

패모 인편 배양시 자구 형성과 비대에 미치는 배양 방법과 성장 조절제의 처리 효과

백기엽*·유광진

The Effect of Culture Methods and Plant Growth Regulators on Bulblet Formation and Growth in Scale Segment Culture of *Fritillaria thunbergii* Miq.

Kee Yoeup Paek*, and Kwang Jin Yu

ABSTRACT : This experiment was carried out to establish a year-round production system of pathogen-free stock through micropropagation in *Fritillaria thunbergii* as medicinal bulbous plant. The effect of different types of culture method and plant growth regulators, activated charcoal and mannitol on bulblet formation and subsequent growth were investigated. The MS solid medium containing 1.0 mg/L kinetin and 0.3 mg/L NAA was effective on bulblet formation and propagation rate compared to liquid and suspension culture. Addition of activated charcoal at 0.01% to 0.1% in the medium promoted bulbing of cultured bulblets and shoot formation. Addition of 1% to 2% mannitol in MS medium was effective on the formation of bulblet and subsequent growth of bulblets compared to control. In addition of inhibitors, 10~100 mg/L B-9 and Chloromequat had effective to stimulate bulblet growth but their effects were not so much as mannitol treatment. ABA treatment had detrimental effect on survival rate of explant and bulblet formation.

Key words : *Fritillaria thunbergii*, bulblet formation, scale segment culture

서 론

패모(학명)는 백합과에 속하는 인경식물로 다양한 알카로이드 물질을 함유하고 있으며, 이들 약리 성분의 효능¹⁾이 오래전부터 인정되어 널리 이용이 되고 있는 전통적 한약재의 하나이다.

그러나 인경에 의한 전통적 번식 방법은 증식율이 매우 낮다는 문제점을 지니고 있고 재배되고 있는 거의 모든 패모가 2~3가지 이상의 바이러스에 복합적으로 감염이 되어 있는 것으로 알려져 무병 주 식물의 획득이 시급한 실정이다. 이러한 문제점을 조직배양에 의한 대량 증식으로 해결하려는 목적으로 기내 증식 체계를 확립하려는 시도가 주로

본 연구는 1993년도 과학기술처 특정연구비에 의해서 수행된 결과의 일부분임.

* 충북대학교 원예학과 (Department of Horticulture, Chungbuk Nat. Univ. Cheongju 361 - 763, Korea)

중국^{1,6,8)}에서 이루어져왔으나 아직 체계화하여 실용화되지 못하고 있다. 국내에서는 최근에 기내 배양을 통한 대량 번식 방법을 구명하기 위한 시도가 수행되어 백 등³⁾에 의한 인편, 줄기, 마디 등 여러 조직의 배양시 재생력의 차이 비교와, 유 등⁷⁾에 의한 초기 배양 체계 확립을 위한 보고가 있으나, 아직까지 높은 오염율로 인하여 기내 배양을 위한 모구의 이용이 현실적으로 불가능하다는 점, 기내 인편으로부터 구의 형성과 형성된 구의 비대가 잘 이루어지지 않는다는 점, 그리고 실용적으로 이용 가능한 크기의 구를 얻는데까지 오랜 배양 기간을 필요로 하는 점 등의 문제점이 있어 이들의 해결이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 이와 같은 문제점들을 해결하여 보다 체계적인 조직배양을 통한 패모의 대량 증식 방법을 확립할 목적으로 배양 방법의 차이, 활성 탄소, 배지의 삼투 포텐셜 조건을 위한 mannitol, 생장억제제 첨가시 인편의 증식과 비대 생장에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

기내 배양에서 생산된 길이 0.5~0.7cm 정도의 인편을 재료로 지금까지의 실험 결과^{4,7)} 가장 양호한 생육 및 기관 분화를 보인 0.3mg/L NAA와 1.0mg/L kinetin이 혼용처리된 MS배지를 기본으로 하여 배양 방법의 차이가 인편 재배양에 의한 자구 형성을 및 생육에 미치는 영향을 알아 보기위해서 액체 진탕, 액체 정치, 고체 배양 등 배지의 물리성을 달리하여 배양 12주 후 자구 증식 및 생육 상태를 조사하였다. 또한 활성 탄소의 효과를 알아보기 위하여 상기 조절된 MS 배지를 기본으로 하여 활성 탄소의 농도를 0.01~1.0%로 달리하여 배양 14주 후 생육 정도를 조사하였다.

또한 기내 배양을 통하여 얻어진 길이 0.5~0.7cm가량의 인편을 재료로 기내 배양에서 생산된 길이 1.0~1.5cm 정도의 인편을 상기의 조절된 MS배지를 기본으로 하여 mannitol의 농도를 1.0~7.0%로 농도를 달리하여 처리하였고, 생장 억제제의 효과를 알아보기 위한 실험으로 3가지 생장억제제 B-9, Chloromequat와 ABA를 0.2 μ m mil-

lipore 멤브레인 여과지로 살균한 다음 10~250mg/L로 농도를 달리하여 배양을 실시하였다.

이상의 모든 실험에서 당의 농도는 5.0%로 하였고, 배지의 pH는 5.8로 조절하였으며, 반복은 15~20반복으로 실시하였다. 배양실 온도는 25 \pm 2 $^{\circ}$ C로 조절하였고, 형광등(1,500lx)으로 16시간 조명하였다.

결과 및 고찰

기초 실험에서 인편의 증식에 효과적인 생장 조절제와 그 농도를 선발하였으나 필요로 하는 크기의 인편을 얻기까지 기간이 너무 오래 걸리는 결과를 보였다. 이에 기내에서 생산된 인편을 액체 현탁 배양하였을 때 생장 조절제 종류와 농도의 차이가 인편의 증식과 생장에 미치는 영향을 알아보고자 실시한 실험의 결과는 표 1과 같다.

배양 3주 후부터 뿌리가 먼저 발생한 뒤 인편과 신초의 발생 및 생육이 시작되었고, 배양한 인편으로부터의 자구 형성수는 kinetin 0.1mg/L 처리구와 2iP 3.0mg/L 처리구에서 양호하였다. 생체중은 kinetin 0.1mg/L, 2iP 0.1mg/L 및 BA 1.0mg/L 이상 처리구에서 높게 나타났으나, BA처리구와 2iP처리구에서는 발생한 잎이 거대화하고 일부 부분은 투명화 현상이 관찰되어 이용이 불가능하였고, 2iP 0.5 및 5.0mg/L 처리구에서는 길이가 7.0cm까지 신장된 인편엽이 관찰되었다.

발근은 kinetin 5.0mg/L 처리구를 제외하고 모든 처리구에서 이루어졌으며, 2iP 처리구에서 양호한 상태를 나타냈고, BA 처리구에서는 1.0mg/L 이상 처리구에서 발근력이 상당히 떨어지는 결과를 나타냈다. 캘러스의 발생은 모든 처리구에서 이루어졌으며, 특히 BA 1.0mg/L처리구에서 생체중이 가장 무거운 캘러스의 형성이 관찰되었으나 인편의 경우와 마찬가지로 캘러스에서 분화된 인편엽이 투명화 현상을 나타냈다.

인편을 액체 고정 배지에 배양한 결과는 표 2와 같다. 거의 모든 처리구간에 차이가 없이 투명화된 인편이 관찰되었고 전체적인 인편의 발생은 상당히 떨어져서 평균 3개 이상을 넘지 않았다. 발생한 신편의 생육도 액체 현탁 배양시에 비하여 상당히

Table 1. Effect of cytokinins on scale segment culture of *Fritillaria thunbergii* after 12-week in suspension culture.

Treatment (mg/L)	Fresh wt. /explant (mg ± SE)	No. scales /explant (±SE)	No. roots /explant (±SE)	Rooting (%)	Callus wt. /explant (mg ± SE)	Callus (%)	
Control	668 ± 184	10.0 ± 1.6	11.0 ± 2.9	66.7	85 ± 15	33.3	
Kinetin	0.1	1,385 ± 184	11.0 ± 2.3	12.0 ± 1.6	100.0	30 ± 7	50.0
	0.5	643 ± 158	5.0 ± 0.7	3.8 ± 0.8	57.1	212 ± 16	71.4
	1.0	648 ± 192	6.7 ± 0.7	2.8 ± 0.4	50.0	188 ± 36	100.0
	3.0	1,063 ± 260	7.2 ± 2.0	2.4 ± 0.5	83.3	240 ± 10	33.3
	5.0	486 ± 83	6.5 ± 1.1	-	0.0	400 ± 0	20.0
2iP	0.1	1,330 ± 285	8.3 ± 0.5	4.0 ± 0.8	75.0	478 ± 64	100.0
	0.5	767 ± 138	2.4 ± 0.5	5.1 ± 1.1	100.0	207 ± 45	85.7
	1.0	708 ± 158	4.7 ± 1.7	5.5 ± 1.5	50.0	205 ± 58	100.0
	3.0	227 ± 56	12.0 ± 0.0	11.0 ± 1.0	66.7	130 ± 22	100.0
	5.0	794 ± 136	4.3 ± 0.4	7.0 ± 2.0	71.4	248 ± 29	85.7
BA	0.1	403 ± 111	7.5 ± 0.5	3.1 ± 0.6	87.5	177 ± 45	75.0
	0.5	579 ± 86	5.6 ± 0.8	1.5 ± 0.5	50.0	200 ± 70	75.0
	1.0	1,360 ± 299	6.4 ± 1.0	2.0 ± 0.0	16.7	504 ± 95	83.3
	3.0	1,495 ± 305	5.0 ± 0.9	11.0 ± 0.0	16.7	450 ± 0	16.7
	5.0	1,118 ± 156	6.5 ± 0.5	2.0 ± 0.0	40.0	320 ± 19	83.3

Addenda to the MS basal medium were as follow : 0.3mg/L NAA and 5.0% sucrose.

저조한 결과를 나타내었으며, 발근력도 상당히 떨어져 30%를 넘지 못하였다. BA 처리구에서는 현탁 배양시와 마찬가지로 발근력과 뿌리의 생육 상태가 불량한 결과를 나타냈다.

캘러스의 발생은 kinetin 3.0mg/L 처리구와 BA 1.0mg/L 처리구를 제외하고는 전혀 이루어지지 않았고 발생율과 생체중도 상당히 저조한 결과를 나타내었다.

패모의 인편을 고체 배지에 배양한 결과 대조구와 kinetin 처리구에서 액체 배지에 배양하였을 때 볼 수 없었던 자구의 발생이 관찰되었고, 그 생육 상태도 양호한 결과를 나타냈다(표 3). 인편의 발생은 모든 처리구에서 양호하였고, kinetin 1.0mg/L 처리구에서 많은 인편의 발생과 형성된 인편의 생장이 양호하여 cytokinin류의 첨가는 인편

형성과 생체중의 증가에 별효과가 없다는 보고⁴⁾와는 달랐으나 인편 증식은 모구의 생리학적 연령이 많은 영향을 미친다고 보고된 바 있어⁸⁾ 모구의 생리적 연령에 따른 실험이 필요할 것으로 생각되었다. 뿌리의 발생 및 생육은 상당히 양호하였으나 BA 처리구에서는 현탁 배양시와 마찬가지로 발생 및 생육이 저조하여 BA가 패모의 발근을 촉진시키지는 못하는 것으로 생각되었다.

캘러스의 발생율은 현탁 배양시와 비슷한 결과를 나타냈으나 생체중이나 생육 상태가 현탁 배양시보다 상당히 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

자구의 재배양을 통한 기내 주년 생산을 위해서 배지의 종류별 배양 방법을 확인해 본 결과 자구의 증식율은 액체 배지나 액체 진탕 배지에 비해 고체 배지에서 가장 양호하였다. 또한 재배양 인편의 크

Table 2. Effect of cytokinins on scale segment culture of *F. thunbergii* after 12-week in liquid culture.

Treatment (mg/L)	Fresh wt. /explant (mg±SE)	No. scales /explant (±SE)	No. roots /explant (±SE)	Rooting (%)	Callus wt. /explant (mg±SE)	Callus (%)	
Control	133± 30	1.0±0.0	1.0±0.0	12.7	-	0.0	
Kinetin	0.1	164± 44	1.4±0.7	-	0.0	0.0	
	0.5	141± 18	1.1±0.3	-	0.0	0.0	
	1.0	208± 67	2.6±0.7	4.0±1.0	25.0	0.0	
	3.0	468±108	2.8±0.8	9.5±1.5	25.0	150± 0	12.5
	5.0	93± 16	1.0±0.0	-	0.0	-	0.0
2iP	0.1	103± 25	1.3±0.4	-	0.0	-	0.0
	0.5	94± 18	1.0±0.0	1.0±0.0	1.5	-	0.0
	1.0	175± 39	1.8±0.4	2.0±0.0	12.5	-	0.0
	3.0	230± 30	2.1±0.6	4.5±0.5	25.0	-	0.0
	5.0	163± 47	1.0±0.0	-	0.0	-	0.0
BA	0.1	94± 23	1.1±0.3	-	0.0	-	0.0
	0.5	180± 48	1.4±0.5	-	0.0	-	0.0
	1.0	418± 77	2.0±0.9	-	0.0	315±45	25.0
	3.0	344± 66	1.4±0.5	7.0±0.0	12.5	-	0.0
	5.0	104± 28	1.0±0.0	-	0.0	-	0.0

Addenda to the MS basal medium were as follow : 0.3mg/L NAA and 5.0% sucrose.

기도 자구 형성수에 상당한 영향을 미쳤는데, 기내에서 구비대가 이루어진 비교적 큰 자구의 인편을 채취하여 배양하는 것이 동일한 배양 기간내 자구 형성수가 촉진되었다. 이상과 같이 형성시킨 자구는 비대가 불량하였기 때문에 하나씩 분리하여 자구 비대용 배지로 옮겨 배양하는 것이 필요하였다.

활성탄소의 효과를 알아보기 위한 실험의 결과는 표 4와 같다.

생체중은 0.01%~0.1% 처리구사이에서 양호하였고 구의 형성은 1.0% 처리구를 제외하고는 거의 비슷한 발생을 보였으나, 인편과 뿌리의 발생은 0.5%이상 처리구에서 상대적으로 불량하였다. 구의 발생율은 최고 0.5% 처리구에서 40%로 가장 높았고 타 처리구에서는 이보다 낮았으나 생육은 양호하여 활성탄소가 기관의 분화보다는 생육에

양호한 영향을 미치는 것으로 나타났다. Hyacinth 배양시 배지내 활성탄소의 첨가가 기관 발생은 억제하나 인편이나 뿌리의 생장을 촉진시킨다는 보고를 미루어 보아²⁾ 기내에서 계속적인 계대 배양을 통하여 노화되거나 활력을 잃어가는 식물체의 활력을 회복시켜주는 한가지 방안으로 이용될 수 있을 것으로 생각되었다.

구형성 촉진과 구비대화에 미치는 mannitol의 효과를 알아보기 위한 실험의 결과는 표 5과 같다. 배양 6주 후부터 구의 비대가 시작되는 것으로 관찰이 되었고, 생체중은 1%와 2% 처리구에서 가장 무거웠고 형성구의 수는 1% 처리구에서 15.3개로 가장 많았으며 발생율도 가장 높았다. 반면 2% 처리구에서는 구의 발생수는 오히려 대조구보다 적었으나 구당 무게에 있어서는 2% 처리구에서 개당 평균 60.8mg

Table 3. Effect of cytokinins on scale segment culture of *F. thunbergii* after 12-week in solid culture.

Treatment (mg/L)	Fresh wt. /explant (mg±SE)	No. scales /explant (±SE)	No. bul- blets /explant (±SE)	Bulbing (%)	Rooting (%)	Callus wt. /explant (mg±SE)	Callus (%)	
Control	959±289	5.4±1.4	14.8±1.5	62.0	66.7	-	0.0	
Kinetin	0.1	968±186	8.1±1.5	12.5±1.5	25.0	100	0.0	
	0.5	969±190	7.8±1.1	4.0±0	25.0	57.1	295±23	25.0
	1.0	1,291±277	13.7±2.7	7.5±1.5	25.0	50.0	1,194±191	28.6
	3.0	614±215	5.8±1.4	4.2±0.9	75.0	83.3	-	12.5
	5.0	278±68	5.4±0.9	3.5±0.5	25.0	0	450±0	12.5
2iP	0.1	998±183	6.0±1.6	8.0±0	12.5	75.0	628±35	37.5
	0.5	1,177±264	7.8±1.6	-	0.0	100.0	487±15	8.3
	1.0	950±228	7.1±1.5	-	0.0	50.0	683±12	50.0
	3.0	875±134	5.5±1.5	-	0.0	66.7	581±58	75.0
	5.0	680±111	5.6±1.4	-	0.0	71.4	404±62	62.5
BA	0.1	1,078±205	9.8±1.9	5.5±1.5	50.0	87.5	498±0	25.0
	0.5	420±10	3.0±1.0	-	0.0	50.0	246±40	100.0
	1.0	1,120±183	7.7±1.8	-	0.0	16.7	533±84	42.9
	3.0	1,093±264	9.1±1.7	-	0.0	16.7	687±65	83.3
	5.0	624±130	6.6±1.2	-	0.0	40.0	366±67	83.3

Addenda to the MS basal medium were as follow : 0.3mg/L NAA and 5.0% sucrose.

Table 4. Effect of activated charcoal on scale segment culture of *F. thunbergii* after 14-week in solid culture.

Activated charcoal (%)	Fresh wt. /explant (mg±SE)	No. bulbs /explant (±SE)	No. scales /explant (±SE)	No. Roots /explant (±SE)	Bulbing (%)
Control	877±191	6.3±0.9	8.9±1.5	7.8±0.9	25.0
0.01	985±195	7.3±0.5	9.5±1.8	10.2±2.5	27.3
0.05	1,191±254	10.0±0.0	10.0±2.0	12.3±2.8	16.7
0.1	1,317±318	8.7±0.9	11.6±2.5	12.8±2.7	33.3
0.5	503±152	6.8±0.4	3.3±0.7	4.9±1.1	40.0
1.0	296±54	1.0±0.0	3.0±0.9	2.5±0.5	28.6

Addenda to the MS basal medium were as follow : 0.3mg/L NAA, 1.0mg/L kinetin and 5.0% sucrose.

Table 5. Effect of mannitol on bulblet formation and growth from bulblet scale culture of *F. thunbergii* after 14-week in culture.

Mannitol (%)	Fresh wt. /explant (mg±SE)	No. bulblets /explant (±SE)	No. scales /explant (±SE)	No. roots /explant (±SE)	Bulbing (%)	Bulblets wt. /explant (mg±SE)
Control	979±381	7.0±2.3	10.6±2.5	7.1±2.0	25.0	172±15
1	1,200±100	15.3±1.7	12.1±4.1	10.4±2.9	85.7	418±90
2	1,179±225	7.3±2.7	11.7±2.6	7.7±1.5	65.2	383±85
3	949±305	4.5±1.4	11.4±2.4	11.4±1.7	71.4	128±39
7	250±70	-	6.5±0.5	4.0±0.0	0.0	-

Addenda to the MS basal medium were as follow : 0.3mg/L NAA and 5.0% kinetin and 5.0% sucrose.

으로 비대가 가장 양호하였다. 인편 발생과 뿌리의 발생은 7% 처리구를 제외하고 모든 처리구에서 양호한 생육 상태를 나타냈고 특히 뿌리의 발달이 처리구에 관계없이 굵고 양호한 결과를 나타냈다.

7% 처리구에서는 기관 분화가 거의 없었으며 발생한 인편도 매우 작아 발달이 미약하였고, 고사율이 50%에 달하여 농도 장애를 일으키는 것으로 관

찰되었다. 또한 특이한 현상은 다른 처리 실험에서 구나 인편의 발생과 동시에 캘러스의 발생을 동반하는데 비해 mannitol 처리구에서는 발생한 캘러스의 크기가 상대적으로 매우 작아 기관 생육, 특히 구의 발달에 효과적인 현상을 관찰할 수 있었다.

생장 억제제가 구의 발생 및 비대축진에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험의 결과는 표 6. 과 같다. B-

Table 6. Effect of growth inhibitors on bulblet formation and growth from bulblet scale culture of *F. thunbergii* after 14-week in culture.

Treatment (mg/L)	Fresh wt. /explant (mg±SE)	No. bulblet /explant (±SE)	No. scales /explant (±SE)	No. roots /explant (±SE)	Bulbing (%)	
Control	979±381	11.0±2.3	10.6±2.5	7.1±2.0	25.0	
B-9	10	1,471±317	4.2±1.0	20.3±3.6	18.6±3.3	71.4
	50	671±184	7.3±1.9	9.4±1.0	9.6±1.4	40.0
	100	1,031±315	10.3±3.1	10.5±1.8	10.7±2.0	100.0
	200	258±61	5.0±0	5.4±0.8	4.8±0.7	22.2
	250	175±33	3.0±0.8	2.5±0.5	4.0±0.7	37.5
Cholomequat	10	948±271	2.0±0	6.3±3.2	12.6±3.0	12.5
	50	1,197±247	9.7±2.0	-	15.3±4.4	78.7
	100	1,153±303	8.7±0.7	2.0±0	16.7±2.0	85.7
	200	886±151	7.4±1.9	-	12.4±1.7	100.0
	250	666±133	7.8±0.8	-	12.0±3.3	100.0

Addenda to the MS basal medium were as follow : 0.3mg/L NAA, 1.0mg/L kinetin and 5.0% sucrose.

9과 Chloromequat 처리 실험에서 모두 50~100mg/L 농도 처리구에서 모든 생육이 양호하였으나, 200mg/L 이상 처리구에서 B-9의 경우 구형성율을 포함한 모든 생육이 불량하였다. Chloromequat의 경우 구의 형성율은 오히려 100%로 높았으나 생성된 구의 크기 및 상태가 불량하였고 인편이 전혀 발생하지 않았다. 또한 뿌리의 발생이 100mg/L 이하 처리구에서 현저히 증가하였고 농도가 높아지면 발생 뿌리의 수는 감소하나 그 길이가 짧아지면서 상당히 굵은 뿌리의 발생이 늘어나는 경향을 나타냈다. 또한 기타 실험에 비해 발생한 자구, 인편과 뿌리에 비해 캘러스의 발생이 증가하여 mannitol 처리 실험과 비교되었다. 전반적으로 50~100mg/L 처리구에서 구의 형성이 현저히 증가하였으나 전반적으로 크기가 작았고, 구 표면의 색이 회색빛을 띄어 양호한 상태는 아니라고 판단되었다.

인편 같은 생장 억제제의 하나인 ABA 처리구에서는 거의 모든 처리구에서 모든 식물체가 고사하였고 고사되지 않은 식물체도 기관 형성이 전혀 이루어지지 않는 결과를 나타냈다.

적 요

패모의 기내 주년 생산 체계를 확립하기 위한 연구의 일환으로 cytokinin이 첨가된 배지에서 배양 방법의 차이가 자구 형성과 비대에 미치는 영향, 배지의 삼투 포텐셜 조절을 위한 mannitol 첨가나 활성 탄소 및 생장 억제제 처리가 기관 형성과 인편 비대에 미치는 영향에 대해서 실험한 결과는 다음과 같다.

1.0mg/L kinetin과 0.3mg/L NAA가 혼용 처리된 MS 고체 배지에서 액체 배지나 액체 현탁배지에서보다 효과적인 자구 성장과 증식율을 나타냈으며, 액체 배지나 액체 현탁처리 배지에서는 비슷한 결과를 나타냈다.

활성 탄소의 농도는 0.01%~0.1% 처리구에서 형성된 자구의 비대가 양호하였고, 0.5% 이상 농도에서는 오히려 생장이 억제되었다.

1~2% mannitol이 첨가된 배지에서 인편으로부터의 자구 형성수 및 구비대가 양호하였으며, 그 이상의 농도에서는 생장에 저해적으로 작용하였다. 생장 억제제인 B-9과 Chloromequat 처리구에

서는 10~100mg/L 처리구에서 자구 발생 및 비대가 양호하였으나, 발생 인편의 생육 상태가 억제되었으며, ABA 처리구에서는 배양 중 인편이 모두 고사하였다.

참고문헌

- Hao, T.R., M.S. Li and Y.W. Wu. 1982. Callus induction and plant regeneration in tissue culture of *Fritillaria pallidiflora*. Acta Bot. Bor-Occ. Sin. 2 : 38~43.
- Paek K.Y and T.A. Thorpe 1990. Hyacinth. In : Handbook of Plant Cell Culture. (P.V. Ammirato, D. A. Evans, W.R. Sharp and Y. P. S. Bajaj, eds.) McGraw-Hill Publishing Company, p. 479~508.
- 백기엽, 유광진, 성낙술, 최인식, 조진태. 1994. 패모의 줄기, 마디, 정단 및 자구인편 배양에 의한 기내 증식. 한국약용작물학회지 2 : 154~161.
- Pierik, R.L.M. and A.J.M. Post. 1975. Rapid vegetative propagation of *Hyacinthus orientalis* L. Sci. Hort. 3 : 293~297.
- Sun, C.S. and D.Y. Wang. 1991. *Fritillaria* spp. (Fritillary) : In vitro culture and the regeneration of plants. In : Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 15. Medicinal and Aromatic Plants III. (Y.P.S. Bajaj, ed.) Springer-Verlag, p. 258~269.
- Wiesma, W.A. 1982. *Fritillaria* in kweekvuize te veermeerderen. Vakbl. Bloem. 73 : 35.
- 유광진, 백기엽, 성낙술, 최인식, 조진태. 1994. 패모의 초기배양과 모구의 저온처리가 자구형성에 미치는 영향. 한국약용작물학회지 2 : 211~218.
- Zhao, G.F., Y. Cao., Y. Wu., F. Fan., L. J. Zhou and W.H. Yang. 1983. Callus induction and organ regeneration in tissue culture of *Fritillaria ussuriensis* Maxim. Chin. Bull. Bot. 1. 2 : 40~41.