숙배(Ko *et al.*, 2003)와 본 실험의 정단조직은 배지내 3.0 mg/L BA 단용 또는 오옥신과 혼용처리하므로 30일부터 신초가 분화되어 배양 부위에 따라 식물체 재분화에 요구되는 식물생장조절물질의 종류와 농도가 달랐다. 본 실험에서는 품종별 유색칼라 정단 분열조직은 BA 3.0 mg/L 처리에 배양함이 기내 배양의 첫 단계로 생각되었다. Narcissus, Nerine, Allium 등 정아 우세현상이 강한 식물에서 다수 부정아를 발생시켜 증식효과를 높이기 위해 정단을 제거하는데(Joung, 1994; Kim and Han, 1993) 본 실험에서도 기내 분화된 식물체의 정단을 제거하고 cytokinin이 첨가된 증식배지에 배양한 결과 절단된 기저부 조직에서 배지내 cytokinin을 흡수, 다수의 부정아를 발생시킨 것으로 생각된

다.

기내 유식물체 뿌리분화에 효과적인 auxin 종류는 식물에 따라 다양하여 *Cyclamen periscum*은 1.0 mg/L NAA에서(Eun *et al.*, 1995), *Begonia rex*는 IAA와 IBA 0.5~1.0 mg/L 첨가배지에서 다수의 뿌리가 발생되었다(Han *et al.*, 1991). *Anthrrium*의 정단배양을 통해서 분화된 신초의 발근은 IAA와 IBA에서 효과적이었으나 NAA는 기부조직이 부풀기만 하고 발근에는 전혀 효과가 없었는데(Yu and Park, 1995) 본 실험재료인 유색칼라에 있어서도 Sunlight와 Chiante 품종은 1.0 mg/L IAA가, Pink Persuation 품종은 2.0 mg/L IAA 또는 IBA가 효과적이었으나 NAA는 배양 기간동안 뿌리분화가 일어나지 않았다.

구근식물의 기내 구형성에 있어서 효과적인 배양물질은 다양하여 백합 인편배양 시 0.1 mg/L NAA가 자구 형성에 효과적이었으며(Wright and Alderson, 1980), 수선은 고농도 sucrose 및 생장억제제를 요구하지 않고 1.0 mg/L NAA와 2.5 mg/L BA 혼용 첨가만으로도 기내에서 구를 형성할 수 있다고 하였다(Joung, 1994). 그러나 감자는 소과경을 촉진시키기 위해 생장억제제인 PBZ(Paclobutrazol)가 (Park *et al.*, 1992; Park *et al.*, 1995), 마늘은 질소 및 sucrose가 과경비대에 크게 영향을 미친다고 하였다(Park and Choi, 1993; Yang *et al.*, 1993). 글라디올러스의 경우 90 g/L sucrose가 구경 비대를 촉진 효과가 있었는데 구경형성과정에서 생장억제제는 assimilate flow를 앞에서 구경으로 전환함으로써 잎과 뿌리의 생장이 억제되고 sucrose가 corm filling에 사용되기 때문에 고농도 sucrose는 구경 비대를 가속화한다고 하였다(Goo *et al.*, 1994; Kim and Han, 1993; Steiniz *et al.*, 1991; Steiniz and Lien-kipnis, 1989). 유색칼라의 경우 cytokinin이나 auxin의 단용 및 혼용처리에서는 구가 형성되지 않았고 품종에 따라 차이는 있었지만 70 g/L sucrose의 고농도에서 구 비대 효과가 있어 sucrose는 유색칼라 기내 구형성에 필수물질이라고 생각된다. 따라서 유색칼라 세 품종(Sunlight, Chiante, Pink Persuation)의 정단 분열조직배양에 의한 기내 미세 번식체계를 확립하기 위해서 제 1 단계로 MS 기본배지에 2.0-3.0 mg/L BA를 단용 처리하

여 캘러스 및 직접 신초를 분화시키고 품종별로 효과적인 cytokinin을 처리하여 다아체를 형성시킨 후 분할된 묘를 뿌리분화 배지에 옮기므로 완전한 식물체로 재분화 시킬 수 있었다. cytokinin 과 오옥신을 혼용처리하여 품종별 개체증식을 유도할 수 있었고 기내에서 구 비대에 효과적인 sucrose 농도를 조절하므로 기내 급속증식을 꾀할 수 있었다.

적요

유색칼라 세 품종 (Sunlight, Chiante, Pink Persuasion)의 기내 급속증식체계를 확립코자 정단분열조직을 배양함에 있어 callus, 신초 및 뿌리 분화에 미치는 식물생장조절물질의 효과와 sucrose가 기내 괴경 형성 및 비대에 미치는 효과를 조사하였다. 식물체는 캘러스를 통하거나 또는 치상체에서 직접 분화되는 두 경로로 형성되었으며 2.0 mg/L BA 단용 처리에서 Sunlight 품종은 53.3% 캘러스를, Chiante 품종은 56.7% 직접 신초를 형성하였다. 2.0-3.0 mg/L BA 단용 처리는 품종별로 식물체 재분화 빈도가 20-70%로 차이가 있었으나 세 품종 모두 3.0 mg/L BA 단용 처리에서 신초 분화가 양호하였다. 다아체 형성에 미치는 cytokinin의 효과는 Sunlight 품종은 1.0 mg/L 2ip 처리로 16개체를, Chiante 품종은 5.0 mg/L BA를 처리로 14개체를, Pink Persuasion 품종은 1.0 mg/L BA 처리로 12개체를 형성하였다. NAA는 세 품종 뿌리분화에 효과가 없었으며 Sunlight 와 Chiante 품종은 1.0 mg/L IAA에서, Pink Persuasion 품종은 2.0 mg/L IBA가 효과적이었다. 괴경형성에 미치는 sucrose는 Sunlight 품종은 90 g/L, Chiante 및 Pink Persuasion 품종은 70 g/L가 괴경형성 및 비대에 효과적이었다.

인용문헌

- Cohen, D. 1981. Micropropagation of *Zantedeschia* hybrids. 7 Proceedings of the International Plant Propagation Society. 31:312~317.
- Choi, S. R., K.Y. Paek and J.T. Cho. 1993. Effect of 1-Naphthaleneacetic acid and sucrose on bulblet formation in floral and vegetative bud culture of galic (*Allium sativum* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34(4):248~256.
- Eun, J.S., J.A. Ko and Y.S. Kim. 1995. Plantlet regeneration by cotyledon and petiole culture of *Cyclamen persicum* Mill. J. Kor. Tissue Culture 22(4):213~216.
- Funnell, K.A. 1993. *Zantedeschia*. The physiology of flower bulbs. 36:683~704.
- Goo, D.H. and K.W. Kim. 1994. Influence of sucrose, ABA and daylength on cormlet formation of gladiolus *in vitro*: Histological observation. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 35(4):400~405.
- Gulati, A. and P.K. Jaiwal. 1992. *In vitro* induction of multiple shoots and plant regeneration from shoot tips of mung bean (*Vigna radiata*(L.) Wilczek). Plant Cell Tissue Organ Culture 29:199~205.
- Han, B.H., J.S. Kim, S.L. Choi and K.Y. Paek. 1991. *In vitro* masspropagation of *Begonia rex* Putz. and *Caladium bicolor* Vent. J. Kor. Plant Tissue Culture 18(2):95~101.
- Joung H.Y. 1994. Studies on multiplication system in *Narcissus pseudo-narcissus* L. by *in vitro* scape and morphological organogenic process. Ph. D. Theses., Konkuk University, Korea.
- Kim, K. H. 1995. Calla lily. The cultural technology of bulb. RDA. 319~328.
- Kim K.W. and S.Y. Han. 1993. Cormlet formation in gladiolus shoot base by growth retardants *in vitro*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34(2):136~144.
- Ko, J.A., Y.S. Kim, M.J. Kim and J.S. Eun. 1995. Embryogenesis and regeneration by the anther culture of *Zantedeschia aethiopica* Spp. 13(1) 310~311.
- 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. Korean J. Plant Res. 16(2):160-167.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays tobacco tissue culture. *Physiol. Plant* 15:473-497.
- Park, C.H, M.S. Lee, D.C. Choi, H.C. Lim, C.S. Kim, S.K. Chin, K.H. Park and H Joung. 1995. Sprouting behavior and change of sugar contents during low temperature storage of potato(*Solanum tuberosum* L. cv. Superior) microtubers. *Kor. Soc. Hort. Sci.* 36(1):46~49.
- Park S.W., J.H. Jeon, H.S. Kim and H. Joung. 1992. Effects of paclobutrazol levels on shoot growth and microtuberization in tissue culture of potato. *J. Kor. Plant Tissue Culture* 19(5):311~315.
- Paek, K.Y., K.J. YU, S.I. Park. 1998. *In vitro* propagation by shoot-tip and node-bud culture of *Rehmannia glutinosa*. *Korean J. Plant Tissue Culture*. 25(1);63-68.
- Steinitz, B., A. Cohon, and Z. Kochba. 1991. *Precocious gladiolus* corm formation in liquid shake culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 26:63~70.
- Steinitz, B. and H. Lienen-kipnis. 1989. Control of *Precocious* corm and cormel formation in tissue culture. *J. Plant Physiol.* 135:495-500.
- Yang S.G., H.S. Lee, W.J. Jeong, S.R. Min and J.R. Liu. 1993. Production of virus-free microbulbs of garlic (*Allium sativum* L.) by *in vitro* culture of vegetative and floral buds in immature involucre. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 34(3): 179~183.
- Yu, K.J. and K.Y. Paek. 1995. Micropropagation of *Anthurium* spp. through shoot tip and callus culture. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36(5):684~694.
- Wright, N.A. and P.G. Alderson. 1980. The growth of tulip tissue *in vitro*. *Acta Hort.* 109~270.

(접수일 2004. 9. 05)

(수락일 2004. 10. 25)