

양다래 × 다래 클론 118의 엽조직 캘러스를 이용한 세포 현탁배양으로부터 식물체 유도

김용욱*, 문흥규
국립산림과학원 생물공학과

Plant Regeneration from Cell Suspension Culture Using Leaf Callus in *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* Clone 118

Yong-Wook Kim*, Heung-Kyu Moon
Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

ABSTRACT Calli were induced by culturing the leaf segment of *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* clone 118 on MS medium supplemented with 0.5 mg/L 2,4-D, 0.1 mg/L NAA and 0.05 mg/L BA for 8 weeks in light condition. The induced calli were inoculated in liquid MS medium containing 0.5 mg/L 2,4-D, 0.1 mg/L NAA, 0.05 mg/L BA and 3% sucrose to establish cell suspension culture. The cells at the exponential stage and the stationary stage could be observed between 5-11 days and after that 12 days in culture, respectively. The fresh weight of callus induced from the suspended cells did not vary much among the media containing eight different combinations of plant growth regulators tested. The highest frequency of shoot induction (88.3%) was observed in MS medium containing 2.0 mg/L zeatin. Either BA or zeatin mixed with thidiazuron (TDZ) seemed to be effective in shoot induction. The induced shoots were transferred to MS medium containing 0.2 mg/L zeatin for further shoot growth. And then the shoots were transferred to Standardi (ST) medium containing 1.0 mg/L indolebutyric acid (IBA) for rooting. Plantlets could be obtained through cell suspension culture of *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* clone 118.

Key words: Callus & shoot induction, cell growth, hybrid kiwi, plant regeneration

서 론

다래나무속 (*Actinidia*) 식물은 전 세계적으로는 60여종이 분포하며, 그중 양다래 (*Actinidia deliciosa*)는 덩굴수종으로 중국이 자생지로 알려져 있다. 양다래는 주로 온대에서 아열대에 걸쳐 자생하며 키위생산국으로 잘 알려져 있는 뉴질랜드에서는 1906년 중국으로부터 종자를 수입한 것이 재배의 시초이다. 우리나라의 경우 1977년 뉴질랜드로부터 묘목이 도입되어 제주도, 전남 및 경남의 남해안 일대와 최근에는 충남, 경기도 서해안의 일부지역에서도 소규모로 재배되고 있으나 내한성이 약하여 전국적으로

재배할 수없는 실정이다 (Cho et al. 1995).

반면 다래 (*Actinidia arguta*)는 전국 산지에 자생하는 다년생 낙엽 덩굴식물로 내한성이 매우 강하나 소과성이므로 이를 개량한다면 우량한 재배종 과수로 이용될 가능성이 높다. 이에 전국적으로 재배 가능한 양다래×다래 교잡종 (*Actinidia deliciosa* × *A. arguta*)을 육성하게 되었다 (Cho et al. 1995). 이러한 양다래 × 다래 개체를 단시간 내에 널리 보급하기 위한 방법으로는 무성증식 방법 중 삽목과 접목 등이 있지만 아배양 등의 조직배양 기술을 이용하면 단시간 내에 식물체 대량생산이 가능하다 (Moon et al. 2001).

고등식물에 있어 세포배양의 장점은 단세포수준의 세포들을 급속하게 증식시킬 수 있다는 것이다. 최근에는 배발 생캘러스를 이용한 세포배양으로 체세포배 유도를 통한 클론증식 (Ingram and Mavituna 2000; Tonon et al. 2001) 및

*Corresponding author Tel 031-290-1153 Fax 031-290-1020
E-mail: dragonkim@foa.go.kr

식물의 2차 대사산물을 획득하는 수단 (Wang et al. 2004; Zheng and Wu 2004)으로 많은 연구가 이루어지며, 또한 유전적 문제와 같은 기초 연구수단으로도 이용된다.

*Actinidia*속 수종의 조직배양 연구는 Harada (1975)가 마디 및 신초 배양에 의한 증식이 시초이며 그 후 캘러스배양 (González et al. 1995; Moon et al. 2001), 원형질체 배양 (Zhang et al. 1998; Xiao et al. 2004) 및 형질전환 (Uematsu et al. 1991; Janssen and Gardner 1993) 등의 연구가 다수 이루어져 왔다. 그러나 그중 세포로부터 식물체 재분화까지의 기관분화에 관한 연구는 없다.

따라서 본 연구는 양다래 × 다래의 엽조직으로부터 캘러스를 유도하고 그로부터 세포배양을 실시한 후 현탁세포로부터 식물체 생산까지에 가장 효과적인 식물생장조절물질의 종류 및 농도를 구명하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

식물재료

본 실험에 사용된 재료는 국립산림과학원에서 교배시커 육종한 잡종다래 클론 118를 사용하였으며 액아배양을 위한 시료의 소독 및 조제는 다음과 같다. 우선 전정가위로 1~2개의 액아가 포함되게 절단 후 수돗물에 tween 20용액을 2~3방울 첨가 후 흔들어 주면서 2시간정도 세척하였다. 그런 후 무균하에서 70% 에탄올로 1분간 세척한 다음 2% 차아염소산나트륨 (NaClO)용액을 가지가 잠길 정도로 붓고 Triton X-100용액 2~3방울 첨가하여 15분정도 흔들어 주면서 소독하였다. 그 후 멸균증류수로 5차례 깨끗이 세척한 다음 액아배양을 실시하였다. 멸균한 소지의 액아로부터 신초유도는 ST (Standardi 1983) 배지에 3.0 mg/L BA와 0.2 mg/L gibberellic acid (GA₃) 그리고 3% sucrose 및 0.25% gelite를 첨가한 배지에서 이루어졌으며 배양환경은 25°C, 16시간 광주기와 3,000 lux 광도하에서, 새로운 배지로의 계대배양은 4주마다 실시하여 캘러스 유도에 사용될 엽조직을 유도하였다.

캘러스 유도

캘러스 유도는 시험관내에서 4주 정도 생육시킨 기내식물체의 잎을 채취하여 배양재료로 사용하였다. 기내증식된 식물체로부터 채취한 잎은 5 mm의 크기로 절편을 만들어 캘러스유도 배지에 치상하였다. 캘러스유도는 MS (Murashige and Skoog 1962)를 기본배지로 하고 0.5 mg/L 2,4-D, 0.1 mg/L NAA 및 0.05 mg/L BA 를 각각 첨가하고 3% sucrose 및 0.8% agar 가 첨가된 배지에서 이루어졌다. 배양환경은 25°C, 16시간 광주기와 3,000 lux 광도하에서, 계대

배양은 매 4주마다 새로운 배지로 옮겨 캘러스를 유도하였다.

현탁 세포배양

8주간 배양하여 유도된 캘러스를 엽조직과 분리 후 무균 해부용칼 (No 11, FEATHER)를 이용하여 잘게 부순 다음 약 2 g 정도를 MS배지에 0.5 mg/L 2,4-D, 0.1 mg/L NAA 및 0.05 mg/L BA 및 3% sucrose가 첨가된 액체배지 (25 mL)에서 진탕배양을 시작하였다. 진탕배양은 120 rpm, 25°C, 500 lux 조건의 교반기에서 배양하였고, 배양 9일마다 25 mL의 새로운 배지를 첨가하였으며 최초배양 4주 후에는 액체배지를 첨가하여 100 mL로 맞춘 다음 50 mL 씩 나누어 현탁 배양을 재실시하였다. 배양 8주 후에는 10 mL의 현탁세포를 취해 동일조성의 배지 25 mL에 계대배양 하였으며 그 후 9일마다 위와 같은 동일한 조건으로 계대배양 하여 12주간 실시하였다. 세포배양 일수에 따른 packed cells volume (PCV) 및 건중량 측정은 배양 3일 간격으로 약 2주 동안 이루어졌다. 측정시에는 배양세포 10 mL와 액체배지 15 mL를 섞어 배양일수에 따라 조사하였고 PCV 측정은 1,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 세포부피를 측정하였으며 건중량은 80°C에서 24시간 건조시킨 다음 조사하였다.

세포로부터 캘러스 유도

배양된 현탁세포로부터 캘러스유도는 MS기본배지에 2,4-D, NAA 및 BA 등을 첨가하여 총 9조합에서 실시되었으며 각 처리구당 5반복씩 실시하였다 (Table 1). 우선 배양중인 현탁세포를 100 μm nylon 필터에 여과하여 각 7 mL정도 (약 2.5 mL PCV)의 현탁액을 800 rpm, 5분 원심분리 후 pellet에 식물생장조절물질이 없는 MS 액체배지 (3% sucrose)로 세포를 세척한 다음 다시 원심분리한 후 각기 8조합의 액체배지 4 mL씩을 첨가하여 잘 흔들어 고루 섞이게 하였다. 그후 용해된 1 mL agarose (Sigma Type VII, 0.75 %)와 희석된 1 mL (0.4 mL PCV) 현탁세포를 잘 섞어 페트리디쉬 (60×15 mm)에 2 mL씩 치상하였다. 배양물은 25°C, 16시간 광주기와 3,000 lux 광조건하에서 배양하였고 배양 4주 후 처리구당 동일조성의 액체배지 (Table 1)를 1.5 mL씩 첨가하였으며 총 배양 8주 후에는 각 처리구에서 유도된 캘러스를 수거하여 생체중량을 측정하여 현탁세포로부터 캘러스 유도에 영향을 미치는 식물생장조절물질의 종류 및 농도의 효과를 알아보았다.

캘러스로부터 신초유도 및 식물체 재분화

유도된 캘러스를 약 3 mm 정도의 크기로 잘라 사이토키닌 (BA, zeatin, 2iP 및 TDZ) 등 10조합 식물생장조절물질이 첨가된 배지 (Table 2)에 치상하였고 25°C, 16시간 광주

Table 1. Effect of plant growth regulators on callus formation from the suspension cultures of *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* clone 118

Treatment (mg/L)					Callus growth	
2,4-D	NAA	BA	Zeatin	Kinetin	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)
0.1	0.5	0.5			340 ± 32 ^a	116.3 ± 10.4
0.5	0.5	0.5			295 ± 11	103.8 ± 8.4
1.0	0.5	0.5			170 ± 4	68.1 ± 5.3
0.1	0.5		0.5		193 ± 40	69.4 ± 7.8
0.5	0.5		0.5		189 ± 39	68.3 ± 8.4
1.0	0.5		0.5		158 ± 15	61.2 ± 18.7
0.1	0.5			0.5	220 ± 31	111.5 ± 3.3
0.5	0.5			0.5	164 ± 15	69.1 ± 6.3
1.0	0.5			0.5	119 ± 20	39.1 ± 6.9

^a Average ± standard deviation.

Table 2. Effect of cytokinins on shoot formation of the callus derived from suspension cultures of *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* clone 118

Treatment (mg/L)				Organogenesis	
BA	Zeatin	2iP	TDZ	Shoot initiation (%)	No. of shoot per callus
1.0				56.1 ± 3.5 ^a	2.2 ± 0.24
2.0				20.4 ± 1.3	1.4 ± 0.14
5.0				0	0
	1.0			79.2 ± 4.8	1.9 ± 0.15
	2.0			88.3 ± 5.5	3.9 ± 0.36
	5.0			100	3.4 ± 0.28
1.0		1.0		44.8 ± 2.8	1.5 ± 0.16
	1.0	1.0		76.5 ± 4.2	2.4 ± 0.28
1.0			0.5	80.1 ± 4.7	4.4 ± 0.41
	1.0		0.5	84.3 ± 5.1	4.9 ± 0.46

^a Average ± standard deviation.

기와 3,000 lux 광조건 하에서 배양하였다. 배양 4주 후 각 처리구마다 동일조성의 새로운 배지로 계대배양하였고 8주 후에는 각 조합에 대한 싹 및 부정근 형성 등에 관한 식물생장조절물질의 효과를 조사하였다.

캘러스에서 분화된 싹으로부터 발근유도를 위해 싹을 ST배지에 3.0 mg/L BA와 0.2 mg/L GA₃, 3% sucrose 및 0.25% gelrite가 첨가된 배지로 옮겨 4주동안 더욱 증식시켰다. 3~4 cm 정도 건전하게 싹이 생육되면 발근처리를 위해 ST배지에 IBA를 1.0 mg/L를 첨가한 고체배지 (1% sucrose, 0.25% gelrite)에서 4주 정도 배양이 이루어졌으며 배양조건은 25 ± 1 °C, 3000 lux 조명하에서 16시간씩 조사하였다. 2~3cm 길이의 뿌리발생이 싹말단으로부터 확인이 되면 시험관으로부터 꺼내어 흐르는 물에 뿌리에 묻어있는 gelrite 등을 깨끗이 세척한 후 peatmoss:perlite:vermiculite (1:1:1,

v/v)의 혼합토에 이식하였다. 토양 이식 후에는 어린식물체의 습도유지를 위해 투명비닐과 아크릴판으로 덮어 습도를 충분히 유지하였고, 적어도 하루 한 차례씩 관수하여 식물체의 순화를 유도하였다.

결과 및 고찰

캘러스 유도

양다래 × 다래의 엽조직을 MS배지에 0.5 mg/L 2,4-D, 0.1 mg/L NAA, 및 0.05 mg/L BA가 첨가된 캘러스 유도배지에서 배양 4주후에는 엽 절단면과 혹은 엽 주맥을 따라 연녹색 캘러스 형성이 이루어졌으며 캘러스생장은 대체로 왕

성한 편이었다 (Figure 3a). 또한 배지에 접촉한 엽 절편 부위에서도 캘러스 유도가 관찰되었다. 캘러스 유도율은 약 96% 정도 (결과 미제시)로 양호하였으며 새로운 배지로의 계대배양 후 증식 또한 용이하게 이루어졌다.

세포생장량 비교

유도된 연녹색의 캘러스를 절편체로부터 분리하여 증식시킨 후 현탁배양을 실시하였다. 현탁배양 3-4주 후 관찰된 세포의 형태는 5-10개의 세로로 이루어진 세포군을 이루고 있으며 개개의 세포는 뚜렷한 핵과 액포가 가득찬 전형적인 세포형태를 보였고 세포생장도 양호하였다 (Figure 3b). 현탁배양 일수에 따른 세포생장량 측정에서 PCV 및 건조량은 배양 3일마다 증가하는 경향이 있고 배양 5-11일 사이

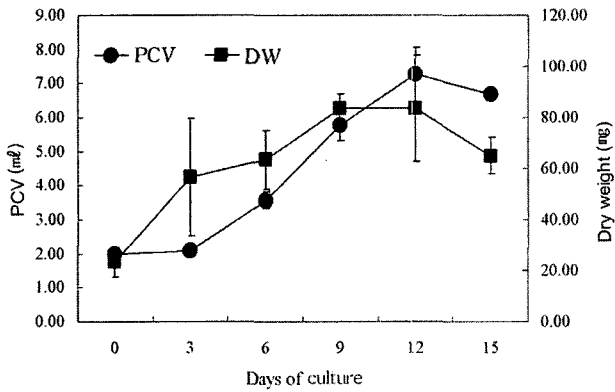


Figure 1. Changes in the packed cells volume (PCV) and dry weight (DW) of *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* clone 118. Data are means of three separate experiments. Bar: standard deviation.

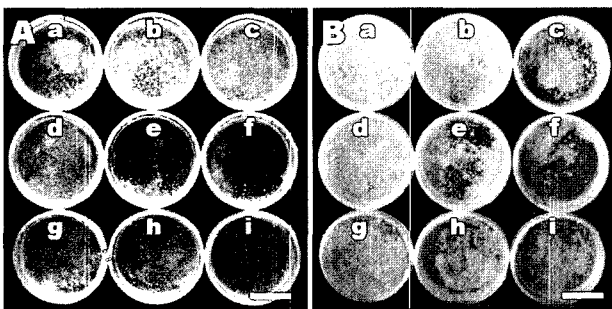


Figure 2. Comparison of effect of plant growth regulators on the callus formation of suspended cells derived from cells suspension in *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* clone 118. These pictures were taken after 4 (A) or 8 weeks (B) in culture, respectively. a: 0.1 2,4-D + 0.5 NAA + 0.5 BA; b: 0.5 2,4-D + 0.5 NAA + 0.5 BA; c: 1.0 2,4-D + 0.5 NAA + 0.5 BA; d: 0.1 2,4-D + 0.5 NAA + 0.5 zeatin; e: 0.5 2,4-D + 0.5 NAA + 0.5 zeatin; f: 1.0 2,4-D + 0.5 NAA + 0.5 zeatin; g: 0.1 2,4-D + 0.5 NAA + 0.5 Kinetin; h: 0.5 2,4-D + 0.5 NAA + 0.5 Kinetin; i: 1.0 2,4-D + 0.5 NAA + 0.5 Kinetin; unit: mg/L (bar=2.5 cm).

에는 대수성장기 (exponential phase)를, 배양 12일 후부터는 성장 정체기 (stationary phase)를 보였다 (Figure 1). 한편 Kumar 등 (1988)은 *Vigna aconitifolia* 유묘 엽조직을 이용한 세포배양 시 6-8일 사이에 대수성장기를, 10-12일에 성장정체기를 보였다고 하였는데 이는 본 연구와 유사한 결과를 보였으며, Teulieres 등 (1989)은 *Eucalyptus gunnii*의 경우 배양 3일 후 2배 세포생장율을 보였다고 보고한 바 있어 식물종, 재료 및 배양 조건 등에 따라 약간씩 세포생장에 차이를 나타낸다고 사료된다.

세포로부터 캘러스 유도

Table 1은 현탁세포로부터 캘러스유도를 위한 옥신류 (2,4-D, NAA) 및 사이토키닌 (BA, Zeatin, Kinetin) 농도별 첨가에 대한 효과를 알아본 것으로서 캘러스 생중량은 0.1 mg/L 2,4-D + 0.5 mg/L NAA + 0.5 mg/L BA의 처리구에서 3.4 g으로 가장 높았다. 그리고 0.5 mg/L 2,4-D + 0.5 mg/L NAA + 0.5 mg/L zeatin (2.95 g) 및 0.1 mg/L 2,4-D + 0.5 mg/L NAA + 0.5 mg/L Kinetin (2.2 g) 처리구 또한 높은 캘러스 생중량을 보였다. Table 1에서와 같이 높은 캘러스 생중량은 첨가된 사이토키닌 종류 보다는 2,4-D의 농도에 더욱 영향을 받는데 특히 양다래 × 다래의 경우 0.5 mg/L 2,4-D 이상의 농도에서는 캘러스 형성에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편 무궁화 ‘개량단심’의 경우 세포로부터 캘러스 유도는 첨가된 2,4-D의 농도가

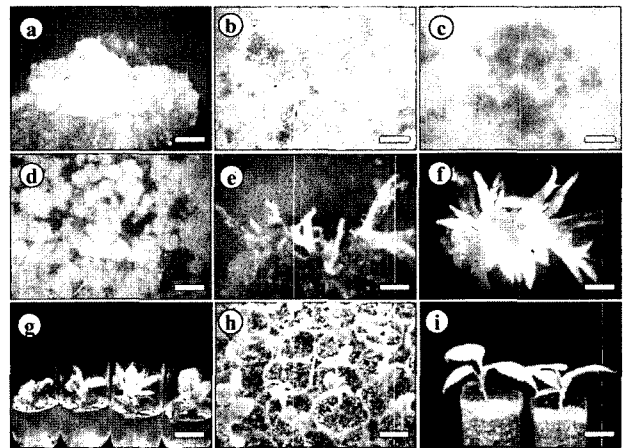


Figure 3. Callus formation from the suspended cells and plant regeneration in *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* clone 118. a: callus formation from leaves (bar= 2 mm), b: suspended cells in liquid medium (bar= 50 μm), c: microcolony formation from cells (bar= 50 μm), d: small callus formation from the microcolony (bar= 6 mm), e: adventitious shoot formation from the callus (bar= 2 mm), f: more developed shoots (bar= 2 mm), g: plantlet formation before rooting (bar= 1.5 cm), h: potted plants showing acclimatization under the culture room circumstances (bar= 3 cm), i: fully-developed plants in pots (bar= 7 cm).

0.1 mg/L 부터 2.0 mg/L에서도 캘러스 생증량이 거의 없었다고 보고 (Kim et al. 1995)하였는데 이는 수종에 따라 적정 2,4-D 농도가 다양하다는 것을 의미한다. 양다래 × 다래에 관한 세포배양의 연구보고는 아직 없는데 *A. deliciosa*의 엽병 유래 원형질체로부터 캘러스유도는 1.0 mg/L 2,4-D + 0.1 mg/L Kinetin에서 이루어져 동일 속내의 수종에서도 다소 차이가 있음을 보여 준다 (Margarida et al. 1991).

현탁세포를 캘러스 유도배지에 치상한 1주 후에는 다수의 세포군으로 이루어진 콜로니형성을 관찰할 수 있었으며 (Figure 3c) 그로부터 유도된 캘러스 색은 대체로 연녹색을 띠었다 (Figure 3d). 또한 식물생장조절물질 종류 및 농도별 배양세포로부터 캘러스형성에 관한 실험의 경우 배양 4주 후의 캘러스형성은 모든 처리구에서 비슷하게 나타났으나 (Figure 2A) 배양 8주 후에는 뚜렷한 차이를 나타내었다 (Figure 2B).

캘러스로부터 신초 및 식물체 재분화

유도한 캘러스 (직경 3~4 mm)는 Table 2에서와 같이 10 조합의 신초배지로 옮겨 그 효과를 조사한 바 최대 신초형성율은 5.0 mg/L zeatin의 단독 처리구 (100%)에서 나타났으며 zeatin 1.0 (79.2%) 혹은 2.0 mg/L zeatin (88.3%) 처리구에서도 높은 신초유도율을 보여 양다래 × 다래의 캘러스로부터 신초유도는 zeatin 첨가가 가장 효과적인 것으로 나타났다. 또한 1.0 mg/L zeatin + 0.5 mg/L TDZ 에서는 84.3 %를, 1.0 mg/L BA + 0.5 mg/L TDZ의 처리구에서 80.1%의 높은 신초유도율을 보여 2종류의 사이토키닌 혼합조합 또한 zeatin의 단독 처리구와 비슷하였다 (Table 2). 그러나 1.0 (56.1%) 및 2.0 mg/L BA (20.4%) 의 단독 처리구 (56.1%)에서는 다른 사이토키닌 처리구에 비해 대체로 그 유도율이 저조하였다. 특히 5.0 mg/L BA의 고농도에서는 신초형성이 전혀 이루어지지 않아 5.0 mg/L zeatin 처리구와는 정반대 결과를 보였는데 이는 양다래 × 다래의 경우 BA 보다는 zeatin 첨가가 신초유도에 효과가 큰 것으로 생각된다. 캘러스당 유도된 평균 신초수의 조사에서는 1.0 mg/L zeatin + 0.5 mg/L TDZ에서 평균 4.9개로 가장 높았고 다음으로 1.0 mg/L BA + 0.5 mg/L TDZ에서도 평균 4.4개로 나타나 신초유도에 효과가 있는 것으로 보였다. 그러나 BA 단독처리구 (2.2개), 1.0 mg/L BA + 1.0 mg/L 2iP (1.5개) 및 1.0 mg/L zeatin 단독처리구 (1.9개)에서는 저조한 신초유도수를 보였으며 그 중 2iP 첨가구는 다른 처리구에 비해 그 효과가 저조하였다.

대개 zeatin 첨가는 양다래의 신초유도에 매우 효과적인 것으로 보고되는데 (Revilla and Power 1988; Pedroso et al. 1992) *A. deliciosa*의 원형질체유래 캘러스로부터 신초유도는 2.0 mg/L zeatin이 효과적인 것으로 보고하고 있으나 (Oliveira and Pais 1991) *A. kolonikta*의 절간조직으로부터

는 2.0 mg/L BA (Kovac 1993)가, *A. deliciosa*의 뿌리조직으로부터 신초유도는 0.5~2.0 mg/L 2iP의 첨가가 효과적인 것으로 보고 (Chiariotti et al. 1991)되고 있다. 따라서 *Actinidia*속내의 수종 및 사용된 식물조직 부위에 따라 신초 유도에는 각기 사이토키닌 종류 및 농도가 상이함을 보여준다.

세포배양으로 유도한 캘러스를 각기 신초유도배지로 이식 2주 후에는 캘러스 표면에 granule형의 부정아가 형성하기 시작하였다. 신초를 형성한 캘러스의 색깔은 점차 녹색을 띠고 딱딱해지는 반면 신초형성이 이루어지지 않은 캘러스는 연노란색을, 그리고 잘게 잘 부서지는 특성을 보여 기관유도 반응에 따라 두 종류의 캘러스간에 형태적인 차이를 뚜렷하게 보였다. 각 처리구에서 유도된 신초 (Figure 3e)는 0.2 mg/L zeatin이 첨가된 MS배지에서 증식이 가능하였으며 (Figure 3f) 줄기로부터 뿌리유도는 ST배지 (Standardi 1983)에 1.0 mg/L IBA가 첨가된 배지에서 이루어져 완전한 식물체로의 재분화가 가능하였다 (Figure 3g). 기내에서 재분화된 식물체는 혼합토가 담긴 포트에 이식시킨 후 4주정도 배양실 환경 (25°C, 3,000 lux, 16시간 광주기)에서 순화과정을 거친 후 (Figure 3h) 더욱 성숙된 포트묘까지 생산이 가능하였다 (Figure 3i).

적 요

Actinidia deliciosa × *A. arguta* clone 118의 엽조직을 0.5 mg/L 2,4-D, 0.1 mg/L NAA 및 0.05 mg/L BA가 첨가된 MS 배지에서 8주간, 광조건하에서 배양하여 캘러스를 유기시켰다. 유도된 캘러스는 현탁배양을 위해 0.5 mg/L 2,4-D, 0.1 mg/L NAA 및 0.05 mg/L BA가 첨가된 액체 MS배지로 접종시켰다. 현탁배양세포의 대수생장기 혹은 성장 정체기 시기는 세포배양 5-11일, 12일경에 각각 관찰되었다. 현탁세포로부터 유도된 캘러스의 생증량은 성장조절물질 조합에 따라서 차이를 보이지 않았다. 가장 높은 신초유도율 (88.3%)은 2.0 mg/L zeatin의 첨가구였으며 TDZ 과 BA 혹은 zeatin이 혼합처리된 처리구에서 또한 신초유도에 효과가 있는 것으로 나타났다. 유도된 신초를 MS + 0.2 mg/L zeatin으로 옮겨 더욱 신초생장을 유도하였으며 발근유도를 위해 1.0 gm/L IBA가 첨가된 St배지로 옮겨다. *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* clone 118의 세포배양으로부터 식물체 재분화까지 가능하였다.

인용문헌

Chiariotti A, Caboni E, Frattarelli A (1991) Shoot regeneration from *in vitro* roots of kiwi. Acta Hort 289: 97-99

- Cho JK, Lee BS, Hong SH, Hur SD, Noh EW (1995) Characteristics of the hybrids *Actinidia deliciosa* × *A. arguta*. For Gen Res Inst Res Note. 51: 8
- González MV, Rey M, Rodríguez R (1995) Plant regeneration from petioles of kiwifruit microshoots. HortSci 30: 1302-1203
- Harada H (1975) *In vitro* organ culture of *Actinidia chinensis* Pl. as a technique for vegetative multiplication. J Hort Sci 50: 81-83
- Ingram B, Mavituna F (2000) Effect of bioreactor configuration on the growth and maturation of *Picea sitchensis* somatic embryo cultures. Plant Cell Tiss Org Cult 61: 87-96
- Janssen B, Gardner RC (1993) The use of transient GUS expression to develop an *Agrobacterium*-mediated gene transfer system for kiwifruit. Plant Cell Rep 13: 28-31
- Kim YW, Youn Y, Noh ER, Song WS (1995) Plant regeneration via cell suspension culture from flower style-derived callus of *Hibiscus syriacus* 'Kaeryangdansim'. Res Rep For Gen Res Inst Korea 31: 134-140
- Kovac J (1993) Micropropagation of *Actinidia kolomikta*. Plant Cell Tiss Org Cult 35: 301-303
- Kumar AS, Gamborg OL, Nabors W (1988) Plant regeneration from cell suspension cultures of *Vigna aconitifolia*. Plant Cell Rep 7: 138-141
- Moon HK, Kwon YJ, Lee BS (2001) Micropropagation of the hybrids of *Actinidia deliciosa* × *A. arguta* by tissue culture. Kor J Plant Tiss Cult 28: 227-230
- Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol Plant 15: 473-497
- Oliveira MM, Pais MSM (1991) Plant regeneration from protoplasts of long-term callus cultures of *Actinidia deliciosa* var. *deliciosa* cv. Hayward (Kiwifruit). Plant Cell Rep 9: 643-646
- Pedroso M, Oliveira MM, Pais MSS (1992) Micropropagation and simultaneous rooting of *Actinidia deliciosa* var. *deliciosa* 'Hayward'. HortSci 27: 443-445
- Revilla MA, Power JB (1988) Morphogenetic potential of long-term callus cultures of *Actinidia deliciosa*. J Hort Sci 63: 541-545
- Standardi A (1983) La micropropagazione nella moltiplicazione dell'actinidia. Frutticoltura 45: 17-22
- Teulieres C, Feuillet C, Boudet AM (1989) Differential characteristics of cell suspension cultures initiated from *Eucalyptus gunnii* clones differing by their frost tolerance. Plant Cell Rep 8: 407-410
- Tonon G, Berardi G, Rossi C, Bagnaresi U (2001) Synchronized somatic embryo development in embryogenic suspensions of *Fraxinus angustifolia*. In Vitro Cell Dev Biol 37: 462-465
- Uematsu C, Murase M, Ichikawa H, Imamura J (1991) *Agrobacterium*-mediated transformation and regeneration of kiwi fruit. Plant Cell Rep 10: 286-290
- Wang YD, Yuan YJ, Wu JC (2004) Induction studies of methyl jasmonate and salicylic acid on taxane production in suspension cultures of *Taxus chinensis* var. *mairei*. Biochem Eng J 19: 259-265
- Xiao ZA, Wan LC, Han BW (2004) An interspecific somatic hybrid between *Actinidia chinensis* and *Actinidia kolomikta* and its chilling tolerance. Plant Cell Tiss Org Cult 79: 299-306
- Zhang YJ, Qian YQ, Mu XJ, Cai QG, Zhou YL, Wei XP (1998) Plant regeneration from in vitro-cultured seedling leaf protoplasts of *Actinidia eriantha* Benth. Plant Cell Rep 17: 819-821
- Zheng Z, Wu M (2004) Cadmium treatment enhances the production of alkaloid secondary metabolites in *Catharanthus roseus*. Plant Sci 166: 507-514

(접수일자 2005년 9월 28일, 수리일자 2005년 12월 2일)