

배지, 성장조절물질 및 치상조직이 지황 체세포조직으로부터 식물체분화에 미치는 영향

이화영, 허 권, 김명조, 안상득, 유창연
강원대학교 농업생명과학대학 식물응용과학부

Effects of Medium, Plant Growth Regulators, and Explant Sources on Plant Regeneration of *Rehmannia glutinosa*

H. Y. Lee, K. Heo, M. J. Kim, S. D. Ahn, C. Y. Yu
Division of Applied Plant Science, College of Agriculture and Life Sciences,
Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea

ABSTRACT

When the leaf and stem tissues of *Rehmannia glutinosa* were cultured on MS medium with plant growth regulators, shoots were regenerated on MS medium with TDZ(0.01 to 2.0 μ M), and root initiation was better on MS medium treated with NAA(0.01 to 2.0mg/ l). On B₅ medium, shoot regeneration was better on medium with TDZ than those with Quincrac, NAA, and 2,4-D. The addition of Quincrac, NAA, and 2,4-D inhibited shoot regeneration on MS medium, but promoted shoot regeneration on B₅ medium. Shoot regeneration and growth was better on MS medium with the combination treatments of 2,4-D 0.01mg/ l and TDZ 0.01, 0.1, and 2 μ M compared with other treatments. Also, shoot regeneration and growth on B₅ medium showed the similar results to that on MS medium.

Key words : *Rehmannia glutinosa*, MS, B₅ medium, TDZ.

서 론

지황(*Rehmannia glutinosa*)은 현삼과에 속하는 중국원산의 다년생 숙근성 초본식물로 우리나라에서는 오래전부터 뿌리를 한약재로 이용하였다. 잎은 긴 등근꼴이고 주름이 많이졌으며 엽록은 까실까실하고 온몸에 잔털이 밀생한다. 잎 가운데서 20-30cm 정도의 꽃대가 나와서 종 모양의 검붉은 꽃이 피는데 결실하지는 않는다(이, 1989). 그러므로 지황의 번식은 분근 또는 어린 뿌리로 이루어지므로 번식력이 약하고, 번식용 뿌리를 저장하는 동안 병원균에 의한 오

염등 많은 어려움이 집약재배의 장애요소가 되고 있다(박 등, 1994). 또한 재배적인 방법으로 종근의 굵기, 토양 복토의 깊이가 지황의 수량과 관련한다는 연구보고가 발표되었다(최 등, 1995). 보통 지황은 iridoid, catalpol, leonuride 등과 stachyose, raffinose, sucrose, mannitol, amino acid등을 함유하고 있으며(Hasegawa 등, 1982; Oshio 등, 1995), 한방에서 숙지황과 건지황, 생지황의 형태로 약용으로서 사용된다. 숙지황은 보혈, 강장, 강심, 당뇨병등에 많이 사용하며 생, 건지황은 해열, 해독, 강심, 지혈등의 처방약으로 쓰인다(최 등, 1995). 지황에 대한 기내배양 연구로는 엽육조직에서 multiple shoot유기를 통한 대량증식(Matsumoto등,

1986)과 경정배양에 의한 무병주생산에 관한 연구가 이루어졌으며(Nishioka, 1988) 현탁배양시 배발생 캘러스의 유도에 관여하는 요인들이 연구되었다(채와 박, 1993; 박 등, 1995). 또한 탄소원과 질소원들이 지황의 체세포배 형성에 관여하는 요인들도 보고되었으며(박 등, 1994) 체세포배의 인공종자 개발방법과 순화처리 방법 등의 연구가 활발히 진행되고 있다(박 등, 1995; 박과 채, 1995). 조직배양시 대량증식을 하는데는 여러 요인이 식물체 분화에 영향을 미치나 그중에서도 성장조절물질의 영향이 가장 큰 것으로 보고되고 있다. 줄기분화에는 cytokinin이 중요한 작용을 하는데 thidiazuron(TDZ)과 같이 phenylurea형이 adenine형인 BA나 Kinetin보다 활성이 높은 것으로 보고되고 있다(Mok 등, 1986; Mok 등, 1982). Thidiazuron은 여러 식물종에서 BA나 Kinetin보다 다수의 신초생산에 효과적이라고 보고되었으나(Mok 등, 1982; Suttle, 1984, 1985; Thomas와 Katterman, 1986) 지황의 기내배양시 thidiazuron효과에 대한 보고가 되어있지 않은 실정이다. 따라서 본 실험에서는 TDZ가 지황의 기내배양시 식물체 분화 및 대량생산에 이용될 수 있는가를 조사하기 위하여 실시하였고, 또한 조직배양시 치상부위에 따른 최적치상조직 및 배지의 종류를 조사하고자 실시하였다.

재료 및 방법

기본배지로는 MS배지(Murashige와 Skoog, 1962)와 B₆배지(Gamborg등, 1968) 2종류의 기본배지를 사용하였고, 3% sucrose 와 0.8% agar를 첨가하였다. 배지의 pH는 5.7로 조절하였으며 배지를 배양병에 넣은후 멸균기로 멸균하였다. 치상 재료로는 MS기본배지에서 기내배양되어 성숙되어 있는 지황의 잎조직과 측아를 제거한 줄기 부분을 채취하여 실험재료로 사용하였다. 식물성장조절물질처리는 NAA, 2,4-D, TDZ, Quincrac등 4종류로 하였다. 각각의 배지에 식물성장조절물질 처리별 농도는 각각 0.01, 0.1, 2mg/l로 하였으며, 2,4-D와 TDZ를 MS배지와 B₆배지에 각각 조합처리를 하였으며 배양병에 치상하였다. 치상된 배양병은 16시간 일장, 25℃ 배양실에서 30일, 45일 단위로 신초수, 신초장, 근수, 근장을 각각 조사하였다.

결과 및 고찰

지황의 잎조직과 줄기조직을 여러가지 성장조절물질이 첨가된 MS배지에 치상하였을때 Quincrac, NAA, 2,4-D에서 보다 TDZ에서 많은 신초분화가 일어났다(표1).

신초수에서는 줄기를 치상했을때 현저하게 많은 수가 분화되는 것을 볼 수 있었고 신초장에서도 잎을 치상했을 때보다 줄기를 치상했을 때 성장조절물질의 농도에 관계없이 더 긴 결과를 나타냈다. 지황의 잎조직과 줄기조직을 MS배지에서와 같이 여러가지 성장조절물질이 첨가된 B₆배지에 치상하였을 때 Quincrac, NAA, 2,4-D에서보다 TDZ에서 신초분화가 양호하였다. Quincrac처리시 낮은 농도인 0.01mg/l 처리에서는 줄기조직만을 치상하였을 때 줄기분화가 잘 되는 결과를 나타냈다.

MS배지에서와 같이 줄기를 치상했을 때 많은 분화수를 나타냈고 신초수에 있어서도 잎을 치상했을 때보다 현저한 차이가 있었다. 잎을 치상하였을 때는 TDZ 0.1μM이 첨가되었을 때 MS배지에서 절편당 1.2개, B₆배지에서 0.3개의 신초가 분화된 반면 줄기조직만을 치상하였을 때는 MS배지에서 7.2개, B₆배지에서 2.2개의 신초가 분화되어 지황조직배양에서 치상조직으로는 줄기를 사용하는 것이 효과적이었다. MS배지에서는 TDZ를 제외한 대부분의 호르몬에서 분화 억제현상이 일어나는 것을 볼수 있었는데 B₆배지에서는 Quincrac, NAA, 2,4-D모두 0.01mg/l에서 분화가 일어났다(표1).

본 실험에서 지황의 조직배양에서 TDZ를 사용할 때 다른 종류의 성장조절물질을 사용하는 것보다 신초를 분화시키는데 효과적이었다. TDZ가 분화가 어려운 종의 조직배양에 효과적이라는 것은 많은 연구자들에 의하여 보고되었다. 그 중에서 특히 *P. lunatus* L., *Acer*×*Freemanii*에서 다른 종류의 cytokinin보다 신초수의 분화에 효과적이었다(Capelle 등, 1983; Kerns와 Myer, 1986; Mok 등, 1979). 박과 채(1995)에 따르면 부자의 기내배양에서 MS보다 B₆배지에서 auxin류보다 cytokinin류가 효과적으로 신초형성에 관여하였으며 Yu등(1994)은 알로에의 성장점 배양에서 TDZ 단독처리가 신초형성에 좋은 효과를 나타냈음을 보

Table 1. Effects of medium, growth regulators, and explant sources on the shoot regeneration form *Rehmannia glutinosa* after 30 days.

Growth regulator (mg/ l)	Number of shoot				Shoot length(mm)				
	Leaf explant		Stem explant		Leaf explant		Stem explant		
	MS	B _s	MS	B _s	MS	B _s	MS	B _s	
Quincrac	0.01	0.0±0.0	0.6±0.4	4.4±4.4	0.6±0.6	0.0±0.0	6.8±3.6	19.4±0.4	2.6±2.6
	0.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
NAA	0.01	0.0±0.0	0.3±0.3	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	6.6±6.6	0.0±0.0	0.0±0.0
	0.1	0.1±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.2±0.2	3.3±3.3	0.0±0.0	0.0±0.0	2.0±2.0
	2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
2,4-D	0.01	0.1±0.1	0.3±0.2	1.8±1.4	0.4±0.3	1.3±1.3	8.7±7.3	5.4±3.3	2.6±1.7
	0.1	0.0±0.0	0.1±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	2.2±2.2	0.0±0.0	0.0±0.0
	2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
TDZ (μM)	0.01	1.0±0.4	0.4±0.3	3.2±1.4	2.2±0.9	5.9±2.6	3.8±2.6	12.4±5.1	10.0±5.0
	0.1	1.2±0.3	0.3±0.3	7.2±0.9	2.2±0.8	11.1±3.3	3.6±3.6	24.0±2.5	14.4±10.2
	2.0	0.2±0.1	1.1±0.6	6.4±1.3	6.2±0.5	3.2±2.2	8.5±4.3	15.6±5.1	24.0±1.1
LSD	5%	0.5	0.7	2.2	1.2	4.8	9.8	7.1	9.7

Table 2. Effects of medium, growth regulators, and explant sources on the root regeneration form *Rehmannia glutinosa* after 30days

Growth regulator (mg/ l)	Number of root				Root length(mm)				
	Leaf explant		Stem explant		Leaf explant		Stem explant		
	MS	B _s	MS	B _s	MS	B _s	MS	B _s	
Quincrac	0.01	0.0±0.0	0.7±0.5	0.0±0.0	0.8±0.8	0.0±0.0	6.5±4.7	0.0±0.0	1.0±1.0
	0.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	2.0	0.0±0.0	0.2±0.2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.7±0.7	0.0±0.0	0.0±0.0
NAA	0.01	0.3±0.2	0.4±0.4	0.8±0.6	1.0±1.0	1.0±0.7	5.5±5.5	3.5±3.5	3.4±3.4
	0.1	0.3±0.3	2.4±0.9	0.0±0.0	0.0±0.0	2.8±2.8	20.9±7.4	0.0±0.0	0.0±0.0
	2.0	20.8±1.3	3.9±1.3	0.0±0.0	0.0±0.0	13.9±1.5	8.4±2.8	0.0±0.0	0.0±0.0
2,4-D	0.01	0.4±0.4	1.5±0.6	0.2±0.2	0.6±0.6	1.4±1.4	12.4±5.7	2.8±2.8	1.2±1.2
	0.1	0.0±0.0	1.2±0.4	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	7.3±2.6	0.0±0.0	0.0±0.0
	2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
TDZ (μM)	0.01	0.0±0.0	0.3±0.3	0.0±0.0	1.8±1.6	0.0±0.0	2.7±2.7	0.0±0.0	10.2±6.3
	0.1	0.0±0.0	1.6±1.6	0.0±0.0	3.2±3.0	0.0±0.0	5.2±5.2	0.0±0.0	12.8±10.5
	2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
LSD	5%	1.7	1.7	0.5	2.8	2.8	9.5	3.7	10.5

고하였다. 따라서 지황의 조직배양에는 치상조직을 줄기로 하는 것이 적당하였으며 MS 배지보다는 B₅ 배지가 식물체 분화와 생장에 더 적합하다고 판단되었다.

뿌리분화는 신초분화가 잘되었던 TDZ첨가배지에서와는 달리 NAA가 첨가된 배지에서 잎조직을 치상했을 때 분화가 많이 일어났다(표2).

또한 NAA의 농도가 0.01mg/l에서 2mg/l로 증가함에 따라 뿌리의 수와 길이도 비례적으로 증가하였다. 2.4-D에서도 미약하나마 뿌리의 분화를 보였으며 0.01mg/l에 잎조직을 치상하였을 때 NAA보다도 높은율을 나타냈다. 하지만 다른 식물생장조절물질에서는 신초나 뿌리에서 대부분 분화가 억제되는 현상을 보였다.

Auxin류의 식물생장조절물질이 기내배양시 줄기의 분화 및 생장을 억제하고 뿌리분화를 촉진한다는 결과가 송 등(1994)의 연구에서 보고되었으며 Thidiazuron (N-phenyl-N'-1.2.3-thidiazol-5yl-urea)이 다른 cytokin류보다 줄기분화에 더 효과적이라는 보고가 사과(Nieuskerik 등, 1986), 까마중(Yu 등, 1994)의 배양에서 이루어졌다. 본 실험에서도 Auxin계통은 줄기의 분화를 억제하였으며, 뿌리의 분화를 촉진하

는 결과를 보여 다른 연구자들의 결과와 일치하였다.

B₅배지에서의 뿌리분화는 NAA, TDZ 모두 분화가 잘 되는 것을 볼 수 있었다. 근장에서는 잎조직을 치상한 NAA와 줄기조직을 치상한 TDZ에서 분화된 뿌리의 길이가 길었다. 하지만 MS배지와는 달리 B₅배지에서는 Quincrac과 2.4-D에서도 뿌리분화가 일어났다(표2). 따라서 지황의 뿌리분화시에는 MS배지보다 B₅배지가 더 효과적이었다.

2.4-D와 TDZ생장조절물질을 조합처리한 MS배지에 지황의 잎과 줄기조직을 치상한 결과 신초수와 길이는 2.4-D 0.01mg/l와 TDZ 0.01, 0.1, 2mg/l의 조합처리에서 가장 많은 신초수와 가장 긴 길이를 나타냈다(표3). 그 중에서도 가장 분화가 잘 되었던 식물생장조절물질 처리는 2.4-D 0.01mg/l와 TDZ 0.1mg/l이었으며 잎조직부위 치상시 절편당 2.3개, 줄기조직편 치상시는 2.5개가 분화되었다. 그러나 줄기길이는 잎조직을 치상하였을 때가 20.8mm, 줄기조직편 치상시 11.0mm보다 더 생장이 좋은 결과를 보였다. 하지만 줄기를 치상한 2.4-D 0.1mg/l와 TDZ 2.0mg/l를 제외한 나머지 호르몬 처리에서는 분화가 억제되었다.

2.4-D와 TDZ호르몬을 조합처리한 B₅배지에 지황의 잎과 줄기조직을 치상한 결과 신초수와 길이는

Table 3. Effects of medium, growth regulators, and explant sources on the shoot regeneration form *Rehmannia glutinosa* after 30days

Growth regulator		Number of shoot				Shoot length(mm)			
		Leaf explant		Stem explant		Leaf explant		Stem explant	
2.4-D (mg/l)	TDZ (μM)	MS	B ₅	MS	B ₅	MS	B ₅	MS	B ₅
0.01	0.01	0.3±0.3	---	2.3±1.0	---	6.0±6.0	---	12.8±5.8	---
	0.1	2.3±0.5	0.6±0.2	2.5±1.0	2.6±1.2	20.8±3.4	4.2±2.0	11.0±3.8	13.2±5.0
	2.0	1.0±1.0	3.0±3.0	1.5±1.0	2.6±0.5	4.5±4.5	2.0±2.0	15.8±9.1	19.8±3.7
0.1	0.01	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	0.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.5±0.5	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.3±1.3	0.0±0.0
2.0	0.01	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	---	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	---
	0.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
LSD	5%	1.0	2.9	1.8	1.3	7.1	2.7	11.5	6.0

MS배지에 치상했을 때와 마찬가지로 2.4-D 0.01mg/l와 TDZ 0.1, 2.0mg/l의 조합처리에서 신초분화가 잘 일어났다(표3). 본 실험의 결과 Auxin계통인 2.4-D의 농도가 0.01mg/l에서 0.1, 2.0mg/l로 증가함에 따라 신초의 분화가 전혀 이루어지지 않았으며, TDZ 또한 농도가 높아짐에 따라 신초분화가 억제되는 결과를 보였다. 따라서 지황의 기내배양을 이용한 종묘의 대량생산에는 낮은 농도의 2.4-D 0.01mg/l와 낮은 농도의 TDZ 0.1 μ M이 조합처리 되었을 때가 좋았다. Yu등(1994)은 스테비아의 증식시 낮은 농도의 Auxin과 cytokinin이 조합처리 되었을 때 좋은 결과를 얻었다고 보고 하였다. 또한 알로에 생장점배양(유 등, 1994)에서도 auxin류와 cytokinin류를 조합하였을 때 보다 TDZ 단독처리시 신초분화가 더욱 활발하게 이루어졌다. 따라서 지황에 있어 TDZ 단독처리시 2.4-D와 TDZ를 조합처리 하였을 때 보다 신초분화가 2-3배 정도 더 잘 되었으며 잎조직보다는 줄기조직을 치상부위로 사용하였을 때가 더 높은 줄기분화 및 뿌리의 생장을 보여 지황기내배양에는 줄기를 치상조직편으로 하여 TDZ가 첨가된 배지로 배양하는 것이 적당하리라 사료된다.

적 요

1. 지황의 잎조직과 줄기조직을 생장조절물질이 첨가된 MS배지에 치상하였을 때 Quinac, NAA, 2.4-D에서 보다 TDZ에서 더 많은 신초분화가 일어났다. 뿌리분화는 신초분화가 잘되었던 TDZ에서와는 달리 NAA가 첨가된 배지에서 잎조직을 치상했을때 분화가 많이 일어났다.
2. 지황의 잎조직과 줄기조직을 B₅배지에 치상하였을 때 Quinac, NAA, 2.4-D에서보다 TDZ에서 신초분화가 많이 일어났다. B₅배지에서는 Quinac, NAA, 2.4-D모두 0.01mg/l에서 분화가 일어났다. 뿌리의 분화에서 B₅배지에서는 NAA, TDZ 모두 분화가 잘 되었다. B₅배지에서는 Quinac과 2.4-D에서도 뿌리분화의 효율이 높았다.
3. 2.4-D와 TDZ생장조절물질을 조합처리한 MS배지에 지황의 잎과 줄기조직을 치상한 결과 신초수와 길이는 2.4-D 0.01mg/l와 TDZ 0.01, 0.1,

2(μ M)의 조합처리에서 가장 많은 신초분화수와 길이를 나타냈다. 2.4-D와 TDZ를 조합처리한 B₅배지에 지황의 잎과 줄기조직을 치상한 결과 신초수와 길이는 MS배지에 치상했을 때와 마찬가지로 2.4-D 0.01mg/l와 TDZ 0.1, 2.0(μ M)의 조합처리에서 신초분화가 일어났다.

V. 인 용 문 헌

- Capelle, S. C., D. W. S. Mok, S. C. Kirchner, and M. C. Mok. 1983. Effect of thidiazuron on cytokinin autonomy and the metabolism of N⁶-(Isopenyl)[8-14C]adenosine in callus tissues of *Phaseolus lunatus* L. *Plant Physiol.* 73:796-802.
- 채영압, 박상언. 1993. 지황의 캘러스 유도과 현탁배양에서 체세포배 발생. 약작지 1(2):184-190.
- 최인식, 박재성, 조진태, 손석영. 1995. 지황 재배시 복토 깊이가 수량 및 품질에 미치는 영향. 약작지 3(2):120-124.
- 최인식, 박재성, 조진태, 손석영, 한동호, 정인명, 이정일. 1995. 지황 종근의 굵기와 길이가 수량에 미치는 영향. 약작지 3(3):173-180.
- Gamborg, O. L., R. A. Miller, and K. Ojima. 1968. Nutrient requirements of suspension culture of soybean root cells. *Exp. Cell Res.* 50:151-158.
- Hasegawa T., K. Koike, S. Takahashi and U. Ariyoshi. 1982. Constituents of leaves and roots of Kaikai Jio(*Rehmannia glutinosa* Libosch. formahueichingensis Hsiao) *Shoyakugaku Zasshi.* 36:1-5
- Kems, H. R. and M. M. Myer. 1986. Tissue culture propagation of *Acer* × *Freemanii* using thidiazuron to stimulate shoot tip proliferation. *Hortscience* 21:1209-1210.
- 이창복. 1989. 대한식물도감. 향문사. P680
- Matsumoto, M., M. Nakano, Y. Shoyama and I. Nishioka. 1986. New vegetative propagation method of *Rehmannia glutinosa*. *Shoyakugaku Zasshi.* 40:193-197.
- Mok, M. C., D. W. S. Mok, J. E. Turner, and C. V. Muejer. 1987. Biological and biochemical effects of cytokinin-active pterylurea derivatives in tissue culture systems. *Hortscience* 22 : 1194-1197.
- Mok, M. C., D. W. S. Mok, D. J. Armstrong, K. Shudo,

- Y. Isoga, and T. Okamoto. 1982. Cytokinin activity of N-phenyl-N-1, 2, 3-thidiazol-5-ylurea (thidiazuron). *Phytochemistry* 21:1509-1511.
- Mok, M. C., S. C. Kim, D. J. Armstrong, and D. W. S. Mok. 1979. Induction of cytokinin autonomy by N, N-diphenylurea in tissue cultures of *Phaseolus lunatus* L. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 76:3880-3884.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant* 15:473-497.
- Nieuwkerk, J. P., R. H. Zimmerman, and I. Forman. 1986. Thidiazuron stimulation of apple shoot propagation in vitro. *Hortscience* 21:516-518.
- Nishioka, I. 1988. Clonal multiplication of medical plant by tissue culture. *Shoyakugaku Zasshi.* 42:1-11.
- Oshio H., Y. Naruse, and H. Inouye. 1981. Quantitative analysis of iridoid glycosides of *Rehmannia radix*. *Shoyakugaku Zasshi.* 35, 291-294.
- 박인현, 이상래, 안상득, 송원섭. 1994. 약용식물재배. 선진문화사, pp223-227.
- 박주현, 박상언, 채영암. 1995. 지황의 현탁배양에서 체세포배 형성에 관여하는 요인분석과 체세포배의 Encapsulation. *약작지* 3(2):100-106.
- 박기영, 채영암. 1995. 부자, 지황의 기내증식 기술개발. 농진청과제보고서.
- 박상언, 조동하, 장병호, 안상득, 박철호, 유창연. 1994. 지황의 배발생캘러스 배양에서 탄소원과 질소원이 체세포배형성에 미치는 영향. 강원대학교 농업과학연구소 논문집. 제5집 p150.
- 송원섭, 양승렬, 박충현. 1994. 백도라지 × 더덕의 미숙배주배양에 의한 식물체재생. *약작지* 2(3):219-226.
- Suttle, J. C. 1984. Effect of the defoliant thidiazuron on ethylene evolution from mung bean hypocotyl segments. *Plant Physiol.* 75:902-907.
- Suttle, J. C. 1985. Involvement of ethylene in the action of the cotton defoliant thidiazuron. *Plant Physiol.* 78:272-276.
- Thomas, J. C. and F. R. Katterman. 1986. Cytokinin activity induced by thidiazuron. *Plant Physiol.* 81:681-683.
- Xu, Z. H. 1988. *Rehmannia glutinosa* : Tissue Culture and Its Potential for Improvement. *Biotech. in Agri. and Forestry* volum4. Y.D.S.Bajaj. 501-512p
- 약품식물학연구회지 1993. 신약품식물학. 학창사. p365
- Yu, C. Y., Y. A. Chae, S. D. Ahn, and D. H. Cho. 1994. Effect of thidiazuron on regeneration from Long-term cultured callus of *Solanum* spp. *K. J. Med. Crop Science* 2(1):38-43.
- 유창연, 조혜경, 안상득. 1994. 알로에 성장점배양에 있어 성장조절물질 및 배지가 식물체 분화와 생장에 미치는 영향. *한육지* 26(3):260-264.

(접수일 : 1996년 11월 15일)