

수박의 유묘 정단 배양시 유전적 차이가 기관 형성에 미치는 영향

이현기 · 백기엽*¹ · 서영기 · 리왕영
홍농종묘(주) 육종연구소, ¹충북대학교 농과대학 원예학과

Genotypic Effect of Watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) on Organogenesis from Shoot Tip Culture of Seedlings

Hyun Kii LEE, Kee Yoeup PAEK¹, Young Kii SEO, and Wang Young RHEE

Breeding & Research Station, Hungnong Seed Co., Chungwon, 363-950: and

¹Department of Horticulture, Chungbuk National Univ., Cheongju, 360-763. *Corresponding author.

The genotypic (2n, 3n, 4n) response of watermelon in vitro shoot tip culture was evaluated. Different genotypes had similar response in terms of shoot formation and growth. Shoot formation was better at lower concentration of 0.3 mg/L BA and higher concentration of 5-10.0 mg/L 2iP and kinetin, but growth of newly formed shoot was inhibited. With further subculture, kinetin did not promote shoot formation. Better shoot formation was observed at 0.3-0.5 mg/L BA. Combination of 0.3 mg/L IAA and 0.3-0.5 mg/L BA was effective in shoot multiplication, growth and induction of more internodes. Varying levels of light intensity and agar concentration did not affect the performance of tetraploid plants. Higher light intensity and agar concentrations decreased the number of shoot formed in triploid plants. Growth in both genotype, however, was inhibited. Higher light intensity was found to promote leaf senescence in all genotypes. All growth inhibitors decreased the number of shoots formed and slowed plant growth there by prolonging duration of cultures. Growth inhibitors were also observed to decrease incidence of hyperhydricity in culture. No difference in shoot formation was observed in each of the concentrations used in Ancymidol, TIBA, CCC and PP333. Shoot formation and growth was more inhibited in ABA treatments. Leaf expansion and growth was poor in all treatments.

Key words: hyperhydricity, multiplication, senescence, tetraploid, triploid, growth inhibitor

수박은 세계적으로 보아 채소중에서 3번째로 생산량이 많은 중요한 채소중의 하나이며(Dong and Jia, 1991), 품종도 매우 다양하다. 특히 일본 기하라 생물연구소에서 처음 만들어진 3배체 수박은 동남아시아 지역과 최근 미국 등지에서 경제성이 있어 정착되고 있다. 국내에서는 7~9월에 수확되는 하우스 후작으로 재배되는 것이 바람직하다. 그러나 2배체 수박이 과당 200~500립으로 종자생산이 비교적 쉬우나 3배체 수박의 생산은 과당 10~150립으로 생산량이 적어 종자가격이 비싼 단점이 있다. 따라서 일본에서는 3배체 수박의 조직배양법을 확립하기 위한 많은 실험을 수행중에 있다. 지금까지 수박의 기내 대량번식을 위한 연구는 정단 배양(Anghel and Rosu, 1985; Barnes, 1979; Gray and Elmstrom, 1988)과 자엽이나 배축 절편배양(Anghel and

Rosu, 1985; Dong and Jia, 1991; Compton and Gray, 1993; Halder and Gadgil, 1982)을 통해서 기관형성을 유도한 것이 대부분인데 배수성의 차이가 식물의 재생력에 미치는 영향에 관해서는 많이 보고되어 있지 않다. 또한 자엽이나 배축 조직을 이용했을 경우 재생되는 식물체는 부정아 형성과정을 거침으로써 변이체의 발생위험이 있기 때문에 실용적 목적을 위해서는 정단을 배양재료로 이용하는 것이 바람직하다(Swartz, 1991). 따라서 본 실험은 홍농종묘 육종연구소에서 육성한 배수성이 상이한 수박을 조직배양하였을 때 기관형성에 미치는 개체간 차이를 구명하고, 재종이 어려운 3배체 계통을 기내에서 대량증식 및 유지시켜 실제 농가에 보급할 수 있는 체계를 확립하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

홍농종묘 육종연구소에서 육성한 2배체 신대화(흑피, 이하 HNW-1이라함), 2배체 'Sugar Baby'에 0.1% 콜히친을 처리하여 염색체를 배가시킨 4배체(이하 HNW-2이라함), 그리고 이들 2배체와 4배체를 교잡하여 육성한 3배체 수박(이하 HNW-1 × HNW-2이라함)의 종자를 흐르는 물에 2시간 침지한 후 32°C로 조절된 항온기에서 2일간 보관하면서 최아시킨후 피트모스와 퍼얼라이트(1:2)를 혼합한 파종용 상자에 파종하고 1주일간 암상태의 항온기에서 발아시켰다. 지상부로 노출된 신초는 3,000 lux의 조명하에 25 ± 2°C로 조절된 배양실에서 1주일간 생장시킨 다음 정단을 채취하여 배양재료로 이용하였다. 정단의 표면살균은 Tween 20을 2방울 첨가한 0.8%의 sodium hypochlorite 용액에 10분간 살균한 다음 멸균수로 3회 세척하였다. 표면 살균한 정단은 5mm 크기로 조절된 다음 배지에 접종하였다.

기본배지로는 Bacto아가 0.8%와 3%당을 첨가시킨 MS 배지를 이용하였으며 생장조절제로 0.3 mg/L IAA를 첨가시켰다. 시토키닌의 종류와 농도가 초기 배양한 정단의 기관형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 kinetin, BA 및 2iP를 사용하였으며 농도는 0.3~10.0 mg/L로 하였다. 접종은 100 mL 후라스크당 배양액 30 mL를 분주한 배지에 3~4개의 절편체를 접종하여 5반복 하였다. 이상의 실험에서 신초형성과 형성된 신초의 계대배양에 접합하였던 BA와 kinetin의 농도를 0.3~0.5 mg/L로 조절된 다음 기내 재생된 신초의 정단을 재배양하여 기관형성 정도를 조사하였다. 시토키닌 실험에서 BA 0.3 mg/L 첨가구에서 신초의 형성과 생장이 양호하였으므로 여기에 IAA 농도를 0.3~3.0 mg/L로 구분하여 혼합처리한 다음 기관형성과 생장에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 배양과정 중 재생된 식물체가 투명화 현상을 나타냈기 때문에 이를 방지하기 위하여 광도(500~3,000 lux)와 배지의 Bacto아가 농도(0.4~1.2%)를 달리하여 배양하였을 때 나타나는 기관형성능과 생장상태를 조사하였다. 이상의 실험결과 수박은 기내에서 4주 이상 경과하면 쉽게 노화하는 현상을 나타내어 계대배양을 연장시킬 수 있는 방법이 필요했기 때문에 생장억제제를 배지에 첨가하였다. 생장억제제로는 ABA (abscisic acid), ancymidol, TIBA (2,3,5-triiodobenzoic acid), CCC (2-chloroethyltrimethylammonium chloride) 및 PP-333 (β -[(4-chlorophenyl)methyl]- α -(1,1-dimethylethyl)-1H-1,2,4-triazole-1-ethanol)를 0.24 μ m 멤브레인 필터로 살균한 후 배지에 첨가 하였고 농도 범위는 1~10.0 mg/L로 하였다. 이상의 실험에서 배양실의 온도는 25 ± 2°C로 조절 하였으며 광도는 광도 실험을 제외하고는 형광등(2,000 lux)으로 16시간 조명하였다.

결과 및 고찰

2배체와 3배체의 정단배양시 신초형성수는 대조구에 비해 BA 첨가구에서 현저히 증가 하였는데 유전자형에 관계없이 BA 0.3 mg/L 첨가구에서 8개 이상으로 양호하였으며 그 이상의 농도에서는 기부가 팽대되면서 캘루스화 하는 경향이였다.

특히 2배체에서는 신초의 생장이 억제되어 개개의 신초로 분리하여 계대배양 하는데 어려움이 많았다. 절편체당 신초형성수는 2배체 보다 3배체에서 증가하였다. 뿌리의 형성은 BA 첨가구에서는 전혀 이루어지지 않았고 대조구에서는 100% 뿌리형성이 되었다(Table 1).

Kinetin처리시 BA 효과와는 달리 유전자형에 관계없이 kinetin의 농도가 0.3에서 10.0 mg/L로 증가할수록 신초 형성수도 증가하여 절편체당 평균 5.8개 이상이 형성되었다(Table 2).

유전자형에 따른 kinetin의 기관형성 효과는 거의 차이를 나타내지 않았으며 신초의 생장은 kinetin의 농도가 증가할수록 감소하는 경향이였다. 절편체당 마디수를 보면 3배체나 4배체에 비해 2배체에서 감소하였고, 유전자형에 관계없이 kinetin의 농도가 증가할수록 감소하는 경향이였다. 따라서 마디 형성수는 신초의 생장과 관련이 있어 보였다. Kinetin 처리의 경우 신초형성은 배양한 절편체의 기부가 팽대되면서 발생하는 부정아 기원이라기 보다는 생장 하는 신초의 액아가 발달하여 새로운 신초를 형성하였다. 또한 BA 처리구에 비해 kinetin 처리구에서 발생하는 잎은 넓고 두꺼워지는 경향을 나타내어 투명화 증상을 보였다. 뿌리형성은 kinetin 3.0 mg/L 이하 저농도처리구에서 양호하였으나

Table 1. Effect of BA on organogenesis from shoot tip culture of seedling of diploid and triploid watermelon genotypes after 4 weeks in culture.^a

Geno-type	Ploidy level	Growth regulator (mg/L)	No. shoots /explant (± SE)	Shoot length (cm±SE)	Root formation (%)	Fresh wt. (g±SE)
HNW-1	2n	Control	2.0 ± 0	1.1 ± 0.1	100	0.21 ± 0.04
		BA 0.3	8.3 ± 1.2	1.0 ± 0.2	-	0.52 ± 0.13
		1.0	4.7 ± 0.5	0.7 ± 0.1	-	0.40 ± 0.01
		3.0	4.3 ± 0.5	0.4 ± 0.1	-	0.35 ± 0.04
		5.0	4.7 ± 0.5	0.4 ± 0.1	-	0.51 ± 0.09
		10.0	6.0 ± 0.8	0.4 ± 0.1	-	0.33 ± 0.08
HNW-1 × HNW-2	3n	Control	1.0 ± 0	1.9 ± 0.1	100	1.28 ± 0.05
		BA 0.3	8.7 ± 0.5	0.9 ± 0.2	-	0.61 ± 0.01
		1.0	6.0 ± 0.8	1.1 ± 0.1	-	0.38 ± 0.06
		3.0	5.3 ± 0.9	0.9 ± 0.1	-	0.58 ± 0.01
		5.0	7.3 ± 0.5	0.9 ± 0.1	-	0.67 ± 0.02
		10.0	8.0 ± 0.8	0.9 ± 0.1	-	0.38 ± 0.09

^aAddendum to the MS basal medium was 0.3 mg/L IAA, and the number of explants for each treatment ranged from 15 to 20.

Table 2. Effect kinetin on organogenesis from shoot tip culture of seedling of diploid, triploid, and tetraploid watermelon genotypes after 4 weeks in culture.^a

Geno-type	Ploidy level	Growth regulator (mg/L)	No. shoots /explant (± SE)	Shoot length (cm±SE)	No. nodes /shoot (± SE)	Root formation (%)	Fresh wt. (g±SE)
HNW-1	2n	Control	1.5 ± 0.5	2.0 ± 0.3	3.0 ± 0.6	100	0.22 ± 0.06
		kinetin 0.3	2.3 ± 0.5	5.0 ± 0.6	4.8 ± 0.9	100	0.73 ± 0.13
		1.0	3.3 ± 0.7	2.6 ± 0.7	3.0 ± 0.6	66.7	0.54 ± 0.15
		3.0	3.8 ± 0.4	1.2 ± 0.4	2.0 ± 0.5	33.3	0.57 ± 0.11
		5.0	5.6 ± 1.2	3.3 ± 0.5	3.4 ± 0.8	16.7	0.73 ± 0.08
		10.0	6.0 ± 1.2	1.6 ± 0.3	2.5 ± 0.5	-	0.45 ± 0.09
HNW-1 × 3n	HNW-2	Control	2.0 ± 0	5.0 ± 1.0	5.9 ± 1.2	100	0.36 ± 0.06
		kinetin 0.3	2.0 ± 0	5.3 ± 0.7	5.7 ± 1.4	100	0.44 ± 0.08
		1.0	2.3 ± 0.5	5.1 ± 1.1	5.3 ± 1.1	66.7	0.62 ± 0.12
		3.0	4.0 ± 0.8	4.9 ± 1.2	6.7 ± 1.7	-	0.68 ± 0.07
		5.0	6.3 ± 1.1	4.2 ± 0.5	5.0 ± 1.2	-	0.49 ± 0.05
		10.0	6.8 ± 1.3	2 ± 0.5	3.8 ± 0.4	-	0.46 ± 0.11
HNW-2	4n	Control	1.5 ± 0.4	3.1 ± 0.4	5.6 ± 1.2	100	0.35 ± 0.07
		kinetin 0.3	2.0 ± 0.5	4.5 ± 0.9	7.3 ± 1.3	100	0.70 ± 0.14
		1.0	2.3 ± 0.6	2.2 ± 0.3	6.2 ± 1.7	100	0.59 ± 0.06
		3.0	4.3 ± 1.1	3.6 ± 0.8	5.2 ± 1.3	16.7	0.64 ± 0.05
		5.0	5.7 ± 0.8	2.6 ± 0.5	3.8 ± 0.8	-	0.87 ± 0.18
		10.0	5.8 ± 1.1	1.6 ± 0.3	3.5 ± 0.8	-	0.77 ± 0.07

^aAddendum to the MS basal medium was 0.3 mg/L IAA, and the number of explants for each treatment ranged from 15 to 20.

발생되는 뿌리는 거의 대부분은 생장이 억제되어 짧았고, 절편체에서 직접 유래되기 보다는 대부분 기부에 형성된 캘루스에서 기원되었다.

2iP 처리시에는 kinetin 효과와 마찬가지로 배수성에 관계 없이 0.3 mg/L에서 10.0 mg/L로 농도가 증가할수록 신초형성수도 증가하는 경향을 나타내었고 2배체나 3배체에 비해 4배체에서 약간 증가하는 경향이 있었다(Table 3). 형성된²⁵신초의 생장정도는 저농도에서 고농도로 갈수록 억제되는 현상을 나타내었는데 특히 잎의 전개와 발달이 불량하여 비정상적으로 보였다(Figure 1b). 이러한 현상은 배양일수가 경과 하더라도 회복되지 않아 일종의 성장조절제에 의한 장애 현상이라 간주되었다. 한편 4배체에 있어서는 신초의 기부가 팽대되면서 쪼개어지고, 신초가 비정상적으로 생장되는 현상뿐만 아니라 기부에 다수의 짧은 뿌리가 형성되는 것도 관찰되었다(Figure 1e). 이러한 현상으로 보아 수박 정단배양시 2iP의 첨가는 증식률을 증가시키고 전전한 신초생장을 유도하는 데는 BA나 kinetin에 비해 불량하다는 것을 알 수 있었다. 뿌리형성은 2배체에서는 농도에 관계없이 전혀 이루어지지 않았으나 3배체와 4배체에서는 0.3 mg/L 첨가에서 16.7%와 33.3%가 형성되었는데 생장은 불량하였다.

이상의 실험 결과 유전자형에 따른 기관형성 정도에는 별차이를 나타내지 않았으나 시토키닌의 종류와 농도간에는 현저한 차이가 있었다. 즉 BA는 저농도에서, kinetin과 2iP는 농도가 증가할수록 신초형성수는 증가하나 생장이 심

Table 3. Effect of 2iP on organogenesis from shoot tip culture of diploid, triploid, and tetraploid watermelon genotypes after 4 weeks in culture.^a

Geno-type	Ploidy level	Growth regulator (mg/L)	No. shoots /explant (± SE)	Shoot length (cm±SE)	No. nodes /shoot (± SE)	Root formation (%)	Fresh wt. (g±SE)
HNW-1	2n	Control	1.0 ± 0	0.9 ± 0.1	2.0 ± 0	100	0.34 ± 0.07
		2iP 0.3	4.0 ± 1.0	2.4 ± 0.4	3.8 ± 0.9	-	1.04 ± 0.25
		1.0	4.7 ± 0.5	2.9 ± 0.4	4.3 ± 0.9	-	1.18 ± 0.09
		3.0	3.7 ± 0.5	1.2 ± 0.3	2.3 ± 0.5	-	0.45 ± 0.09
		5.0	4.7 ± 0.9	1.1 ± 0.1	2.3 ± 0.5	-	0.55 ± 0.13
		10.0	5.7 ± 1.4	1.1 ± 0.2	2.2 ± 0.4	-	0.69 ± 0.12
HNW-1 × 3n	HNW-2	Control	1.0 ± 0	2.0 ± 0.3	2.3 ± 0.5	100	0.58 ± 0.14
		2iP 0.3	3.7 ± 0.5	3.1 ± 0.5	2.8 ± 0.4	16.7	0.92 ± 0.23
		1.0	4.7 ± 1.1	2.8 ± 0.2	4.0 ± 0.8	-	0.74 ± 0.14
		3.0	5.5 ± 1.4	2.2 ± 0.2	3.5 ± 0.8	-	0.79 ± 0.11
		5.0	3.7 ± 0.8	1.7 ± 0.2	2.7 ± 0.5	-	0.64 ± 0.08
		10.0	4.2 ± 0.7	1.6 ± 0.3	2.7 ± 0.5	-	0.99 ± 0.10
HNW-2	4n	Control	1.0 ± 0	1.5 ± 0.2	2.6 ± 0.5	100	0.49 ± 0.13
		2iP 0.3	4.2 ± 0.9	3.8 ± 0.8	4.8 ± 0.8	33.3	0.78 ± 0.17
		1.0	5.0 ± 1.0	2.5 ± 0.4	4.2 ± 0.7	-	0.74 ± 0.12
		3.0	5.0 ± 1.2	2.4 ± 0.2	3.5 ± 0.5	-	0.68 ± 0.17
		5.0	6.2 ± 1.1	2.1 ± 0.4	3.7 ± 0.8	-	0.79 ± 0.09
		10.0	5.7 ± 1.3	1.2 ± 0.2	3.0 ± 0.6	-	0.93 ± 0.21

^aAddendum to the MS basal medium was 0.3 mg/L IAA, and the number of explants for each treatment ranged from 15 to 20.

히 억제되고 마디수가 감소하여 제대배양용 절편체를 분리하는데 불리하였다.

그러나 Blackmon과 Reynolds (1982)는 *Citrullus lanatus* 자엽배양시에는 2iP가, 정단 배양시에는 kinetin 0.99~1.99 mg/L (Barnes, 1979)가 신초형성에 효과적이라 하였고, Compton과 Gray(1993)는 수박의 자엽배양시 기관형성을 위해서는 BA를 첨가시켜야만 가능한데 적정농도는 유전자형에 따라 다소 차이가 있다고 하였다. 이러한 결과는 수박에서 채취하는 절편체의 종류에 따라 시토키닌의 종류와 요구도에는 차이가 있다는 것을 의미한다.

한편 kinetin이나 2iP 농도가 증가함에 따라 투명화 현상이 발생하거나 잎의 전개가 불량하였는데 이러한 현상은 타 연구에서도 보고된 바 있다(Compton and Gray, 1993). 일반적으로 정단의 재생력은 채취할 당시 생리적 연령에 의해서 크게 좌우되는데 수박 자엽 절편의 경우 발아 후 5일째 채취하여 배양하는 것이 15일이나 20일 된 유묘에서 채취하는 것보다 효과적이라 하였는데(Compton and Gray, 1993), 본 실험에서도 20일 이상 경과한 유묘에서 절편체를 채취하였을 경우 재생력이 떨어지고 재생에 소요되는 기간이 연장되는 것을 관찰할 수 있었다(결과 생략). 유전자형별 신초 재생력을 보면 2배체에 비해 3배체나 4배체에서 오히려 증가하였는데 이는 여러 가지 식물의 조직배양에서 관찰되는 사실로서(Compton and Veilleux, 1991; Dong and Jia, 1991; Fish and Jones; Frankenberger et al., 1981;

Oridate et al., 1992) 이는 조직배양의 약점이기도 하다. 그러나 이러한 유전자형에 따른 재생력 약화는 재료의 채취 시기, 성장조절제의 조합처리 등에 의해서 극복할 수 있는데(Christianson and Warnick, 1985), Compton과 Gray(1993)는 수박자엽 절편배양시 재생력은 2배체에서 가장 높고 3배체나 4배체로 배수성이 증가할수록 감소 한다고 하였다. 이는 본 실험 결과와는 상이 한데 배양한 절편체의 종류 차이라 생각되며 일반적으로 정단 배양시에는 자엽이나 그 밖의 조직을 배양할 때 보다 유전자형에 따른 재생력의 차이가 적고 변이체의 발생률도 낮다고 알려져 있다(George and Sherrington, 1984).

시토키닌의 종류와 농도 실험에서 신초형성과 마디수 증가에 효과적인 BA와 kinetin을 0.3~0.5 mg/L 첨가한 배지에 기내에서 재생시킨 신초의 정단을 재배양하였을 때 유묘의 정단을 배양했을 때와는 달리 재생된 식물체의 신초를 배양했을 경우 신초 형성수는 BA 처리구에서는 현저히 증가하였으나 kinetin 처리구에서는 2배체에서 농도에 관계없이 평균 1.7개 였고, 3배체와 4배체에서는 1.0개로 거의 신초 증식이 이루어지지 않았다.

그러나 BA 처리구에서는 유전자형에 관계없이 평균 5.7 개 이상의 신초가 증식되었는데 거의 대부분 액아 발생과정을 통하여 형성되는 것이 관찰되었다(Figure 1a). 한편 형성된 신초의 성장정도를 보면 BA 처리구 보다는 kinetin 처

리구에서 증가하였고 발근율도 높았다. 기내에서 수박은 배수체에 관계없이 배양 4주 이상이 경과하면 줄기의 신장이 급격히 이루어지고 7주 정도 경과하면 하부잎의 노화 현상이 관찰되었는데(Figure 1d and e) 이는 기내에서 유지 증식을 목적으로 할 경우 계대배양을 4~5주 간격으로 해주어야 하기 때문에 계대배양을 연장할 수 있는 배지의 조성이나 배양환경에 관해서 앞으로 검토해 볼 필요가 있다고 생각되었다. 재생된 식물체의 정단 배양시 BA가 kinetin에 비해 신초형성에 효과적이었는데 이는 Srivastava 등(1989)이 수박 자엽과 배측배양시에도 BA 처리가 kinetin에 비해서 신초형성 능력이 현저히 높다는 보고와 유사하다. 그러나 유묘에서 채취한 정단을 배양했을 경우에는 kinetin 효과가 인정되지만 재생된 신초를 배양재료로 이용했을 경우 신초

Table 4. Effect of kinetin and BA on organogenesis from shoot tip culture of shoots regenerated from diploid, triploid and tetraploid watermelon genotypes after 4 weeks in culture.^a

Genotype	Ploidy level	Growth regulator (mg/L)	No. shoots /explant (± SE)	Shoot length (cm ± SE)	Root formation (%)	Fresh wt. (g ± SE)
HNW-1	2n	Control	1.0 ± 0	1.7 ± 0.5	100	0.11 ± 0.01
		kinetin 0.3	1.7 ± 0.5	3.7 ± 0.5	100	0.37 ± 0.05
		0.5	1.7 ± 0.5	2.0 ± 0	33.3	0.32 ± 0.01
		BA 0.3	9.3 ± 1.7	2.0 ± 0.4	-	0.65 ± 0.02
		0.5	5.7 ± 0.5	2.2 ± 0.3	-	0.32 ± 0.03
HNW-1 × HNW-2	3n	Control	1.0 ± 0	3.6 ± 0.3	100	0.39 ± 0.05
		kinetin 0.3	1.0 ± 0	4.1 ± 0.3	100	0.40 ± 0.09
		0.5	1.0 ± 0	4.2 ± 0.6	66.7	0.49 ± 0.06
		BA 0.3	6.7 ± 0.5	2.3 ± 0.3	-	0.34 ± 0.07
		0.5	7.0 ± 0.8	2.8 ± 0.2	-	0.62 ± 0.04
HNW-2		Control	1.0 ± 0	2.7 ± 0.6	100	0.17 ± 0.03
		kinetin 0.3	1.0 ± 0	5.4 ± 0.6	100	0.33 ± 0.02
		0.5	1.0 ± 0	4.2 ± 0.2	100	0.34 ± 0.16
		BA 0.3	7.0 ± 0.8	2.4 ± 0.1	-	0.60 ± 0.14
		0.5	7.0 ± 1.4	2.0 ± 0	-	0.70 ± 0.08

^aAddendum to the MS basal medium was 0.3 mg/L IAA, and the number of explants for each treatment ranged from 25 to 30.

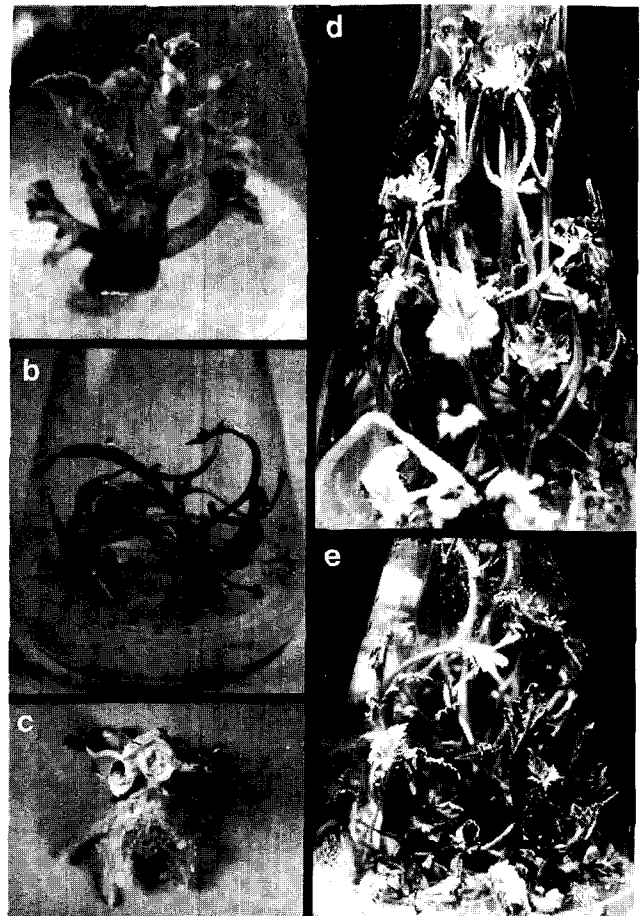


Figure 1. Organogenic pattern according to growth regulators and multiple shoot formation. a = growth of axillary bud in MS medium with 0.3 mg/L BA and 0.3 mg/L IAA in tetraploid, HNW-2. b and c = abnormal growth from shoot tip explant cultured on MS medium containing 0.3 mg/L 2iP. Note inhibited leaf growth in triploid, HNW-1 × HNW-2 and multiple root formation in tetraploid, HNW-2. d and e = multiple shoot formation and subsequent growth of tetraploid, HNW-2(d) and triploid, HNW-1 × HNW-2 (e) on MS medium supplemented with 0.3 mg/L BA and 0.3 mg/L IAA after 7 weeks in culture.

Table 5. Effect of IAA levels on shoot multiplication from shoot tip culture of shoots regenerated from diploid, triploid, and tetraploid watermelon genotypes after 4 weeks in culture.^a

Geno- type	Ploidy level	Growth regulator (mg/L)	No. shoots /explant (± SE)	Shoot length (cm ± SE)	Root formation (%)	Fresh wt. (g ± SE)
HNW-1	2n	IAA 0.0	6.3 ± 0.8	2.40 ± 0.6	4.0 ± 0.8	0.38 ± 0.08
		0.3	6.3 ± 1.1	2.83 ± 0.52	4.7 ± 0.5	0.52 ± 0.06
		0.5	6.8 ± 0.4	2.15 ± 0.27	3.5 ± 0.8	0.59 ± 0.12
		1.0	5.3 ± 0.5	2.83 ± 0.25	4.3 ± 1.1	0.44 ± 0.04
		2.0	4.0 ± 0.7	3.07 ± 0.19	4.8 ± 0.8	0.58 ± 0.04
		3.0	2.3 ± 0.5	2.07 ± 0.09	3.7 ± 0.5	0.25 ± 0.09
HNW-1× HNW-2	3n	IAA 0.0	2.0 ± 0	3.15 ± 0.65	5.0 ± 0	0.34 ± 0
		0.3	6.0 ± 1.4	2.88 ± 0.13	6.0 ± 0.7	0.54 ± 0.05
		0.5	3.7 ± 0.5	2.77 ± 0.21	4.2 ± 0.4	0.54 ± 0.09
		1.0	4.0 ± 0	2.83 ± 0.46	4.2 ± 0.4	0.49 ± 0.06
		2.0	3.5 ± 0.5	3.33 ± 0.12	5.7 ± 0.5	0.43 ± 0.03
HNW-2	4n	IAA 0.0	4.8 ± 0.4	2.25 ± 0.23	4.3 ± 0.4	0.45 ± 0.06
		0.3	6.0 ± 1.2	3.28 ± 0.39	5.8 ± 0.8	0.61 ± 0.09
		0.5	5.0 ± 0.7	2.78 ± 0.28	4.3 ± 0.4	0.56 ± 0.06
		1.0	5.3 ± 0.8	2.68 ± 0.29	5.5 ± 0.5	0.37 ± 0.02
		2.0	3.8 ± 0.8	3.03 ± 0.45	4.5 ± 0.5	0.53 ± 0.04
		3.0	4.3 ± 1.9	2.87 ± 0.45	4.7 ± 0.5	0.33 ± 0.02

^aAddendum to the MS basal medium was 0.3 mg/L BA, and the number of explants for each treatment ranged from 25 to 30.

증식에 효과가 없는 것은 매우 특이한 현상이라 생각되었다.

재생된 정단을 배양재료로 하였을 때 신초증식에 효과적이었던 BA 0.3 mg/L 첨가 배지에 IAA를 농도별로 혼용처리하였을 때 IAA의 농도가 0.3 mg/L 이상 첨가되면 절편체당 신초형성수는 유전자형에 관계없이 감소하는 경향을 나타냈으나 신초의 생장과 절편체당 마디 형성수에는 영향을 미치지 않았다(Table 5).

또한 IAA 농도가 증가하더라도 NAA 처리구에서 관찰되었던 캘러스의 증식(결과 생략)은 이루어지지 않았다. 따라서 예비 실험에서 사용한 NAA의 캘러스 증식에 의한 부정아 발생 기원의 신초형성수를 줄이고 변이체의 발생위험이 적은 액아 발생과정을 통한 신초의 증식을 유도 하는 데는 IAA가 효과적이라 생각되었다. Srivastava 등(1989)도 BA와 NAA 혼용시에는 IAA 혼용처리시 보다 수박 자엽 절편체의 캘러스 생장 및 발근에 효과적이라 하였는데 이는 생장 조절제의 특성상 IAA보다 NAA의 활성이 높기 때문이라 생각되며 BA와 2,4-D를 혼용하더라도 기관형성은 가능하다(Anghel and Rosu, 1985). BA 농도가 0.3~0.5 mg/L 범위 일 때 신초 형성수에는 큰 차이를 나타내지 않았는데 수박 2배 체인 Minilee 품종의 조직배양에서도 BA 5~10 μM 농도 범

Table 6. Effect of light intensity and agar level on shoot multiplication and subsequent growth from shoot tip culture of shoots regenerated from tetraploid, HNW-1, watermelon genotype after 4 weeks in culture.^a

Light intensity (lx)	Agar level (%)	No. shoots /explant (± SE)	Shoot length (cm ± SE)	No. nodes /shoot (± SE)	Root formation (%)	Fresh wt. (g ± SE)	
500	0.4	4.2 ± 1.1	3.6 ± 0.7	3.5 ± 0.76	-	0.92 ± 0.15	
	0.6	5.2 ± 0.7	6.6 ± 1.6	4.7 ± 1.1	-	0.99 ± 0.18	
	0.8	4.8 ± 0.7	5.7 ± 0.4	3.0 ± 0	-	0.79 ± 0.17	
	1.0	6.0 ± 1.0	5.6 ± 0.7	4.7 ± 0.5	16.7	0.71 ± 0.08	
	1.2	5.0 ± 0.8	4.1 ± 1.0	3.8 ± 0.7	-	0.48 ± 0.08	
	1000	0.4	6.5 ± 1.3	4.1 ± 1.1	3.7 ± 0.9	16.7	0.93 ± 0.08
		0.6	5.3 ± 1.6	4.8 ± 1.6	4.0 ± 0.8	16.7	0.65 ± 0.18
		0.8	4.5 ± 0.8	2.4 ± 0.8	4.0 ± 0.8	16.7	0.52 ± 0.11
		1.0	5.8 ± 1.2	3.6 ± 0.9	3.8 ± 0.7	16.7	0.62 ± 0.10
		1.2	5.3 ± 1.1	6.1 ± 1.3	4.7 ± 0.9	33.3	0.56 ± 0.09
		2000	0.4	3.3 ± 0.5	2.4 ± 0.6	4.0 ± 1.0	-
	0.6		2.5 ± 0.5	2.1 ± 0.4	2.7 ± 0.5	16.7	0.61 ± 0.12
0.8	4.3 ± 0.9		1.9 ± 0.4	3.7 ± 0.8	-	0.49 ± 0.04	
1.0	3.2 ± 0.4		2.1 ± 0.5	4.2 ± 1.1	-	0.41 ± 0.08	
1.2	3.0 ± 1.5		3.0 ± 1.5	5.3 ± 1.1	-	0.48 ± 0.10	
3000	0.4		2.8 ± 0.4	1.8 ± 0.3	2.3 ± 0.5	-	0.49 ± 0.08
	0.6		4.0 ± 0.8	2.6 ± 0.5	3.3 ± 0.5	-	0.67 ± 0.15
	0.8		3.7 ± 0.7	2.4 ± 0.5	3.3 ± 0.5	-	0.55 ± 0.12
	1.0		4.2 ± 0.9	2.5 ± 0.5	3.7 ± 0.5	-	0.48 ± 0.90
	1.2		4.7 ± 1.1	2.6 ± 0.5	4.0 ± 0.8	-	0.56 ± 0.08

^aAddenda to the MS basal medium were 0.3 mg/L BA and 0.3 mg/L IAA, and the number of explants for each treatment ranged from 25 to 30.

위에서는 기관형성능이 동일하다고 하였다(Compton and Gray, 1993).

한편 뿌리 형성률은 유전자형에 따른 차이 보다는 생장조절제의 종류와 농도에 따라 차이가 있었는데 이러한 결과는 Compton와 Gray (1993)의 보고와 동일하여 수박의 경우 발근은 유전자형에 크게 지배를 받지 않는다는 것을 알 수 있었다. 이상의 실험에서 기내 재생된 식물체는 투명화 현상을 나타내는 경우가 있었으므로 이를 방지하기 위하여 배지내 아가의 농도를 높이고 광도를 높여 배양해 본 결과 4배체(HNW-2)의 경우(Table 6) 신초 형성수는 배지의 아가 농도보다는 광도에 따라 차이가 있어 광도가 높아질수록 신초형성수는 감소하였다.

신초의 생장은 반고체 배지 상태인 0.4%에서는 오히려 억제되었고 배지의 건조도가 다소 높은 배지에서 생장이 양호한 현상을 나타냈다. 그러나 광도에 따른 성장차이는 심하여 500~1,000 lux의 저광도에서 생장이 촉진되었고 2,000~3,000 lux에서는 거의 비슷한 정도로 생장이 억제되었다. 마디수를 보면 광도나 아가 농도가 관계없이 일정한 경향을 나타내나 3,000 lux에서 약간 감소하는 경향을 나타냈다. 뿌리형성율은 1,000 lux 처리구에서 배지의 아가 농도에 관계없이 16.7%에 달하였다. 생체중을 보면 광도와 아가 농

Table 7. Effect of light intensity and agar level on shoot multiplication and subsequent growth from shoot tip culture of shoots regenerated from triploid, HNW-1 × HNW-2, watermelon genotype after 4 weeks in culture.^a

Light intensity (lx)	Growth regulator (mg/L)	No. shoots /explant (± SE)	Shoot length (cm ± SE)	No. nodes /shoot (± SE)	Root formation (%)	Fresh wt. (g ± SE)
500	0.4	4.4 ± 1.2	4.9 ± 0.8	6.0 ± 1.3	-	0.81 ± 0.23
	0.6	3.6 ± 0.8	3.9 ± 0.8	4.4 ± 1.2	16.7	0.59 ± 0.05
	0.8	5.8 ± 1.5	5.1 ± 0.6	6.0 ± 0.8	-	0.62 ± 0.12
	1.0	4.3 ± 0.9	3.4 ± 0.8	5.5 ± 0.8	-	0.53 ± 0.09
	1.2	4.2 ± 1.1	3.4 ± 0.8	6.8 ± 1.5	-	0.31 ± 0.05
1000	0.4	4.3 ± 0.5	5.5 ± 1.0	6.2 ± 0.9	-	0.95 ± 0.17
	0.6	4.8 ± 0.7	3.7 ± 0.7	5.7 ± 0.9	16.7	0.67 ± 0.13
	0.8	4.5 ± 1.1	3.6 ± 0.2	6.3 ± 1.1	-	0.39 ± 0.08
	1.0	3.8 ± 0.7	3.4 ± 0.6	6.3 ± 1.1	-	0.39 ± 0.08
	1.2	4.5 ± 1.5	3.1 ± 0.4	5.7 ± 0.9	-	0.39 ± 0.09
2000	0.4	5.2 ± 0.7	2.3 ± 0.5	4.7 ± 0.8	50	0.69 ± 0.12
	0.6	3.5 ± 0.5	1.6 ± 0.3	4.0 ± 0.9	-	0.71 ± 0.05
	0.8	4.2 ± 0.7	2.2 ± 0.6	6.0 ± 0.8	-	0.43 ± 0.09
	1.0	3.3 ± 0.5	1.7 ± 0.4	4.8 ± 0.8	-	0.50 ± 0.15
	1.2	3.2 ± 0.5	2.7 ± 0.3	6.3 ± 0.5	-	0.39 ± 0.09
3000	0.4	2.5 ± 0.5	1.5 ± 0.2	5.4 ± 1.0	-	0.84 ± 0.02
	0.6	2.5 ± 1.1	1.4 ± 0.2	4.4 ± 0.5	-	0.48 ± 0.11
	0.8	2.3 ± 0.5	1.4 ± 0.4	4.0 ± 1.0	-	0.34 ± 0.05
	1.0	3.7 ± 0.5	1.3 ± 0.1	4.0 ± 0	-	0.56 ± 0.11
	1.2	3.0 ± 0.6	1.9 ± 0.4	4.0 ± 0.7	-	0.48 ± 0.09

^aAddenda to the MS basal medium were 0.3 mg/L BA and 0.3 mg/L IAA, and the number of explants for each treatment ranged from 25 to 30.

도가 증가할수록 감소하는 경향이였다. 그러나 광도가 높아 질수록 형성된 싹의 노화 현상은 촉진되어 배양 4주후에는 황변 고사하는 잎이 증가하였으나 액아의 발달은 양호 하였다(Figure 2c).

3배체(HNW-1 × HNW-2)의 경우(Table 7) 싹초형성수는 4배체의 실험결과와 유사한 경향을 나타내어 광도가 증가함으로써 싹초형성수는 전반적으로 감소하였는데 특히 3,000 lux에서는 아가 농도에 관계없이 2.3~3.7개 범위로 적었다. 싹초의 성장 정도를 보면 500~1,000 lux 범위에서는 평균 3cm 이상으로 양호하나 2,000 lux 이상에서는 생장이 다소 억제되는 현상을 나타냈고 배지내 첨가되는 아가의 농도에 따른 성장 차이는 크지 않았다(Figure 2d). 마디수를 보면 아가 농도간에는 큰 차이가 없으나 3,000 lux에서는 약간 감소하는 경향이었고 뿌리형성은 광도와 아가 농도가 높을수록 억제되었다. 특이한 것은 광도가 증가할수록 액아의 발달이 양호하여 분지수가 증가하였으며 노화는 빨리 이루어 지나 식물체가 치밀하게 성장하였다(Figure 2b). 이상의 광도와 아가 농도 실험 결과 일반 타 식물에서 관찰되는 투명화 억제 효과는 거의 나타나지 않았으며 광도가 높을수록 노화가 빨리 진행되며 아가 농도가 증가하더라도 성장 차이가 크지 않는 특징을 지니고 있었다. 일반적으로 원에

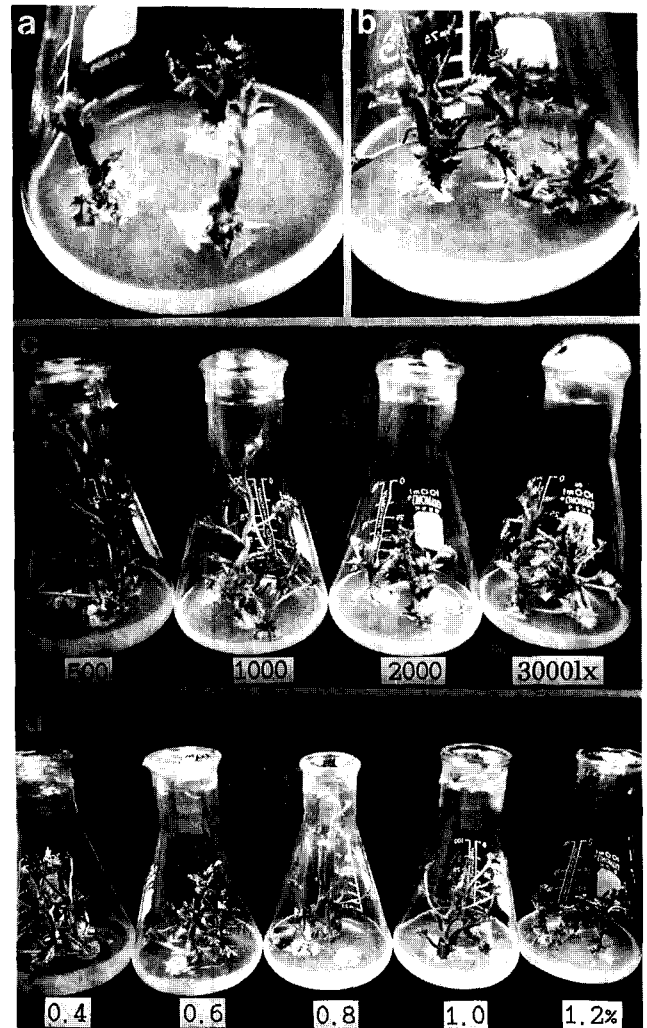


Figure 2. Growth responses of in vitro cultured shoot tips of watermelon. a = inhibited shoot growth by 1.0 mg/L ancimydol in tetraploid, HNW-2. b = multiple shoots formation and compact growth obtained from adventitious bud at base of explant and axillary bud on MS medium with 0.3 mg/L BA at 2,000 lux of light intensity in triploid, HNW-1 × HNW-2. c = effect of light intensity on shoot growth of tetraploid, HNW-2. d = effect of agar concentration on shoot growth of triploid, HNW-1 × HNW-2 after 4 weeks in culture.

식물의 조직배양시 배지의 아가나 당의 농도를 증가시켜 배지의 수분 potential을 증가시키면 생장이 억제되고 계대 배양 기간을 연장시켜 줄 수 있다고 알려져 있다(Paek and Hwang, 1993). 그러나 수박에서는 적용되지 않는 것 같으며 광도와 아가 농도가 증가할수록 투명화 발생율은 감소하여 건전한 식물체를 생산할 수 있다는 사실(Han et al., 1991; Paek et al., 1991; Ziv et al., 1983)과도 상당한 거리가 있는 식물로 간주되었다. 따라서 계대배양 기간을 연장시키고 투명화도 줄일 수 있는 방법을 모색하기 위하여 배지에 성장 억제 물질을 첨가하여 배양해 본 결과, 4배체(HNW-2)의 경우(Table 8) 전반적으로 싹초형성율이 감소되었다.

Table 8. Effect of growth inhibitors on shoot multiplication and growth from shoot tip culture of shoots regenerated from tetraploid, HNW-1, watermelon genotype after 4 weeks in culture.^a

Growth inhibitor (mg/L)	Shoot formation (%)	No. shoots /explant (± SE)	Shoot length (cm ± SE)	No. nodes /shoot (± SE)	Fresh wt. (g ± SE)	
ABA	1.0	100	1.8 ± 0.4	1.1 ± 0.3	23 ± 0.5	0.30 ± 0.08
	3.0	83.3	2.4 ± 0.5	0.7 ± 0.2	1.2 ± 0.4	0.12 ± 0.03
	5.0	100	1.7 ± 0.5	0.4 ± 0.1	1.2 ± 0.4	0.08 ± 0.01
	10.0	66.7	1.3 ± 0.4	0.4 ± 0.1	1.0 ± 0	0.07 ± 0.01
Ancy-midol	1.0	83.3	2.6 ± 0.5	1.4 ± 0.3	2.8 ± 0.8	0.42 ± 0.09
	3.0	50	3.0 ± 0	1.4 ± 0.4	3.3 ± 0.5	0.28 ± 0.06
	5.0	66.7	2.5 ± 0.5	1.4 ± 0.3	2.5 ± 0.5	0.43 ± 0.08
	10.0	50	2.3 ± 0.9	0.9 ± 0.1	2.0 ± 0	0.35 ± 0.07
TIBA	1.0	66.7	2.0 ± 0.7	1.2 ± 0.3	2.7 ± 0.5	0.39 ± 0.07
	3.0	50	3.3 ± 0.5	1.3 ± 0.6	2.7 ± 0.5	0.23 ± 0.06
	5.0	33.3	2.0 ± 0	0.5 ± 0.1	2.0 ± 0	0.10 ± 0.01
	10.0	33.3	1.5 ± 0.5	1.3 ± 0	3.0 ± 0	0.10 ± 0.01
CCC	1.0	100	3.3 ± 0.4	1.4 ± 0.2	2.5 ± 0.5	0.37 ± 0.05
	3.0	83.3	2.0 ± 0.6	0.4 ± 0.1	1.4 ± 0.5	0.30 ± 0.04
	5.0	83.3	3.0 ± 0.6	1.7 ± 0.2	4.2 ± 0.8	0.39 ± 0.06
	10.0	66.7	1.8 ± 0.4	1.2 ± 0.2	2.5 ± 0.5	0.36 ± 0.07
PP333	1.0	50	2.3 ± 0.5	0.9 ± 0.1	2.0 ± 0	0.21 ± 0.05
	3.0	50	1.7 ± 0.5	1.2 ± 0.2	3.0 ± 0	0.13 ± 0.03
	5.0	83.3	2.2 ± 0.4	0.8 ± 0.1	2.2 ± 0.4	0.27 ± 0.04
	10.0	50	2.0 ± 0	1.00 ± 0	1.5 ± 0.5	0.33 ± 0.13

^aAddenda to the MS basal medium were 0.3 mg/L BA and 0.3 mg/L IAA, and the number of explants for each treatment ranged from 25 to 30.

특히 ABA나 CCC 처리구에 비해 Ancmydol, TIBA 및 PP333 처리구에서 신초형성율이 낮았으며 신초형성수도 현저히 감소하는 경향을 나타냈다. 절편체당 신초형성수는 생장억제제의 종류에 관계없이 고농도인 10 mg/L 첨가 배지에서 억제되었는데 특히 ABA나 TIBA 10.0 mg/L 처리구에서 1.3개와 1.5개로 타 처리구에 비해 억제되는 정도가 심하였다. 신초의 생장은 억제제 가운데 ABA 3.0 mg/L 이상 처리구에서 현저히 억제되는 현상을 나타내었으며 그 밖의 억제제 처리구에서도 1.5 cm 이상 생장이 이루어지지 않았다. 특이한 것은 억제제를 처리했을 경우 시토키닌 처리시와는 달리 생장이 억제되면서 줄기의 비대화가 이루어지고 잎의 전개나 발달이 불량하였다는 점이다(Figure 2a). 마디수는 생장이 불량하였던 ABA 처리구에서 가장 적었고 나머지 억제제 처리구에서는 2개 내지 3개의 마디 형성수를 나타내었다.

3배체(HNW-1 × HNW-2)의 경우(Table 9) 생장억제제의 종류나 농도에 관계없이 신초형성률이 50% 이상 달하여 4배체와 거의 비슷한 양상을 나타냈다. 신초형성수와 생장정도를 보면 생장조절제의 종류나 농도에 큰 차이를 나타내지 않고 심하게 억제되는 현상을 나타냈고 그 중에서도 ABA 3.0 mg/L 이상에서 억제정도가 심했다.

Table 9. Effect of growth inhibitors on shoot multiplication and growth from shoot tip culture of shoots regenerated from triploid, HNW-1 × HNW-2, watermelon genotype after 4 weeks in culture.^a

Growth inhibitor (mg/L)	Shoot formation (%)	No. shoots /explant (± SE)	Shoot length (cm ± SE)	No. nodes /shoot (± SE)	Fresh wt. (g ± SE)	
ABA	1.0	50	2.3 ± 0.5	0.8 ± 0.1	4.3 ± 0.5	0.19 ± 0.03
	3.0	50	1.3 ± 0.4	0.5 ± 0.1	1.0 ± 0	0.15 ± 0.03
	5.0	50	1.0 ± 0	0.5 ± 0.1	1.5 ± 0.5	0.13 ± 0.03
	10.0	50	1.7 ± 0.2	0.5 ± 0	1.0 ± 0	0.08 ± 0.01
Ancy-midol	1.0	100	1.8 ± 0.4	0.8 ± 0.1	1.8 ± 0.4	0.37 ± 0.08
	3.0	83.3	2.5 ± 0.5	2.0 ± 0	3.0 ± 0.2	0.18 ± 0.03
	5.0	66.7	1.7 ± 0.3	1.6 ± 0.4	2.3 ± 0.9	0.26 ± 0.04
	10.0	83.3	2.6 ± 0.6	1.8 ± 0.2	3.3 ± 0.8	0.40 ± 0.08
TIBA	1.0	83.3	1.0 ± 0	0.3 ± 0	1.0 ± 0	0.15 ± 0.04
	3.0	83.3	1.8 ± 0.4	1.0 ± 0.1	1.8 ± 0.4	0.35 ± 0.08
	5.0	66.7	3.0 ± 0.7	1.4 ± 0.1	3.7 ± 0.5	0.26 ± 0.06
	10.0	83.3	2.0 ± 0	1.3 ± 0.3	2.8 ± 0.4	0.20 ± 0.02
CCC	1.0	66.7	1.5 ± 0.4	1.4 ± 0.2	2.0 ± 0	0.27 ± 0.05
	3.0	83.3	2.0 ± 0.4	1.9 ± 0.4	3.3 ± 0.5	0.34 ± 0.05
	5.0	100	2.7 ± 0.5	1.1 ± 0.3	2.5 ± 0.5	0.27 ± 0.06
	10.0	50	2.7 ± 0.5	1.6 ± 0.1	3.0 ± 0	0.26 ± 0.02
PP333	1.0	66.7	3.0 ± 0.7	1.5 ± 0.1	3.3 ± 0.5	0.32 ± 0.08
	3.0	33.3	1.0 ± 0	0.6 ± 0.1	1.5 ± 0.5	0.26 ± 0.06
	5.0	100	1.4 ± 0.4	0.4 ± 0.1	1.5 ± 0.5	0.25 ± 0.05
	10.0	66.7	3.0 ± 0	1.1 ± 0.2	2.3 ± 0.4	0.29 ± 0.05

^aAddenda to the MS basal medium were 0.3 mg/L BA and 0.3 mg/L IAA, and the number of explants for each treatment ranged from 25 to 30.

한편 생장억제제의 첨가는 광도나 아가 농도의 증가보다는 신초의 생장과 잎의 발달에 더 억제적으로 작용하여 외견상 투명화가 방지되는 것 같았으며 계대배양 기간을 연장하는데 효과적이었는데 이는 TIBA나 CCC를 첨가 하더라도 투명화 방지에는 도움이 되지 않으며(Debergh et al., 1981; Hussey, 1986), 카네이션 조직배양시 CCC, ancymidol, PP-333 및 B-9 처리는 생장만 억제시키고 투명화 방지에는 효과가 없다는 보고(Kim et al., 1988)와는 차이가 있다. 이는 수박 배양시 생장억제제 첨가는 잎의 전개를 상당히 억제하기 때문에 투명화가 발생되지 않는 것처럼 보이며 잎이 전개된 상태에서 억제제를 처리하였을 경우 투명화 방지에 효과가 있는지에 대해서는 의문시 된다. 그러나 억제제 처리로 인하여 생장이 억제되어 계대배양 기간을 연장시킬 수 있고 또한 노화도 방지할 수 있었다.

적 요

배수성이 상이한 수박(*Citrullus lanatus* Thunb.) 2배체, 3배체 및 4배체의 유묘 정단을 배양해 본 결과 배수성 차이가 기관 형성에 큰 영향을 미치지 않았으나 시토키닌의 종

류와 농도에 따라 기관 형성에는 차이가 심했다. BA 처리 시에는 0.3 mg/L의 저농도에서, 2iP 나 kinetin 처리시에서 5~10.0 mg/L 첨가 배지에서 신초형성이 양호 하였으나 생장은 심히 억제되었다. 재생된 신초의 정단을 배양해 본 결과 kinetin은 신초 형성에 거의 효과가 없었고 BA 0.3~0.5 mg/L 첨가구에서 신초증식이 양호하였으며 IAA 0.3 mg/L 와 혼합처리는 신초의 증식과 생장 및 마디수 증가에 효과적이었다. 기내에서 형성되는 신초는 부정아 및 액아 유래였으나 대부분은 액아가 발달하여 신초로 성장하였다. 광도와 아가 농도를 달리하여 배양해 본 결과 4배체는 광도나 아가 농도에 관계 없이 신초형성수가 거의 비슷하였으나 생장은 억제되었으며, 3배체는 광도와 아가의 농도가 증가할수록 신초형성수 및 생장이 감소하였다. 또한 광도가 높아질수록 측지의 발생이 양호하였으나 잎의 노화현상을 나타냈다. 생장억제제의 처리는 신초형성수 및 생장을 현저하게 감소시켜 계대배양 기간을 연장할 수 있었다. Ancymidol, TIBA, CCC, PP333은 처리농도간 신초형성수에 차이를 나타내지 않았으며 억제제 중 ABA 처리구가 신초형성과 생장에 가장 억제적으로 작용하였다. 모든 억제제 처리구에서 잎의 전개와 발달이 불량하였다.

인 용 문 헌

- Anghel I, Rosu A (1985) In vitro morphogenesis in diploid, triploid and tetraploid genotypes of watermelon-*Citrullus lanatus* (Thumb). *Mansf Rev Roum Biol Vega* 30: 43-55
- Barnes LR (1979) In vitro propagation of watermelon. *Scientia Hort* 11: 223-227
- Blackmon WJ, Reynolds BD (1982) In vitro shoot regeneration of *Hibiscus acetosella*, muskmelon, watermelon and winged bean. *HortScience* 17: 588-589
- Christianson ML, Warnick DA (1985) Temporal requirement for phytohormone balance in the control of organogenesis in vitro. *Dev Biol* 112: 494-497
- Compton ME, Gray DJ (1993) Shoot organogenesis and plant regeneration from cotyledons of diploid, triploid, and tetraploid watermelon. *J Am Soc Hort Sci* 118: 151-157
- Compton ME, Veilleux RE (1991) Shoot, root and flower morphogenesis on tomato inflorescence explants. *Plant Cell Tissue Organ Cult* 24: 223-231
- Debergh PC, Harbaoui Y, Lemeur R (1981) Mass propagation of globe artichoke (*Cynara scolymus*): Evolution of different hypothesis to overcome vitrification with special reference to water potential. *Physiol Plant* 53: 181-187
- Dong JZ, Jia SH (1991) High efficiency plant regeneration from cotyledons of watermelon (*Citrullus vulgaris* Schrad). *Plant Cell Reports* 9: 559-562
- Fish N, Jones MGK (1988) A comparison of tissue culture response between related tetraploid and diploid *S. tuberosum* genotypes. *Plant Cell Tissue Organ Cult* 15: 201-210
- Frankenberger EA, Hasegawa PM, Tigchelaar EC (1981) Diallel analysis of shoot-forming capacity among selected tomato genotypes. *Z Pflanzenphysiol* 102: 233-242
- George EF, Sherrington PD (1984) *Plant propagation by tissue culture*. Exegetics Limited
- Gray DJ, Elmstrom GW (1988) Novel process for the accelerated production of triploid seeds for seedless watermelon cultivars. US Patent 5,007,198
- Halder T, Gadgil VN (1982) Morphogenesis in some plant species of the family Cucurbitaceae. In AN Rao, ed, pp 98-103
- Han BH, Paek KY, Choi JK (1991) Prevention of vitrification of *Gypsophila paniculata* regenerated in vitro. *J Kor Soc Hort Sci* 32: 518-524
- Hussey G (1986) Problems and prospects in the in vitro propagation of herbaceous plants. In LA Withers, PG Alderson, eds, *Plant tissue culture and its agricultural applications*, Butter worths, pp 69-84
- Kim KW, Byun MS, Kang MS (1988) Effect of ABA and agar on preventing vitrification in carnation plantlets cultured in vitro. *J Kor Soc Hort Sci* 29: 208-215
- Oridate T, Atsumi H, Ito S, Araki H (1992) Genetic differences in somatic embryogenesis from seeds in melon (*Cucumis melo* L.). *Plant Cell Tissue Organ Cult* 29: 27-30
- Paek KY, Han BH, Choi SL (1991) Physiological, biochemical and morphological characteristics of vitrified shoots regenerated in vitro. *Kor Soc Plant Tissue Cult* 18: 15-162
- Paek KY, Hwang JK (1993) In vitro growth control of horticultural plants by manipulation water potential of media with sucrose, mannitol and agar. In Adapted propagatin techniques for commercial crops of the tropics. Proc Southeast Asia Regional Workshop on Propagation Techniques for Commercial Crops of the Tropics, Vietnam, IFS, pp 126-136
- Srivastava DR, Andrianov VM, Piruzian ES (1989) Tissue culture and plant regeneration (*Citrullus vulgaris* Schrad. cv. Melitopolski). *Plant Cell Rep* 8: 300-302
- Swartz HJ (1991) Post culture behavior: genetic and epigenetic effects and related problems. In PC Debergh, RH Zimmerman, eds, *Micropropagation, Technology and Application*. Kluwer Academic Publishers, pp 95-122
- Ziv M, Meir G, Halevy AH (1983) Factors influencing the production of hardened glaucous carnation plantlets in vitro. *Plant Cell Tissue Organ Cult* 2: 55-65