

# 생물반응기에서 저반부가 비대된 자구 절편체에 의한 오리엔탈 나리 'Casa Blanca' 의 대량증식

한봉희\* · 예병우 · 구대회  
원예연구소 초본화훼과

## Micropropagation of *Lilium* Oriental Hybrid 'Casa Blanca' using Bulblet Sections with swollen Basal Plate in Bioreactor

HAN, Bong Hee\* · YAE, Byeong Woo · GOO, Dae Hoe

Herbaceous & Bulbous Crops Floriculture Division, National Horticultural Research Institute, RDA,  
Suwon, 440-310, Korea

**Abstract** A series of studies were carried out to establish micropropagation system, using airlift bioreactors (ebb & flood type, 5 L), of *Lilium* oriental hybrid 'Casa Blanca'. The bulblets with swollen basal plate were formed from bulb scales, then proliferated to bulblet clusters with swollen basal plate. Finally normal bulblets were formed from the sections. Bulblet formation and proliferation with swollen basal plate were not accomplished entirely in liquid culture of 5 L airlift bioreactors, but leafy bulb scales grew vigorously. Bulblet clusters with swollen basal plate were proliferated by periodic immersion culture. Bulblet proliferation was not affected by light, but scale leaves grew under light. MS medium containing 2.0 mg/L benzyl adenine (BA) and 0.3 mg/L indole acetic acid (IAA) was favorable to the bulblet proliferation with swollen basal plate. In liquid culture of 5 L bioreactors, bulblets from bulblet sections with swollen basal plate grew vigorously on MS medium with 70 g/L sucrose. It was effective for bulblet growth to replace the new medium after 8 weeks in culture during 16 weeks of cultural period. 15 g injection of bulblet sections as a cultural material was suitable for bulblet growth in 5 L bioreactors.

**Key words:** Airlift type, bulblet growth, ebb & flood type, liquid culture

### 서 론

인편배양에 의한 나리의 조직배양은 인편에서 많은 자구를 형성하고 형성된 자구를 빠르게 비대시키는 데 목적을 두고 있다 (Stimart and Ascher 1978; Leshem et al. 1982). Takayama와 Misawa (1979; 1980; 1982)는 오염을 피하고, 절편체당 많은 자구를 분화시키기 위하여는 기내에서 배양된 무균자구를 재배양하는 것이 효율적이라고 발표하였다. 그러

나, 인편배양은 증식되는 자구수가 적고 (Niimi and Onozawa, 1977), 생성된 자구의 크기가 작으며, 자구가 충분히 비대하기까지는 3~4개월의 긴 기간이 소요된다 (Niimi, 1984b; Takayama and Misawa, 1979). 한편 Niimi (1984b)는 *L. rubellum*의 자구 절편체 배양에서 1.0 mg/L의  $\alpha$ -naphthalene acetic acid (NAA)와 0.1 mg/L의 benzyl adenine (BA)을 첨가하면 인편이 거의 자라지 않고 기부가 비정상적으로 비대된 자구를 형성한다고 보고하였고, Maesato 등 (1994)도 *L. japonicum*에서 동일한 결과를 보고 하였다. Han 등 (1999a; 1999b)은 *L. Oriental Hybrid* 'Casa Blanca' 인편을 사이토킨닌과 오옥신이 첨가된 배지에서 배양하면 저반부가 비대된 비정상적인 자구가 형성되고, 이러한

\*Corresponding author. Tel 031-240-3419 Fax 031-240-3683  
E-mail bhhan@rda.go.kr

비정상적인 자구를 절단하여 증식하면 증식률을 10배 정도 증가시킬 수 있었다고 보고하였으며, 형성된 자구 절편체를 sucrose 70 g/L가 첨가된 MS 배지에서 배양하면 인편배양에서 형성된 자구보다 20% 정도 큰 정상적인 자구를 얻을 수 있다고 하였다. 따라서 본 실험은 생물반응기를 이용하여 저반부가 비대된 자구를 형성하고, 형성된 자구절편을 배양하여 정상적인 자구를 생산하는 일련의 대량생산 체계를 확립하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

식물재료로는 기내에서 배양되고 있는 오리엔탈 나리 'Casa Blanca'의 인편 또는 인편에서 분화된 저반부가 비대된 자구 절편체를 사용하였다. 인편은 MS 배지에 sucrose 90 g/L가 첨가된 고체배지에서 3개월 배양된 기내인편을 이용하였으며, 저반부가 비대된 자구 절편체는 인편을 MS 기본배지에 BA 1.0 mg/L, IAA 0.5 mg/L와 sucrose 30 g/L가 첨가된 고체배지에 8주간 배양하여 저반부가 비대된 자구를 형성시킨 후, 이것을 절단하여 이용하였다 (Han et al. 1999a). 생물반응기에서 저반부가 비대된 자구를 유도하기 위하여는 인편을 사용하였으며, 이들의 증식은 형성된 자구 절편체 (7~8 mm × 12~15 mm)를 이용하였다. 또한 인편과 저반부가 비대된 자구절편체를 배양하여 인편 및 자구 절편체에서 형성된 자구의 크기를 비교하였다. 실험재료는 생물반응기당 인편 또는 저반부가 비대된 자구 절편체 약 20 g을 주입하였다. 배지는 MS 기본배지 (Murashige and Skoog 1962)에 성장조절제인 BA와 indoleacetic acid (IAA)를 단용 및 혼용으로 첨가하여 저반부가 비대된 자구의 형성 및 증식에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 sucrose의 농도가 인편 및 저반부가 비대된 자구 절편체로부터 자구의 형성 및 비대에 미치는 영향도 조사하였다. 저반부가 비대된 자구 절편체를 5 L의 airlift 생물반응기에서 16주간 배양하면서 배지를 2, 4, 8, 16주 간격으로 교환하여 배지의 교환주기가 자구의 비대에 미치는 영향을 조사하였으며, 저반부가 비대된 자구 절편체를 5, 10, 15, 20 g으로 달리하여 투입함으로써 3 L의 액체배지가 첨가된 5 L airlift 생물반응기에서 자구비대에 적합한 적정 재료 투입량을 조사하였다. 배지는 pH를 5.8로 조절한 다음, 5 L 삼각플라스크에 3 L씩 넣고, 121°C의 고압멸균기에서 50분 동안 멸균하여 사용하였다. 배양은 저반부가 비대된 자구의 유도 및 증식을 위하여 3 L의 액체배지가 첨가된 5 L의 원뿔형 airlift 생물반응기에서 공기를 200 mL · min<sup>-1</sup> 주입하거나, 동일 생물반응기의 중간 부위에 seive를 넣고 재료를 일시적으로 배지에 잠기게 하는 방법 (ebb & flood type)을 이용하였으며 배지를 하루 4번, 10분씩 공급하였다. 자구의 비대를 위하여 공기를 200 mL · min<sup>-1</sup> 주입하면서 배양하였다. 처리당 생물반응기 1개씩 2반복하였으며, 저반부가 비대된 자구의 유도 및

증식은 배양 8주 후에, 형성된 자구의 비대는 배양 16주 후에 저반부의 비대 정도, 저반부가 비대된 자구의 형성, 자구무계 등을 조사하였으며, 배양은 25 ± 2°C로 조절되는 배양실에서 명배양 (약 40 μM · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>) 또는 암배양하였다.

## 결과 및 고찰

저반부가 비대된 자구를 형성하기 위하여 인편을 8주간 액체배양한 결과, 저반부 발육이 빈약하여 저반부가 비대된 자구는 전혀 형성되지 않았으며 인편엽이 무성하게 자라 인편엽의 길이가 매우 길었다. 이러한 현상은 저반부가 비대된 자구의 증식을 위한 배양에서도 동일하였다 (결과 생략). Gi와 Yeh (1992)도 'Casa Blanca' 배양에서 NAA 0.2 mg/L와 BA 4.0 mg/L가 첨가된 배지에서 경정을 2개월간 배양하여 직경 1.5 cm의 protocorm을 생산하였으며, 형성된 protocorm을 0.2 cm로 절단하여 2.4-D 0.2 mg/L와 BA 0.5 mg/L가 첨가된 배지에서 액체배양한 결과, 인편엽이 7일만에 6.0 cm에 도달하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 본 실험에서도 인편 및 저반부가 비대된 자구 절편체를 성장조절제가 첨가된 배지에서 액체배양한 결과, 인편엽이 무성하게 자라는 것을 관찰할 수 있었는데 이는 식물체가 액체배지에 잠겨 있어 성장조절제와 양분 및 수분의 흡수가 과다하여 발생하는 것으로 생각된다. 저반부가 비대된 자구를 증식하기 위하여 ebb & flood type의 생물반응기에서 저반부가 비대된 자구 절편체를 배양한 결과, 저반부가 비대된 자구 cluster가 증식하였다 (Figure 1, 2). 저반부가 비대된 자구 절편체로부



Figure 1. Bulblet clusters growing in a ebb & flood type bioreactor.



**Figure 2.** Bulb clusters with swollen basal plate produced in ebb & flood type bioreactors.

터 자구형성을 위해 명, 암으로 구분하여 배양한 결과, 절편체당 자구수는 암배양보다 명배양이 약간 많았으나 절편체당 형성된 총자구무게는 거의 차이가 없었다. 그러나 인편엽의 생육은 명배양에서 월등히 촉진되었다. 생장조절제는 BA 2.0 mg/L와 IAA 0.3 mg/L의 혼용 처리구에서 자구수 및 절편체당 총자구무게가 높아 저반부가 비대된 자구의 증식이 양호하였다 (Table 1). 나리에서 부정아 형성시 광의 영향에 대하여는 서로 상반된 결과가 보고되었다. Han 등 (1999a)은 *L. Oriental Hybrid 'Casa Blanca'* 배양에서 저반부가 비대된 자구 절편체에서 자구의 재생은 명배양에서 촉진되었다고 하였으며, Niimi (1984a)도 *L. rubellum*의 배양에서 암배양보다 명배양에서 생체중 및 부정자구의 형성이 더 우수하였다고 보고한 반면, Stimart와 Ascher (1978)는 *L. longiflorum*에서,

Novak과 Petru (1981)는 *L. Oriental Hybrid*에서 인편배양시 암배양이 부정아 형성을 촉진한다고 발표하였고, 일부 연구에서는 전혀 영향을 받지 않는다고 보고하고 있다 (Hackett 1969; Takayama and Misawa 1979). 따라서 부정아 형성에 미치는 광의 영향에 관하여는 더 상세한 연구가 이루어져야 한다고 생각된다. 그러나 명배양은 모든 결과에서 인편엽의 발생을 촉진하였다 (Han et al. 1999a, b; Maesato et al. 1994). 본 실험에서도 명배양에서 인편엽이 발생하였는데 이것은 나리가 광에 매우 민감하여 인편엽이 발생하는 것으로 생각되었다.

Takayama와 Misawa (1980)는 배지내 활성탄의 첨가는 *L. auratum*의 인편에서 자구나 인편분화에 관한 BA의 촉진효과를 감소시켜 자구의 형성을 억제하였으며, 자구의 비대를 현저하게 증가시켰다고 보고하였다. 따라서 활성탄 1 g/L가 첨가된 배지에 sucrose 농도를 달리하여 인편과 저반부가 비대된 자구 절편체로부터 자구의 형성 및 형성된 자구의 비대에 미치는 영향을 조사하였다 (Table 2) (Figure 3). 배양 16 주 후 자구수는 인편 및 저반부가 비대된 자구 절편체 배양 모두 1.0~1.2개로 자구형성이 저조하였다. 그러나 구당 자구무게가 증가하여 인편 및 저반부가 비대된 자구절편에서 형성된 자구가 비대하였으며, sucrose 70 g/L가 첨가된 배지에서 인편 및 저반부가 비대된 자구절편 모두 구당 자구무게가 가장 무거웠다. Sucrose 90 g/L가 첨가된 배지에서는 자구의 저반부 부위에 많은 캘러스가 형성되면서 자구무게가 감소하였다. 배양 재료별 자구비대는 인편보다 저반부가 비대된 자구절편을 배양한 것이 구당 자구무게가 높아 효과적이었다. Takayama와 Misawa (1979)는 *L. auratum*과 *L. speciosum*

**Table 1.** Effects of culture conditions, and BA and IAA on the proliferation of bulblets with swollen basal plate from the bulblet sections with swollen basal plate in *Lilium Oriental Hybrid 'Casa Blanca'* by using 5 L airlift bioreactors<sup>z</sup> after 8 weeks in culture.

Culture condition	Treatment mg/L	No. of bulblets /explant	Length of leafy bulb scales (cm)/explant	Total bulblet fresh wt.(g)/explant	Development of swollen basal plate <sup>y</sup>
Lightw	BA 0.0 + IAA 0.0	3.6 ab <sup>x</sup>	4.9 b	0.42 b	-
	BA 2.0 + IAA 0.3	4.4 a	5.3 b	0.55 ab	+++
	BA 5.0 + IAA 0.3	3.4 ab	7.1 a	0.48 b	+++
	BA 10.0 + IAA 0.3	3.0 b	5.1 b	0.54 ab	+++
Dark	BA 0.0 + IAA 0.0	3.2 ab	2.6 c	0.49 b	-
	BA 2.0 + IAA 0.3	3.0 b	2.7 c	0.70 a	+++
	BA 5.0 + IAA 0.3	2.2 b	2.8 c	0.50 b	+++
	BA 10.0 + IAA 0.3	3.0 b	2.7 c	0.50 b	+++

<sup>z</sup>Medium was supplied for 10 min. at 6 hour intervals a day.

<sup>y</sup>Visual quality: - = poor, +++ = good.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>w</sup>About 40  $\mu\text{M} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$  of fluorescent light under 16 hour photoperiod.

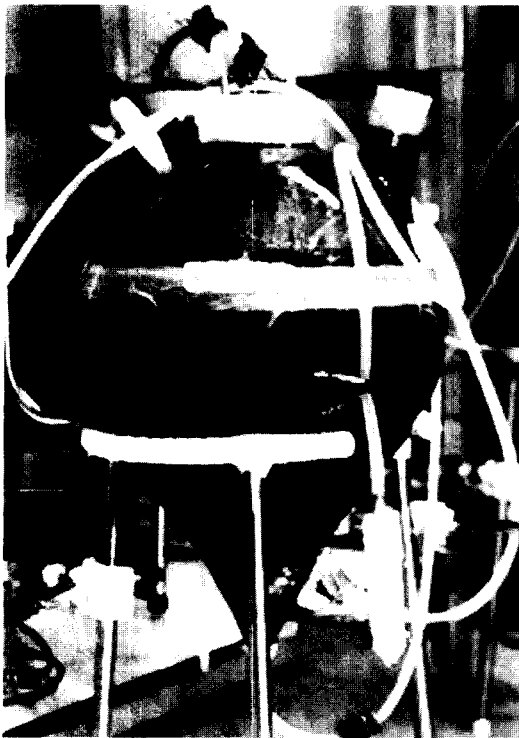
**Table 2.** Effect of culture materials and sucrose concentration on the growth of bulblets from bulb scales and bulblet sections with swollen basal plate in *Lilium Oriental Hybrid 'Casa Blanca'* in liquid culture using 5 L airlift bioreactors<sup>z</sup> after 16 weeks in culture<sup>y</sup>.

Culture material	Sucrose (g · L <sup>-1</sup> )	No. of bulblets /explant	Fresh wt. of bulblets (g/ea)	Diameter of bulblet (mm/ea)
Bulb scale	30	1.0 a <sup>x</sup>	0.73 e	10.8 d
	50	1.0 a	1.69 cd	15.4 bc
	70	1.2 a	2.01 bc	14.1 bcd
	90	1.0 a	1.30 d	15.3 bc
Bulblet section with swollen basal plate	30	1.0 a	1.49 cd	14.9 bc
	50	1.2 a	2.36 ab	17.6 ab
	70	1.1 a	2.78 a	19.3 a
	90	1.0 a	1.72 cd	13.7 cd

<sup>z</sup>Air was supplied 200 mL · min<sup>-1</sup> in 5 L airlift bioreactors.

<sup>y</sup>MS medium was containing 1 g/L activated charcoal.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.



**Figure 3.** Airlift type bioreactor for bulblet growth.

의 배양에서 MS배지에서 sucrose 농도가 증가할수록 자구무게도 비례하여 증가하였으며 90 g/L 또는 120 g/L의 sucrose가 첨가된 배지에서 최대의 생육을 얻을 수 있었지만 자구수는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였고, Niimi와 Onozawa (1977)는 *L. rubellum*의 엽배양에서 40 g/L의 sucrose가 자구형성에 가장 좋았으며, sucrose 80~120 g/L에서 자구무게

**Table 3.** Effect of medium exchange time on the growth of bulblets from bulblet sections with swollen basal plate in *Lilium Oriental Hybrid 'Casa Blanca'* in liquid culture using 5 L airlift bioreactors<sup>z</sup> after 16 weeks in culture<sup>y</sup>.

Medium exchange times	No. of bulblets /explant	Fresh wt. of bulblets (g/ea)	Diameter of bulblet (mm/ea)
8	1.1 a <sup>x</sup>	2.95 a	20.5 b
4	1.0 a	2.65 ab	19.7 b
2	1.0 a	2.74 ab	26.4 a
1	1.0 a	2.06 b	18.2 b

<sup>z</sup>Air was supplied 200 mL · min<sup>-1</sup> in 5 L air-lift bioreactor.

<sup>y</sup>MS medium was containing 1 g/L activated char coal and 70 g/L sucrose.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

는 증가하였으나 자구수는 감소하였다고 하여 sucrose의 농도가 높아지면 자구형성은 억제되고 자구비대는 촉진된다고 발표하였다. 본 실험에서도 sucrose 70 g/L가 첨가된 배지에서 자구비대가 가장 효과적이어서 위의 결과와 매우 유사하였다. 배지에 공급되는 탄소원으로 sucrose가 가장 많이 사용되고 있으며 이는 구근의 전분축적의 주공급원으로서 신초형성 및 호흡과 같은 대사작용에 이용된다 (Lim et al. 1998). 배지 내 sucrose 농도가 높아지면 자구비대가 촉진되는데 이러한 고농도의 비대효과는 나리의 경우, 많은 양의 전분을 함유하고 있으므로 실제로 대사에 필요한 탄소원으로 이용되기보다 구근의 전분축적의 주공급원 및 삼투압조절체로서 작용을 하고 있는 것으로 생각된다 (Takayama and Misawa 1979; Niimi and Onozawa 1979; Lim et al. 1998).

실험결과 가장 효과적으로 판단되는 조건들을 조합하여 배지교환 횟수의 영향을 검토하였다. 즉, 저반부가 비대된 자구 절편체를 sucrose 70 g/L와 활성탄 1 g/L가 첨가된 배지에서 16주간 배양하였으며 배지교환은 1, 2, 4, 8회 실시한 결과, 배지를 2~8회까지 교환한 것이 구당 자구무게가 2.71~2.95 g으로 양호하였다 (Table 3) (Figure 4). 따라서 저반부가 비대된 자구 절편체를 16주간 배양하면서 배지를 2개월 간격으로 2회 교환하는 것이 자구비대에 합리적이라 생각된다.

5 L의 생물반응기에 적절한 절편체 주입량을 결정하기 위하여 실험한 결과, 재료를 적게 주입하는 것이 증식배율이 높았으나, 5~15 g을 주입한 처리구가 증식배수, 생체중, 자구무게, 자구직경에서 큰 차이를 나타내지 않아 15 g을 주입하는 것이 적절하다고 판단되었다 (Table 4).

## 초 록

본 연구는 오리엔탈 나리 'Casa Blanca'의 기내인편에서 저반부가 비대된 자구를 형성하고, 형성된 자구절편을 배양하여 저반부가 비대된 자구의 증식 및 자구를 비대시키는, 5 L의 생물반응기를 이용한 일련의 대량생산 체계를 확립하기



Figure 4. Bulblets produced in airlift bioreactors.

Table 4. Growth of bulblets from bulblet sections with swollen basal plate in *Lilium* Oriental Hybrid 'Casa Blanca' affected by the amount of inoculated materials in liquid culture using 5 L airlift bioreactors<sup>z</sup> after 16 weeks in culture<sup>y</sup>.

FW.(g) of inoculated materials	Multiple times	Fresh wt.(g) /explant	Fresh wt. of bulblets (g/ea)	Diameter of bulblet (mm)
5	57.0 a <sup>x</sup>	9.52 a	7.27 a	27.6 a
10	42.1 ab	9.25 a	7.62 a	27.9 a
15	40.8 ab	8.88 ab	6.69 a	26.3 a
20	33.1 b	6.14 c	4.34 b	22.5 b

<sup>z</sup>Air was supplied 200 mL · min.<sup>-1</sup> in 5 L air-lift bioreactor.

<sup>y</sup>MS medium was containing 1 g/L activated char coal and 70 g/L sucrose.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

되하여 실시하였다. 5 L airlift 생물반응기를 이용한 액체배양에서는 저반부가 비대된 자구의 형성 및 증식은 전혀 이루어지지 않았으며, 인편엽만 무성하게 자랐다. 재료가 배지에 일시적으로 침지되는 ebb & flood 형의 생물반응기에서 저반부가 비대된 자구 절편체를 배양한 결과, 저반부가 비대된 자구들이 증식하였다. 광은 자구의 증식에 영향을 미치지 않았으나, 명배양에서는 인편엽의 발생률이 높았으며, 저반부가 비대된 자구 증식은 MS 배지에 BA 2.0 mg/L와 IAA 0.3 mg/L가 첨가된 배지에서 양호하였다. 5L airlift 생물반응기에서 저반부가 비대된 자구 절편체로부터 자구비대는 MS 배지에 sucrose 70 g/L가 첨가된 배지에서 액체배양하는 것이 양호하였으며, 16주 배양기간 동안 배양 8주 후에 배지를 교체하

는 것이 자구비대에 효과적이었다. 또한 5 L의 생물반응기에 3 L 액체배지에는 절편체를 15 g을 주입하는 것이 자구비대에 적절하였다.

## 인용문헌

- Gi HS, Yeh CC (1992) Mass propagation of the oriental lily cultivar Casa Blanca by shoot tip culture. J. of Agricultural Res. of China 41:169-177
- Hackett WP (1969) Aseptic multiplication of lily bulblets from bulbscales. Proc. Intl. Plant Propagations Soc. pp. 105-108
- Han BH, Yae BW, Goo DH, Ko JY (1999a) Effects of Growth Regulators and Light on the Formation and Proliferation of Bulblets with Swollen Basal Plate from in Vitro Culture of Bulbscales in *Lilium* Oriental Hybrid 'Casa Blanca'. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:463-466
- Han BH, Yae BW, Goo DH, Ko JY (1999b) The formation and growth of bulblets from bulblet sections with swollen basal plate in *Lilium* Oriental Hybrid 'Casa Blanca'. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:747-750
- Leshem B, Lilien-Kipnis H, Steinitz B (1982) The effect of light and of explant orientation on the regeneration and subsequent growth of bulblets on *Lilium longiflorum* Thunb. bulb-scale sections cultured in vitro. Scientia Hort. 17:129-136
- 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. 39:107-110
- Maesato K, Sharada K, Fukui H, Hara T, Sarma KS (1994) In vitro bulblet regeneration from bulbscale explants of *Lilium japonicum* Thunb. Effect of plant growth regulators and culture environment. J. of Hort. Sci. 69:289-297
- Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant 15:473-497
- Niimi Y (1984a) Bulblet productivity of explants from scales, leaves, stems and tepals of *Lilium rubellum* Barker. Scientia Hort. 22:391-394
- Niimi Y (1984b) Effect of  $\alpha$ -naphthalenacetic acid and 6-benzylaminopurine on the development of excised-bulbs (*Lilium rubellum* Baker) cultured in vitro both in diffused light and in continuous darkness, and the leaf emergence from the bulbs in vivo. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 53:59-65
- Niimi Y, Onozawa T (1977) Vegetative propagation of *L. rubellum* Barker; Comparison of bulblet formation between scaling and scale segment cultured in vitro. Abstracts Fall Meeting Jap. Soc. Hort. Sci. p. 348-349
- Niimi Y, Onozawa T (1979) In vitro bulblet formation from leaf segment if lilies, especially *Lilium rubellum* Barker. Scientia Hort. 11:379-389

- Novak FJ, Petru E** (1981) Tissue culture propagation of *Lilium* hybrids. *Scientia Hort.* **14**:191-199
- Stimart DP, Ascher PD** (1978) Tissue culture of bulb-scale sections for asexual propagation of *Lilium longiflorum* Thunb. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **103**:182-184
- Takayama S, Misawa M** (1979) Differentiation in *Lilium* bulb scales grown in vitro. Effect of various cultural conditions. *Physiol. Plant* **46**:184-190
- Takayama S, Misawa M** (1980) Differentiation in *Lilium* bulb scales grown in vitro. Effect of activated charcoal, physiological age of bulbs and sucrose concentrations on differentiation and scale leaf formation in vitro. *Physiol. Plant* **48**:121-125
- Takayama S, Misawa M** (1982) Regulation of organ formation by cytokinin and auxin in *Lilium* bulb scales grown in vitro. *Plant Cell Physiol.* **23**:67-74

(접수일자 2001년 5월 10일)