

상사화의 기내증식에 미치는 배양부위와 성장조절물질의 영향

은종선* · 김영선¹ · 박종숙 · 金松南 · 曹后男²

전북대학교 농과대학 생물산업연구소, ¹남도대학 원예산업과, ²中國 延邊大學 農學院 園藝科

Effects of Explant Parts and Plant Growth Regulators on the *in vitro* Propagation of *Lycoris squamigera*

EUN, Jong Seon* · KIM, Young Seon¹ · PARK, Jong Suk · JIN, Song Nan · CAO, Hounan²

Research Institute of Bioindustry, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

¹Dept. of Horticultural Industry, Namdo Provincial College of Jeonnam, Changheung 529-850, Korea

²Horticultural Dept., Agricultural College of Yanbian University, Jilin Prov., China

ABSTRACT This study was carried out to investigate the influence of medium composition for *in vitro* mass propagation of *Lycoris squamigera* Max. After the disks of short stems, segments of leaf within bulb and scale were cultured on MS basal medium supplemented with various plant growth regulators, they were examined for the extent of callus formation, shoot and root regeneration. In the culture of stem disks, adventitious shoots were regenerated from the basal tissue of bulb scales, and combined medium of 1.0 mg/L 2,4-D or NAA + 2.0 mg/L BA or kinetin showed the the best response and 4~6 shoots per explant formed. In the culture of leaf segments within bulbs, both MS medium supplemented with 1.0 mg/L NAA + 2.0 mg/L TDZ and with 1.0 mg/L 2,4-D + 1.0~2.0 mg/L BA were produced callus profusely on the base of leaf tissue and 3~6 shoots were regenerated per explant. In the scale segments culture, calli were produced on the basal tissue on medium with 1.0 mg/L 2,4-D + 1.0~2.0 mg/L BA. The best result were shown on MS medium with 1.0 mg/L NAA + 2.0 mg/L TDZ, and 1.0 mg/L 2,4-D + 1.0~2.0 mg/L BA. Maximum number of regenerated shoots was up to 10~12. Adventitious root formation from explants were formed profusely on MS medium with 1.0 mg/L NAA + 2.0 mg/L kinetin. The most desirable method for mass propagation of plantlets was the shoot regeneration from scale segments then subsequently subcultured on medium for rooting.

Key words : Bulb, mass propagation, regeneration, scale segment

서 론

상사화 (*Lycoris squamigera* Max.)는 수선화과에 속하는 야생 구근초화로서 중국, 일본과 우리 나라의 내장산, 선운사 등에 다수 분포하고 있다. 식물체의 크기는 60~70 cm 정도로 자라며 뿌리형태는 계란형 인경이며 꽃색은 분홍색으로

傘形花序이다. 잎은 봄철에 구근의 증앙을 중심으로 마주 붙어 나지만 6월에 잎이 마르고 8월에 화경이 자라며 끝에 4~8개의 꽃이 달린다. 집 주위나 사찰, 경작지, 초원 및 묘지 주변 등에 식재하여 관상용으로 가치가 높고 해열작용과 가래 제거, 기관지계통에 약효가 있어 약용으로도 사용되고 있다. 상사화는 습기가 많고 자갈이 많은 樹林하에 분포하며 자생 상태에서 자구 증식률과 종자의 발아율이 낮아 대량증식이 곤란하기 때문에 인공적인 방법에 의한 식물체의 증식효율을 높일 필요성이 요구되고 있다.

*Corresponding author Tel 063-270-2576 Fax 063-270-3920
E-mail jseun@moak.chonbuk.ac.kr

일반적인 재배 측면에서 鱗莖球를 다양한 방법으로 절단하여 효과적인 인공번식방법을 구명한 보고 (Park et al. 1998)는 있으나, 조직배양을 통한 상사화의 기내증식에 관한 연구는 찾아보기 힘들다. 백합과의 경우 인편배양에 의해 기내에서 다량증식이 이루어졌고 (Takayama and Misawa 1983), 鱗莖, 花莖 등의 배양을 통하여 식물체 재분화를 유도하여 다량생산이 실용화 단계에 이르고 있다. Eun과 Kim (2000)은 산마늘의 인편배양에 의한 기내 다량증식에서 disk와 인편을 배양하여 다량증식을 위한 多芽體의 유도에 미치는 생장조절제의 효과에 대하여 보고한 바 있다. 이와 같은 영양번식성 원예작물의 기내 배양방법은 증식효율이 높고 바이러스 무병주 생산이 가능하기 때문에 우량한 건전 자구의 다량생산과 주년생산을 위해 많은 연구가 이루어지고 있다. 조직배양을 이용한 대량번식에서 어떤 부위를 재료로 사용하는가는 매우 중요한 요인으로 작용하며 배양부위에 따라 번식능력의 차이가 크고, 또한 오염률과 생존률에 차이가 있다. 특히 정단분열 조직, 엽병, 줄기, 잎, 鱗片, 花器, 花莖 등이 배양부위로 이용되며, 주로 球根類에서는 인편이 사용되고 있다. 이러한 기내배양에서 배양체의 반응은 식물종과 더불어 유전적 조성은 물론 기본배지의 조성, 식물생장조절제의 종류나 농도에 따라 식물체의 반응에 차이를 보이기도 한다 (Paek 1998, Yi et al. 1996).

본 연구는 상사화의 기내배양을 통한 식물체의 증식효율을 높이고 대량 증식체계의 확립을 위한 기초자료를 얻고자 실시하였으며, 鱗莖球의 배양부위와 생장조절제의 조성을 달리하여 그 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

배양재료는 내장산에 자생하는 구근을 굴취하여 5°C 냉장고에 2개월간 보관하면서 휴면을 타파시킨 후 건전한 母球를 선별하여 常法에 따라 멸균하여 치상하였다. 배양부위는 구근 내 단축경의 disk, 鱗莖球 내의 잎, 인편조직 등 3부분으로 구분하였고 5×5 mm 크기로 절취하여 치상하였으며, 인편의 경우 外側의 인편과 가장 안쪽의 인편부분은 4~5매씩을 제거하고 가운데 부분의 중간 바로 아래 부분의 인편을 사용하였다. 기본배지는 MS배지 (Murashige and Skoog 1962)를 사용하였으며 생장조절물질은 auxin류로 NAA와 2,4-D, 사이토키닌류로 thidiazuron (TDZ), kinetin 및 benzyl adenine (BA)을 0.1~2.0 mg/L로 조합하여 (Table 1) 조성하였고 3% sucrose, 한천 9 g/L를 첨가하고 pH 5.8로 조정하였다. 배양체는 각각 5개씩 3반복으로 치상하였다. 배양조건은 배양 첫 한달간은 암상태로 유지하였고 나머

지 전 생육기간 동안은 형광등으로 PPFD 70 μmol·m⁻²·s⁻¹의 연속광조건과 25±2°C의 성장상에서 명배양하였다. 배양기간 중 절편체 부위에 따른 캘러스 형성정도와 shoot의 재분화 및 뿌리의 발생 양상을 조사하였으며, 배양중 shoot만 분화된 개체는 뿌리발생에 양호한 결과를 보인 NAA 1.0 mg/L와 kinetin 2.0 mg/L 첨가배지에 계대배양하였다.

결과 및 고찰

인경구내의 담황색을 띤 잎조직을 배양한 경우 NAA 0.1 mg/L와 TDZ 혹은 kinetin 1.0 mg/L가 혼합첨가된 배지에서는 배양 9주일 후까지 엽록소를 형성하여 綠化하였을 뿐 다른 변화는 관찰할 수 없었다. 그러나 NAA 1.0 mg/L에 TDZ 혹은 kinetin을 2.0 mg/L로 높인 배지에서는 잎의 기부 쪽이 비대하면서 백색의 캘러스가 발생하였으나 기관의 발생은 관찰할 수 없었다. 또한 2,4-D 0.1 mg/L에 BA 1.0~2.0 mg/L를 첨가한 배지에서는 배양 4주일 후부터 기부에서 캘러스가 발생하였으며 8주일 후에는 갈변, 고사되었다. 한편 2,4-D 1.0 mg/L에 BA 2 mg/L를 첨가한 배지에서는 캘러스가 왕성히 발생되었고 캘러스로부터 배양체당 3~4개의 shoot가 발생되어 가장 양호한 반응을 보였다 (Figure 1).

인편조직을 배양한 경우에 있어서도 잎조직과 비슷하게 NAA저농도구에서는 변화가 없었고 NAA 1.0 mg/L와 TDZ 혹은 kinetin 2.0 mg/L 혼용구에서는 절단면의 기부쪽에서 캘러스가 약간 발생하고 shoot가 3~4개씩 분화하여 양호하였다. 2,4-D와 BA를 첨가한 구에 있어서는 각 처리구에서 shoot가 발생하였는데 1.0 mg/L씩 혼합첨가된 구에서 가장 좋은 반응을 보였다 (Figure 2). 뿌리는 NAA 1.0 mg/L와 kinetin 2.0 mg/L가 첨가된 구에서 shoot의 기부에서 발생되어 완전한 유식물체를 형성하였다.

Disk 조직의 배양에서 NAA와 TDZ 및 kinetin을 조합한

Table 1. Formation of callus, shoot and root from disk, leaf and scale tissue in MS medium supplemented with plant growth regulators after 14 weeks of culture.

Plant growth regulators (mg/L)	Disk				Leaf				Scale			
	C	S	R	N	C	S	R	N	C	S	R	N
NAA 0.1 + TDZ 1.0	-	+	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
NAA 1.0 + TDZ 2.0	-	++	-	4	+	++	-	5	+	+++	+	10
NAA 0.1 + Kinetin 1.0	+	++	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
NAA 1.0 + Kinetin 2.0	-	+	-	3	+	-	+	-	+	++	++	3
2,4-D 0.1 + BA 1.0	-	+	+	2	+	-	-	-	-	-	-	2
2,4-D 0.1 + BA 2.0	-	+++	-	4	+	-	-	-	+	+	-	4
2,4-D 1.0 + BA 1.0	+	++	+	6	++	+	-	4	-	+++	+	6
2,4-D 1.0 + BA 2.0	-	+++	-	6	++	+++	-	6	+	+++	-	12

* -: no, +: rare, ++: moderate, and +++: good response.
C: callus, S: shoot, R: root, and N: number of shoots per explant.

배지에서는 배양체당 1~3개체의 shoot가 발생되었으나 2,4-D 0.1 mg/L와 BA 2.0 mg/L를 혼합첨가한 구에서는 1개체당 3~4개체의 shoot가 발생되어 가장 양호한 반응을 보였고, 다음은 2,4-D 1.0 mg/L와 BA 2.0 mg/L배지에서 양호하였다 (Figure 3). Disk조직은 오염률이 높았고 캘러스의 발생은 관찰되지 않았으며, disk배양시 shoot의 발달은 각 인편의 기부에 분화될 액아가 초기에 분화되어 성장되는 것으로 판단되었다. 뿌리의 발생은 2,4-D와 BA 모두 1.0 mg/L 첨가된 구에서만 미약하게 관찰되었다.

배양 14주일 후의 반응에서는 (Table 1) 잎조직의 경우 NAA나 2,4-D를 0.1 mg/L로 저농도 첨가한 구는 거의 변화가 없거나 갈변 고사하였다. 그러나 NAA 혹은 2,4-D의 농도를 1.0 mg/L로 높이고 사이토키닌류를 1~2 mg/L로 조합한 구에서는 캘러스가 발생한 조직에서 shoot가 재분화 되었는데 특히 2,4-D 1.0 mg/L와 BA 2.0 mg/L를 조합한 구에서는 1개의 절편체당 5~6개의 shoot가 발생하여 가장 양호한 반응을 보였다 (Figure 1).

인편조직을 배양한 구에서는 잎조직을 배양한 경우와 비슷한 경향을 보였으나 전체적으로 shoot분화에 양호한 반응을 보였다. 2,4-D 1.0 mg/L와 BA 2.0 mg/L를 조합한 구에서는 1개의 인편당 최고 12개의 shoot가 분화하여 가장 양호하였으며 성장도 왕성하였다. NAA와 TDZ 2.0 mg/L의 조합구는 5~10개의 shoot가 분화되었고, 2,4-D와 BA 2.0 mg/L의 조합한 구에서는 3~4개체가 분화되었으나 생장이 불량하였고 vitrification이 나타난 것도 1~2개체 발생하였다. NAA를 0.1

mg/L로 하고 TDZ 혹은 kinetin을 1.0 mg/L로 낮춘 성장조절물질 저농도구에서는 반응하지 않았고 2,4-D와 BA를 첨가한 구에서만 5~6개체가 분화되어 양호한 반응이었다. Disk조직의 배양에서도 인편배양에서와 같이 shoot는 2,4-D 1.0 mg/L와 BA 2.0 mg/L를 조합한 구에서 배양체당 6개체가 분화되어 가장 양호하였다. NAA와 kinetin을 조합한 구에서는 평균 3~4개체가 발생되었으나 생장이 미약하였고 오염되는 개체가 많이 출현하여 대량증식을 위한 배양조직으로 적합하지 않았다. 뿌리의 발생은 NAA 1.0 mg/L와 kinetin 2.0 mg/L를 조합한 구에서 가장 좋은 반응을 보였는 바 (Figure 4) 인편이나 잎조직의 배양에서 유도된 shoot를 계대배양하여 뿌리를 발생시키고 살균된 pot에 이식하여 완전한 유식물체로 성장시키는 방법이 가장 적절하다고 판단되었다.

배양 14주일 후 배양조직으로부터 shoot가 재분화된 개체수의 조사에서 (Table 1) disk 조직에서는 전처리구에서 shoot가 2~6개 재분화하였는데 2,4-D 1.0 mg/L에 BA 2.0 mg/L를 조합한 구에서는 배양체 당 6개가 분화하여 가장 많았다. Disk조직에서는 shoot가 인편 사이의 기부에서 발생하는 양상으로 미루어 볼 때 차후 액아로 분화될 부분에서 절단된 인편의 배양조건 하에서 초기에 분화, 발생하는 것으로 보였다. 잎조직에서는 NAA나 2,4-D 저농도구에서는 shoot가 발생되지 않았고 2,4-D 1.0 mg/L와 BA 2.0 mg/L를 첨가한 구가 6개체로 가장 많았고 NAA 1.0 mg/L에 TDZ 2.0 mg/L를 조합한 구도 5개체가 발생되어 양호한 반응을 보였다. 인편을 배양한 처리에서는 NAA 0.1 mg/L를 첨가한 구에서만



Figure 1. Callus and shoots (A), and multiple shoots (B) by leaf segment culture on MS medium. A: 1.0 mg/L 2,4-D + 1.0 mg/L BA. B: 1.0 mg/L 2,4-D + 2.0 mg/L BA.

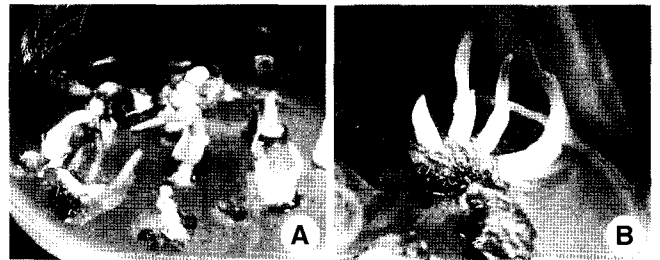


Figure 3. Shoots by disk segment culture on MS medium with 1.0 mg/L 2,4-D + 2.0 mg/L BA (A) and 0.1 mg/L 2,4-D + 2.0 mg/L BA (B).

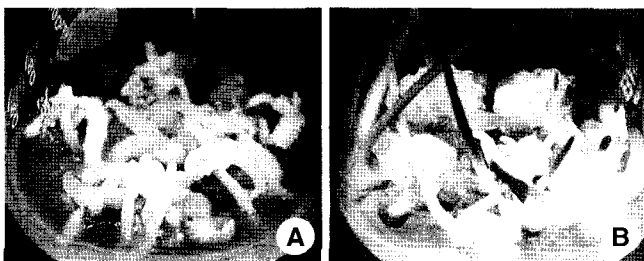


Figure 2. Callus and roots (A), and shoots from callus (B) by scale segment culture on MS medium. A: 1.0 mg/L NAA + 2.0 mg/L kinetin. B: 1.0 mg/L NAA + 2.0 mg/L TDZ.

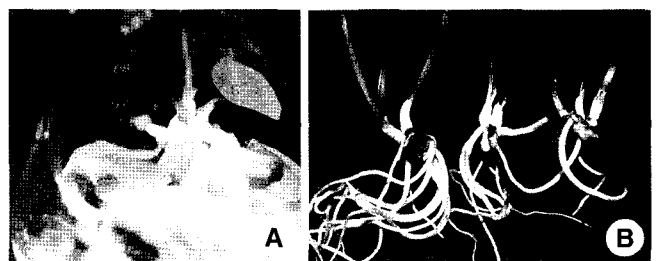


Figure 4. Shoots and roots derived from scale segments on MS medium with 1.0 mg/L NAA + 2.0 mg/L kinetin (A) and intact plantlets (B) before transplanting to pot.

shoot가 발생되지 않고 모든 처리에서 반응하였는데 2,4-D 1.0 mg/L와 BA 2.0 mg/L 조합구 및 NAA 1.0 mg/L와 TDZ 2.0 mg/L 조합구에서는 배양체당 10~12개체가 발생하여 본 실험 중 가장 양호한 반응을 나타냈다.

생존 개체수로 볼 경우에 단축경을 배양하는 경우, 대부분의 배양체에서 shoot가 발생하였으나 개체수가 적고 단축경은 배양기간 중에 상당한 치상체가 오염되었으며, 모구 자체에서 분리할 수 있는 치상절편의 수가 한정되기 때문에 단축경을 부착하는 배양에서는 많은 수의 모구를 필요로 하는 단점이 따른다. 잎조직에 비해 인편을 배양한 경우는 양호한 shoot의 분화율을 보여 가장 적합한 배양부위로 판단된다. 鱗莖球 내의 잎배양의 경우는 켈러스의 분화율은 높지만 shoot 또는 뿌리로의 재분화에 있어서 분화율이 떨어짐으로 식물체의 재분화를 위한 배양부위로는 적합치 않음을 관찰할 수 있었다. 켈러스는 배수성이나 돌연변이를 강하게 유발하는 경향이 있어서 유전적으로 異質한 개체를 분화시킬 수 있기 때문에 자구를 유도하는 방법 중 배양기간이 긴 켈러스를 통한 간접적인 방법은 가능한 한 지양되어야 한다는 보고도 있으나 (Hussey 1977) 화훼류의 변이체는 유용한 경우도 있으므로 큰 문제가 없다고 생각된다. 나팔수선의 기내배양 실험에서도 NAA와 사이토키닌류를 혼용한 배지에 초기배양에서 얻어진 식물체의 인편, 신초 및 자구를 접종하였을 때, 5~7 mm 크기로 접종한 신초절편은 대부분 갈변하는 경향이였으며 극히 일부에서만 갈변이 되지 않은 절편체의 기부조직에서 자구가 형성되는 저조한 반응을 보였다는 보고(Lee et al. 1995)와 일치하는 경향이였다.

일반적으로 식물체 재분화를 위해 宿根類는 생장점 부위를 이용하며, 구근류는 기저부를 부착한 인편을 이용하는데 이 경우에는 배양 중 오염률이 높아 모구의 손실이 심하기 때문에 최근에는 인편이 아닌 지상부의 葉, 葯, 花柄, 花絲, 腋芽, 花莖 등을 배양하여 절편체에서 직접 다수의 신초를 유도하고 있다. 특히, 화경은 기저조직보다는 정부조직에서 재생력이 높으며, 식물체 조직 중 지표와 떨어져 있어서 오염률이 낮고 다른 기관에 비해 분화력이 높아서 대량번식에 적합한 것으로 알려져 있다.

배양 부위에 따른 차이에서 잎조직과 인편부위의 배양은 켈러스가 일차적으로 발생한 후 shoot 또는 뿌리로 분화가 이루어지거나 켈러스 상태로 존재하게 됨을 알 수 있었고, 단축경의 경우는 켈러스를 통해서 shoot 또는 뿌리로 발달되기도 하나 고빈도로 바로 shoot가 발생하는 것을 관찰할 수 있었다.

식물조직배양에서 배양체의 형태형성에 미치는 요인은 genotype, 배양부위, 모식물체의 생육환경, 배지의 조성, 배양 환경 등 여러 요인이 작용하여 수선의 경우 품종, 배양부위, 배지 내 무기성분, 성장조절물질의 종류와 농도에 따라 달라진다고 한다 (Kim et al. 1989, Paek 1998). 특히, 가장 결정적인 요소는 기본배지에 첨가하는 성장조절제인 사이토키아

닌류와 오옥신류이며 이 물질의 농도 비율에 의해서 기관형성의 정도가 달라진다. 일반적으로 뿌리형성을 유도하거나 켈러스 증식을 하고자 할 때는 고농도의 오옥신과 저농도의 사이토키닌을 조합하고 신초의 유도 및 성장에는 저농도의 오옥신과 고농도의 사이토키닌을 첨가하는 것이 효과적이라고 보고되었다.

나팔수선의 경우 disk를 치상한 경우 한 개 혹은 다수의 신초가 직접 형성되었으며 자구의 형성 및 신초의 분화는 5.0 mg/L NAA와 1.0 mg/L BA를 첨가한 배지에서 가장 양호하였으며 (Lee et al. 1995), 또 다른 보고에서는 수선의 기내 배양시 1.0 mg/L NAA와 5.0 mg/L BA를 첨가한 배지에서 화경과 지방을 접종했을 때는 가장 양호한 반응을 보이지만 disk를 배양한 것은 전혀 반응이 없다는 보고도 있다 (Takashi and Tadashi 1980). 그러나 Eun과 Kim (2000)은 산마늘의 대량증식을 위한 인편배양에서 다아체는 disk를 부착한 절편체에서만 발생하고 disk를 부착하지 않은 것은 반응하지 않았다고 보고한 바 있다. 또한 多芽體는 2.0 mg/L BA 단용처리구에서 1개의 절편체당 50여 개나 발생되어 가장 양호한 반응을 보였으며, NAA와 BA가 각각 2.0 mg/L 혼용처리구에서는 다아체 약 15개 발생하여 가장 양호한 반응을 보였다. Shoot는 0.5 mg/L NAA가 첨가된 배지에서 뿌리가 발생하여 양호한 반응을 보였다고 한다.

구근류에서 오옥신과 사이토키닌의 효과는 앞서 언급한 것과 같이 다양하여 저농도의 오옥신은 세포분열 및 자구를 유도하는데 유용하고 고농도 처리구는 자구형성과 성장을 억제하고 켈러스의 유도를 촉진한다고 하는데 본 실험은 대체로 저농도의 오옥신을 사용하여 shoot 형성이 용이하였다고 생각된다.

적 요

상사화의 기내 대량증식에 미치는 배지의 조성을 구명하기 위하여 성장조절물질의 첨가량을 달리한 MS기본배지에 disk, 鱗莖球內의 잎과 인편조직을 배양한 후 켈러스의 발생과 shoot 및 뿌리의 재분화양상을 조사하였다. Disk조직의 배양에서는 인편 사이의 기부조직에서 shoot가 발생하였으며, 2,4-D 혹은 NAA 1.0 mg/L + BA 혹은 kinetin 2.0 mg/L가 혼용첨가된 배지에서 절편체당 4~6개의 shoot가 발생되어 가장 좋은 반응을 보였다. 인편 내측의 잎절편을 배양한 경우 NAA 1.0 mg/L + TDZ 2.0 mg/L 혼용구와 2,4-D 1.0 mg/L + BA 1.0~2.0 mg/L 혼용구에서는 잎조직의 기부에서 켈러스가 왕성하게 발생한 후 3~6개의 shoot가 재분화하였다. 인편조직은 기부조직에서 켈러스가 발생하였으며 2,4-D 1.0 mg/L와 BA 1.0~2.0 mg/L 처리구에서 왕성하였다. NAA 1.0 mg/L와 TDZ 2.0 mg/L의 혼용처리구와 2,4-D 1.0 mg/L와 BA 1.0~2.0 mg/L 혼용구에서는 최고 10~12개의 shoot가

분화하여 가장 양호한 결과를 보였다. 뿌리는 각 배양체 모두 NAA 1.0 mg/L와 kinetin 2.0 mg/L 혼용구에서 가장 왕성하게 발생되었다. Shoot의 재분화는 disk나 잎조직에 비해 인편조직을 배양한 경우가 적합한 배양부위로 조사되었는 바 유식물체의 대량증식에 가장 바람직한 방법은 인편조직을 이용하여 shoot를 재분화시킨 후 뿌리발생 배지에 계대배양하는 것이 적합하다고 판단되었다.

사사 - 이 논문은 2001년도 전북대학교의 지원 연구비에 의하여 연구되었음.

인용문헌

- Eun JS, Kim YS (2000) Mass propagation by scale culture of *Allium victorialis*. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. **18**:699
- Hussey G (1977) *In vitro* propagation of some members of the Liliaceae, Iridaceae, and Amaryllidaceae. Acta Hort. **73**:303-309
- Kim KW, Paek KY, Chung JD, Choi KT (1989) Plant Tissue Culture. Hyang Moon Sa. Seoul. pp 26, 52, 60, 64, 165
- Lee BK, Kim YS, Park BM (1995) *In vitro* propagation of *Narcissus pseudonarcissus* by scale cultures using thidiazuron. Kor. J. Plant Tissue Culture. **22**:53-57
- Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* **15**:473-479
- Paek KY (1998) Commercial aspects and problems in micropropagation. The 12th Symposium on Plant Biotechnology (1998 Korea-Japan Joint Symposium). Frontier Researches in Plant Biotechnology. **3**:152-156
- Park YJ, Heo BG, Jeong SY, Jeong JH, An MS (1998) Effective and economical propagation method of *Lycoris squamigera* native to Korea. Kor. J. Hort. Sci. & Tech. **16**:242-243
- Takashi H, Tadashi A (1980) *In vitro* propagation of narcissus. HortScience. **15**:602-603
- Takayama S, Misawa M (1983) A scheme for mass propagation of *Lillium in vitro*. Scientia Horticulturae. **18**:353-362
- Yi YB, Park KJ, Lee KS (1996) Effects of medium on regeneration and growth of bulblets from culture of bulb scale segments of *Hyacinthus orientalis in vitro*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. **37**:146-151

(접수일자 2002년 6월 15일)