

MS 배지 내 무기물 농도 및 질소 농도가 나리의 자구 형성과 비대에 미치는 영향

엄미란 · 박현춘 · 양찬석 · 백기엽*

충북대학교 첨단원예기술개발연구센터

Effect of MS Medium Strength and Nitrogen Concentration on Bulblet Formation and Growth of *Lilium* In Vitro

LAN, Mei Lan · PIAO, Xuan Chun · YANG, Chan Suk · PAEK, Kee Yoeup*

Research Center for The Development of Advanced Horticultural Technology, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

ABSTRACT To investigate the effects of MS medium strength and nitrogen concentration on bulblet formation from bulblet scale segment culture and bulblet growth from bulblet of *Lilium* oriental hybrid 'Casa Blanca', asiatic hybrid 'Mona', and *longiflorum* hybrid 'Hinomoto', 0.5~2.0 strength of MS salts and 30~120 mM nitrogen concentrations of MS medium were examined in vitro. The number of bulblets from bulb scale segment was favored in the strength of 0.5~1.0 strength of MS salts or 30 mM total nitrogen concentration of MS medium in three cultivars. But the growth of bulblets formed in vitro was promoted in the 2 strength of MS medium or high concentration of total nitrogen of MS medium up to 120 mM in three experimented cultivars.

Key words: Lily, cultivars

서 론

나리는 나리과에 속하는 식물로 한국, 중국, 일본 등 동아시아의 온대 지역에 주로 분포하고 있으며 (Feldmaier and McRae 1982; Woodcock and Stearn 1950), 유럽과 남아메리카에도 일부 자생하고 있다 (Park 1997). 이들은 교배친화성에 따라 8개의 교배군 (asiatic, oriental, trumpet, *longiflorum*, *candidum*, american, *distichum* 및 기타 그룹)으로 분류되며, 원예종으로 주로 재배되는 품종들은 asiatic, oriental, *longiflorum* 군에 속한다 (Kim et al. 1998). 나리 무병종구는 경정배양에 의해 생산된 자구를 기내 인편배양하여 증식하는데, 이 방법은 조작이 간편하고 인편으로부터 직접 자구가 분화되기 때문에 유전적으로 안정된 자구생산이 가능하여 널리 이용되어 왔다 (Aartrijk and Blom-Barnhoorn 1981; Gupta et al. 1978; Lee et al. 1995a; Nightingale 1979; Paek and

Chun 1982; Simmonds and Cumming 1976).

조직배양에 가장 많이 이용되는 배지는 Murashige & Skoog (MS) 배지이며 타 배지에 비해 MS 배지는 총 질소 함량이 높다 (George et al. 1988). MS 배지의 무기물 농도가 기관형성 및 식물체 성장에 영향을 미치는데 (Amirouche et al. 1985; Hussey and Stacey 1981; Singha 1982), 식물에 따라 MS 무기물 농도에 대한 요구도는 차이가 있으며 딸기 기내배양의 경우 1/2 MS 무기물 농도가 적합하고 (Hdider et al. 1994), 감자 기내배양에서는 MS 배지의 무기물 농도가 높아 농도를 낮추어 주는 것이 기관형성에 효과적이다 (Evans 1993). 나리의 경우 MS 배지 무기물 농도에 따라 품종 간 다소 차이가 있었다 (Binnier and Van Tuyl 1997). Lim 등 (1998)은 *L. oriental* hybrid 'Cherry Blossom' 기내 배양에서 배지 내의 무기물 농도가 높을수록 자구 형성수가 증가하고 자구 생체중은 오히려 감소한다고 하였으며 Aartrijk과 Blom (1980)은 *L. speciosum* 'Rubrum'에서 이와 반대의 결과를 나타냈다. MS 배지 내 질소 농도는 전체 무기물 농도의 2/3 이상을 차지하기 때문에 배지 내 질소 농도는 식물체 생

*Corresponding author. Tel 043-261-3445 Fax 043-266-3245
E-mail paekky@cbucc.chungbuk.ac.kr

장 및 기관형성에 큰 영향을 미친다 (Lee et al. 1995b; Lim et al. 1998). 하지만 지금까지 질소 농도에 관한 연구는 단일 품종으로 수행해 왔고 여러 품종을 비교 연구한 바는 없었다.

본 실험은 *Lilium oriental hybrid* 'Casa Blanca', asiatic hybrid 'Mona', *longiflorum hybrid* 'Hinomoto'를 기내 인편배양 및 소자구 배양시 배지 내 MS 무기물 농도 및 전체 질소 농도가 소자구 형성 및 소자구 비대에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험 재료로는 저온처리하여 휴면이 타파된 구주가 18~20 cm인 oriental hybrid 'Casa Blanca', asiatic hybrid 'Mona' 및 *longiflorum hybrid* 'Hinomoto'를 사용하였다. 구근을 흐르는 물로 잘 세제한 다음 외측 인편을 제거하고 중측 인편을 채취하여 70% ethanol에 10분간 표면 살균한 다음, 1.5% sodium hypochloride 용액에 10분간 표면 살균하였다. 그 다음 멸균수로 2차 세척한 다음 cleanbench내에서 인편의 상부 2/3를 절단하여 제거한 다음 기부조직을 1×1 cm 크기로 잘라 배양재료로 이용하였다. pH 5.7로 조절된 MS (Murashige and Skoog 1962) 기본배지에 당을 30 g/L 첨가시켰고, 배지의 응고를 위해서는 gelrite (Duchefa, Haarlem, The Netherlands) 2.4 g/L를 첨가시켰으며 배지의 살균은 121°C에서 20분간 행하였다. 배양액은 100 mL 삼각 플라스크에 20 mL를 분주하였으며 배양병당 5개의 절편체를 접종하였다. 배양은 24±2°C를 조절된 배양실에서 암상태로 배양하였으며 배양 8주 후 형성된 자구의 인편을 배양재료로 하여 MS 기본배지에 8주간격으로 계대배양해서 얻어진 자구를 실험 재료로 이용하였다.

나리 인편으로부터의 자구 형성에 미치는 영향

자구 형성을 위한 배지는 MS 기본배지에 NAA (1-naphthaleneacetic acid) 0.3 mg/L, BA (6-benzylaminopurine) 1.0 mg/L, 당 30 g/L 및 gelrite 2.4 g/L를 첨가하였고 pH는 5.8 (멸균 전)로 조절하였으며 9.0 φ×5.0 h cm의 원통형 플라스틱 용기 (Tong Yang Moolsan Co., Ltd, Seoul, Korea)에 배지를 100 mL씩 분주한 후 120°C, 1.2 kg/cm² 기압에서 20분간 고압 멸균하였다.

기내에서 비대된 생체중 약 2 g의 자구 외인편 1~2매를 제거한 후 중부인편을 0.5 cm 크기로 횡으로 절단하여 용기당 절편체를 9개씩 접종하여 4주간 배양하였으며 3반복을 하였다. MS 배지 농도를 0.5, 1.0, 2.0배로, 질소 농도 실험에서는 MS 배지 내의 NH₄NO₃ (41.2 mM)과 KNO₃ (18.8 mM) 양

을 전량 첨가구, 각 1/2 첨가구, 및 2배 첨가구를 설정하였고, 배양온도는 24±2°C, 상대습도는 70%, 광도는 형광등을 이용하여 40 μmol·m⁻²·s⁻¹로 16시간 일장처리하였다.

자구 생장에 미치는 영향

90 g/L 당이 포함된 MS 배지에 인편절편체를 8주간 배양한 후 형성된 생체중 약 100 mg의 자구를 용기당 6개씩 접종하여 10주간 배양하였다. 실험처리구와 배양조건은 자구 형성실험과 동일하게 조절하였다.

통계 분석

실험은 완전임의배치로 각 처리당 3반복하였고 데이터는 SAS (Statistical Analysis System, Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중검정을 실시하여 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

자구 형성

MS 배지 농도를 0.5, 1.0, 2.0배로 달리하여 나리 인편 절편체를 배양한 결과 인편 절편체당 자구 형성수는 품종 간, MS 무기물 농도 간 현저한 차이를 나타냈고 이 두 요인 간 상호작용도 유의성이 있었다 (Table 1). 두 요인 간 상호작용 효과가 고도로 유의성이 있다는 것은 품종 및 MS 무기물 농도의 변화에 따라 인편 절편체로부터 자구 형성수가 달라지고 있음을 의미한다. 'Mona'는 'Casa Blanca'와 'Hinomoto'에 비해 형성된 자구수가 많았고 다음은 'Casa Blanca', 'Hinomoto' 순이었다. 'Casa Blanca'와 'Hinomoto' 두 품종은 MS 무기물 농도를 반으로 줄인 0.5배 MS 배지에서 자구 형성수가 많았으며 'Mona'는 0.5~1배 MS 배지에서 처리구 간 유의성이 없었다 (Figure 1). 3품종 모두 2배 MS 배지에서 자구 형성이 억제되는 경향이 있었다. MS 배지는 최초 담배 캘러스 배양시 기관형성에 가장 적합하도록 조성된 배지인데 식물에 따라 생육에 적합한 농도는 다소 차이가 있었

Table 1. Analysis of variance for number of bulblets for three cultivars, cultured in three MS medium strength.

Source	df	Mean square	p
Cultivar (A)	2	23.361	0.0001
MS strength (B)	2	28.361	0.0001
A×B	4	4.944	0.0003
Model	8	15.402	0.0001
Error	27	0.657	
Total	35		

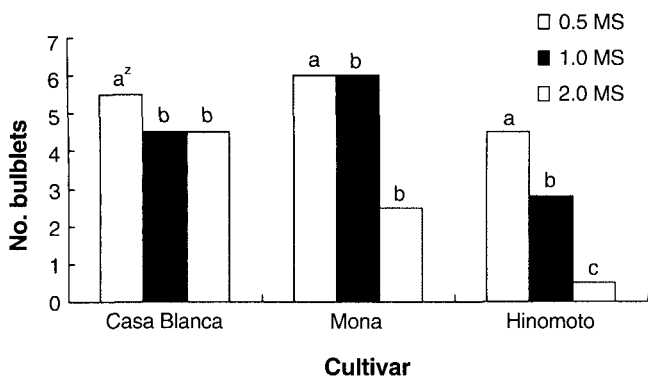


Figure 1. Effect of MS medium strength on bulblet formation from bulb scale segment in *Lilium* ‘Casa Blanca’, ‘Mona’, and ‘Hinomoto’ after 4 weeks in culture.

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

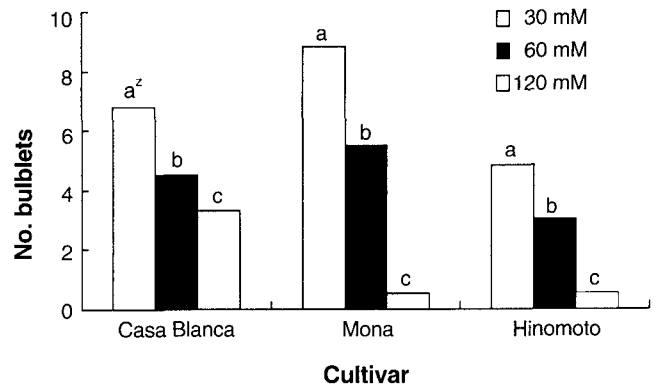


Figure 2. Effect of nitrogen concentration in MS medium on bulblet formation from bulb scale segment in *Lilium* ‘Casa Blanca’, ‘Mona’, and ‘Hinomoto’ after 4 weeks in culture.

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

다. 딸기 기내배양의 경우 0.5배의 MS 농도가 증식에 적합하며 (Hdider et al. 1994), 감자의 기관형성에도 MS 배지의 무기물 농도를 낮추어 주는 것이 효과적이라고 Evans (1993)가 보고하였다. *Lilium speciosum* ‘Rubrum’은 인편배양시 0.5배 MS 이하의 농도에서 자구 형성이 증가되었다 (Aartrijk and Blom-Barnhoorn 1980)고 보도되어 본 실험에서 나타난 결과와 유사하였다. 그러나 Lim 등 (1998)은 0.25~1.5배 MS 배지에서 *Lilium* oriental hybrid ‘Cherry Blossom’의 인편 절편체를 배양했는데 1.5배 MS 배지에서 타 처리에 비해 자구 형성수가 많았다고 보고하였다. 이것은 배양기간이 6주로 본 실험의 4주보다 2주가 더 길었고 이 기간에 형성된 소자구 주위에서 자구가 재형성된 것이라 추정되었고 배양기간이 증가함에 따라 MS 무기물 농도가 낮아져 배지 내 양분이 고갈되면서 자구 형성이 억제된 것 같았다.

MS 배지 내 총 질소 농도는 60 mM인데 질소 농도를 30, 60, 120 mM으로 달리하여 인편 절편체를 4주간 배양한 결과 품종 간, 질소 농도 처리 간 자구 형성수가 현저한 차이를 나타냈고 이들 간의 상호작용도 유의성을 나타냈다 (Table 2). 총 질소 농도 30~60 mM 처리에서 ‘Mona’ 품종은 다른 두 품종에 비해 많은 자구가 형성된 반면 ‘Hinomoto’는 자구 형성수가 가장 적었다 (Figure 2). 3품종 모두 MS 배지 내 총

Table 2. Analysis of variance for number of bulblets for three cultivars, cultured in three nitrogen concentration in MS medium.

Source	df	Mean square	p
Cultivar (A)	2	16.694	0.0001
Nitrogen concentration (B)	2	91.194	0.0001
A × B	4	8.944	0.0001
Model	8	31.444	0.0001
Error	27	0.593	
Total	35		

질소 농도를 반으로 줄인 30 mM 처리구에서 자구가 많이 형성되었고 120 mM 처리구에서 적었다.

한편 작물의 질소 흡수는 식물체 내 질소 또는 탄수화물 함량과 같은 내부요인과 온도, 산소의 수준, 근권의 pH 같은 외부요인에 따라 변화한다 (Leidi et al. 1991). Lim 등 (1998)은 *Lilium* oriental hybrid ‘Le Reve’ 기내배양시 질소 농도가 높을수록 자구 형성수가 억제된다고 하여 본 실험결과와 같았다. 이와는 상반되게 Lee 등 (1995b)은 *L. longiflorum* 기내 배양에서 배지 내 NH_4NO_3 농도를 반으로 줄여서 MS 기본배지와 비교 실험한 결과 MS 기본배지에서 자구 형성이 NH_4NO_3 농도를 반으로 줄인 처리구보다 다소 양호하다고 보고하였는데 이러한 결과를 미루어 나리류의 품종에 따라 질소 요구도에는 차이가 있다는 것을 알 수 있었다.

자구 비대

당 농도를 90 g/L로 한 비대배지의 MS 농도를 0.5, 1.0, 2.0 배로 하여 인편으로부터 형성된 생체중 약 100 mg의 소자구를 10주간 배양한 결과 인편엽 생체중, 자구 생체중, 건물중 및 뿌리 생체중은 품종, MS 배지 무기물 농도 및 두 요인 간의 상호작용에서 유의성 있는 차이를 나타냈다 (Table 3). MS 배지 내 전체 질소 농도를 30, 60, 120 mM로 달리하여 10주간 배양한 결과도 자구 생체중, 건물중 및 뿌리 생체중이 품종, MS 배지 무기물 농도 및 두 요인 간 상호작용에서 현저한 유의성을 나타냈고, 단, 인편엽 생체중만 질소 농도에 따라 유의성을 나타내지 않았다 (Table 4).

‘Casa Blanca’는 기내 자구 비대시 인편엽 형성률이 낮았던 반면 ‘Mona’와 ‘Hinomoto’의 인편엽 형성률은 높았으며 (결과 생략) 이러한 것은 품종의 특성이라고 생각된다 (Bonnier and Van Tuyt 1997). 품종에 따라 MS 무기물 농도 처리간 인편엽 생장에 미치는 영향이 다소 달랐다. ‘Casa Blanca’는

Table 3. Effect of MS medium strength on the growth of scale leaves, bulblets, and roots in bulblet culture of *Lilium* 'Casa Blanca', 'Mona', and 'Hinomoto' after 10 weeks in culture.

Cultivar	MS medium strength	Fresh wt. of scale leaf/bulblet (mg)	Bulblet weight (mg)		Fresh wt. of root/bulblet (mg)
			Fresh	Dry	
Casa Blanca	0.5	1.1 a ^z	749.9 c	295.7 b	782.6 a
	1.0	1.2 a	871.3 b	297.9 b	516.6 b
	2.0	1.0 a	1442.5 a	449.6 a	283.7 c
Mona	0.5	90.8 c	272.8 b	76.6 b	229.4 a
	1.0	179.6 b	412.3 a	104.9 a	139.7 ab
	2.0	265.4 a	478.5 a	129.0 a	63.0 b
Hinomoto	0.5	183.4 b	527.6 b	122.4 a	578.9 a
	1.0	169.7 b	735.8 a	147.2 a	382.1 b
	2.0	256.0 a	732.2 a	148.7 a	245.1 b
Significance ^y					
Cultivar (A)		**	**	**	**
MS medium strength (B)		**	**	*	**
A × B		**	**	**	**

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^ySignificance was determined by ANOVA.

*, ** mean significant at $p \leq 0.05$ or 0.01 , respectively.

Table 4. Effect of nitrogen concentration in MS medium on the growth of scale leaves, bulblets, and roots in bulblet culture of *Lilium* 'Casa Blanca', 'Mona', and 'Hinomoto' after 10 weeks in culture.

Cultivar	Nitrogen (mM)	Fresh wt. of scale leaf/bulblet (mg)	Bulblet weight (mg)		Fresh wt. of root/bulblet (mg)
			Fresh	Dry	
Casa Blanca	30	2.2 a ^z	497.1 c	192.7 c	415.4 a
	60	1.2 a	871.3 b	297.9 b	516.6 a
	120	1.0 a	1119.1 a	407.3 a	173.9 b
Mona	30	112.2 a	342.9 a	89.4 a	229.4 a
	60	179.6 a	412.3 a	104.9 a	63.4 b
	120	184.5 a	324.7 a	91.5 a	27.5 b
Hinomoto	30	169.7 b	455.4 c	111.8 c	696.2 a
	60	179.9 b	735.8 b	147.2 bc	578.9 a
	120	314.4 a	917.6 a	171.2 a	304.5 b
Significance ^y					
Cultivar (A)		**	**	**	**
Nitrogen concentration (B)		ns	**	**	**
A × B		**	**	**	**

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^ySignificance was determined by ANOVA.

ns, ** mean not significant, significant at $p \leq 0.01$, respectively.

MS 무기물 농도 및 질소 농도에 따라 영향을 받지 않았고 생장이 저조하였다. 'Mona'는 2배 MS 무기물 농도에서 인편엽 생장이 양호하였으며 질소 농도 간에는 차이가 없었다. 'Hinomoto'는 2배 MS 무기물 농도에서 인편엽 생장이 양호하였으며 'Mona'와 달리 질소 농도에 의해 인편엽 생육이 차이가 있어 MS 배지 내 질소 농도를 2배로 한 120 mM 처리구에서 인편엽 생장이 왕성하였다 (Table 3, 4). Bonnier와 Van Tuyl (1997)는 MS 농도를 0.25배, 1배로 달리하여 나리 자구를 배양하였는데 *L. oriental hybrid* 'Casa Blanca'와 'Star Gazer'의 인편엽은 MS 배지 무기물 농도 처리 간 차이 없이 모든 처리구에서 생장이 저조하였고, asiatic hybrid와

*longiflorum hybrid*의 모든 품종에서는 0.25배 MS 무기물 농도보다 1배 MS 무기물 농도에서 인편엽 생장이 왕성하였다고 보고하였다. 이러한 결과는 asiatic hybrid와 *longiflorum hybrid* 품종을 기내 배양시 소자구의 인편엽 생장은 MS 무기물 농도의 영향을 받고 MS 무기물 농도가 높을수록 인편엽 생장이 왕성하다는 것을 시사하고 있다. 이상의 결과를 미루어 보아 기내 나리 자구생산이 목적인 경우 충실한 자구를 얻기 위해 MS 배지 무기물 농도를 조절하는 것도 인편엽 생장을 억제할 수 있는 한 가지 방법이라 생각된다.

MS 무기물 농도는 자구 생장에 영향을 미쳤는데 낮은 MS 무기물 농도보다 높은 농도에서 자구 생장이 양호하였고 각

품종에서 MS 무기물 농도에 대한 반응은 약간의 차이가 있었으며 'Casa Blanca'의 경우 2 MS에서 자구 생장이 양호하였고 'Mona'와 'Hinomoto'는 1~2배 무기물 농도에서 자구생장 차이가 없었다 (Table 3). 질소 농도 실험의 결과를 보면 'Mona'의 자구생장은 질소 농도의 영향을 받지 않았고 'Casa Blanca'와 'Hinomoto'는 120 mM에서 다른 질소 농도 처리에서보다 자구 생장이 양호하였다 (Table 4). 이와 같은 결과는 Aartrijk과 Blom-Barnhoorn (1980)이 *L. speciosum* 'Rubrum' 자구의 비대는 0.25배 MS 배지 이상의 무기물 농도에서 촉진된다는 보고와 Bonnier와 Van Tuyl (1997)이 3가지 나라 계통의 품종을 이용한 실험에서 나타난 결과 그리고 Han 등 (1999)이 'Casa Blanca'의 자구 무게가 0.5배 MS 무기물 농도에서보다는 1~2배 MS 농도에서 증가하였다는 연구결과와 유사하였다. 이와 반대로 Lim 등 (1998)은 나리 자구 비대는 MS 무기물 농도가 낮을수록 증가한다고 하였는데 이러한 차이는 품종, 배양재료, 영양조건, 배지 내 첨가하는 성장조절제의 종류 및 농도, 탄수화물의 농도 등의 차이에 의해 발생된 것이라 생각된다. 질소 농도에 관한 연구에서는 Lee 등 (1995b)은 *L. longiflorum* 기내배양에서 MS 배지 내 총질소 농도 30 mM보다 60 mM로 하였을 때 자구 생장이 양호하였다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다. MS 배지 내 무기물 중 상당한 양을 차지하고 있는 질소는 자구 생장에 영향을 미쳤는데 특히 자구 생장이 양호한 'Casa Blanca'와 'Hinomoto'의 기내 자구 비대에서 MS 기본 배지 내의 질소 함량이 부족하다는 것을 본 실험을 통해 알 수 있었다.

자구 비대과정에서의 뿌리생장은 3품종 모두 저농도의 질소와 MS 농도가 낮은 처리구에서 왕성하였다 (Table 3, 4).

이상의 결과를 종합해 보면 나리의 자구 형성과 비대를 위한 배지는 품종에 따라 다소 차이는 있지만 자구 형성을 위해서는 MS 배지 농도, 혹은 MS 배지 내의 질소 농도를 낮추는 것이 좋고 자구 비대를 위해서는 MS 무기물 농도를 높여 주거나 질소 농도를 높여 주는 것이 바람직하다고 생각되었다. 따라서 나리류 조직배양시 자구 형성률을 최대화하고 비대에 적합한 배지를 개발하기 위해서는 품종별로 적정 질소 농도와 배지 내 무기물 농도를 맞춰 주는 실험이 요구된다고 생각되었다.

적 요

본 실험에서 *Lilium* oriental hybrid 'Casa Blanca', asiatic hybrid 'Mona'와 *longiflorum* hybrid 'Hinomoto'의 기내 인편으로부터의 자구 형성 및 비대를 위해 MS 배지 내 무기물 농도를 0.5~2배로, 배지 내 총 질소 농도를 30~120 mM로 달리하여 자구 형성과 생장을 조사한 결과 인편으로부터의 자구 형성수는 0.5와 1배의 MS 배지 무기물 농도 또는 30

mM의 총 질소 농도에서 'Mona' 품종이 다른 품종에 비해 가장 많았다. 'Casa Blanca'와 'Hinomoto'에서는 0.5배 MS 무기물 농도 또는 30 mM의 질소 농도가 자구 형성에 가장 효과적이었다. 자구 비대는 2배 MS 무기물 농도 또는 120 mM 총질소 농도에서 3품종 모두 양호하였다.

사사 - 본 연구는 1998년 한국 학술진흥재단 지원에 의해 수행된 실험결과의 일부임.

인용문헌

- Aartrijk JV, Blom-Barnhoorn GJ (1980) Effect of sucrose, mineral salts, and some organic substances on the adventitious regeneration in vitro of plantlets from bulb-scale tissue of *Lilium speciosum* 'Rubrum'. *Acta Hort.* **109**:297-302
- Aartrijk JV, Blom-Barnhoorn GJ (1981) Adventitious bud formation from bulb scale explants of *Lilium speciosum* Thunb. in vitro. Effect of wounding, TIBA, and temperature. *Z. Pflanzenphysiol* **110**:355-363
- Amirouche L, Stuchbury T, Matthews S (1985) Comparisons of cultivar performance on different nutrient media in a routine method for potato micropropagation. *Potato Res.* **28**:469-478
- Bonnier FJM, Van Tuyl JM (1997) Long term storage of lily: Effects of temperature and concentration of nutrients and sucrose. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* **49**:81-87
- Evans NE (1993) A preliminary study on the effects of nitrogen supply on the growth in vitro of 9 potato genotypes (*Solanum* spp.). *J. Expt. Bot.* **44**:837-841
- Feldmaier C, McRae J (1982) Lilien. Ulmer, Stuttgart
- George EF, Puttock DJM, George HJ (1988) Plant culture media. Commentary and Analysis, Vol. 2. Exegetics Limited Edington, UK
- Gupta P, Sharma AK, Charturvedi HC (1978) Multiplication of *Lilium longiflorum* Thunb. by aseptic culture of bulb-scales and their segments. *Indian J. Exp. Biol.* **16**:940-942
- Han BH, Yae BW, Goo DH, Ko JY (1999) Effects of inorganic salts in MS medium, sucrose, and activated charcoal on bulblet formation from in vitro bulb scales in *Lilium* oriental hybrid 'Casa Blanca'. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* **26**:103-107
- Hdider C, Vezina LP, Desjardins Y (1994) Short-term studies of 15 NO₃⁻ and 15 NH₄⁺ uptake by micropropagated strawberry shoots cultured with or without CO₂ enrichment. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* **37**:185-191
- Hussey G, Stacey NJ (1981) In vitro propagation of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Ann. Bot.* **48**:787-796
- Kim JY, Han YH, Soh HS, Lee SJ, Shim SW (1998) Production of virus-free stocks in oriental Lilies. *KGARR* **9**:87-91
- Lee EM, Chung HJ, Lee YB (1995a) Regeneration of bulblets from

- of *Lilium longiflorum*. Kor. J. Plant Tiss. Cult. **22**:89-93
- Lee EM, Chung HJ, Lee YB** (1995b) Regeneration of bulblets from bulblet-derived bulb scales of *Lilium longiflorum*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. **39**:107-110
- Leidi EO, Silberbush M, Lips SH** (1991) Wheat growth as affected by nitrogen type, pH and salinity. I. Biomass production and mineral composition. J. Plant Nutr. **14**:235-246
- Lim S, Seon JH, Son SH, Han BH, Paek KY** (1998) Effect of light, inorganic salts and growth retardants on bulblet formation in *Lilium*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. Hort. **17**:129-136
- Murashige T, Skoog F** (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. **15**:473-497
- Nightingale AE** (1979) Bulblet formation on *Lilium longiflorum* Thunb. 'Nellie White' by foliar spray application of PBA. Hort. Sci. **14**:67-68
- Paek KY, Chun CK** (1982) In vitro propagation of bulb scale sections of *Lilium longiflorum* Thunb. J. Kor. Soc. Hort. Sci. **23**:230-239
- Park NB** (1997) Proceeding of symposium on the commercialization of lily production and breeding. Hort. Res. Institute RDA. 68-97
- Simmonds JA, Cumming BG** (1976) Propagation of *Lilium* hybrids. I. Dependence of bulblet production on time of scale removal and growth substances. Sci. Hort. **5**:77-83
- Singha S** (1982) Influence of agar concentration on in vitro shoot proliferation of *Malus* sp. 'Almey' and *Pyrus communis* 'Seckel'. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **107**:657-660
- Woodcock HBD, Stearn WT** (1950) Lilies of the world. Scribners, New York

(접수일자 2001년 11월 24일)