韓資植誌 21(2) : 111~116(2008)
Korean J. Plant Res.

교잡종 블랙베리(*Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L.)의 근맹아 절편체로부터 다경유도를 통한 식물체 재분화

신정순, 이종천*, 심옥경, 윤태영, 조한직, 김이엽
(주)파낙시아 자원식물연구소

Plant Regeneration via Multiple Shoot Formation from Sucker Explant of Hybrid Blackberry (*Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L.)

Jeong-Sun Shin, Jong-Chon Lee*, Ock-Kyeong Sim, Tai-Young Yoon, Han-Jik Cho and Ee-Yup Kim
Panaxia. Co. Ltd 452-32 Jangdong, Deokjingu, Jeonju, Jeonbuk, 561-360, South Korea

Abstract - This study was carried out to induce plant regeneration via multiple shoot formation from sucker explants of *Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L. To induce adventitious shoots, the sucker explants were sterilized in 1.2% sodium hypochlorite (NaOCl) solution, and then were cultured on the full and 1/2 MS solid medium supplemented with BA (0.1, 0.5, 1.0, 2.0㎎ · L^{-1}). After 4 weeks of culture, the highest frequency (83.3%) of shoot formation from sucker explants was obtained from the full MS medium with 1.0㎎ · L^{-1} BA. The highest shoot number (3.7) per explant was obtained from the full MS medium with 0.5㎎ · L^{-1} BA. After 12 weeks of culture, the number of shoots (15.4) per explant was increased. The highest frequency (95%) of root formation was obtained from the 1/2 MS medium, when the explant with shoot were cultured on the full, 1/2 and 1/4 MS medium. The survival rate of the plantlets after transfer to plastic pots containing sand, soil, and vermiculite (1:1:1, vol.) was 95%. The results indicate that multiple shoot procedure can be applied for an efficient mass propagation of *Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L.

Key words - Multiple shoot, 6-benzylaminopurine (BA), Sucker explant, *Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L.

서 언

나무딸기는 장미과(Rosaceae) 나무딸기 속에 속하는 관목성 식물이다. 이 속에는 세계적으로 400여종이 분류되어 있으며 우리나라에서도 20여종이 기재되어 있다. 나무딸기에는 블랙베리(*Rubus fruticosus*), 복분자(*R. coreanus*), 멍석딸기(*R. parvifolius*)등 여러 종류가 있으며 대부분은 가시를 가지고 있다.

나무딸기에는 플라보노이드(Kim *et al.*, 1997) 탄닌(Kim *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 2000) 페놀(Wang and Lin, 2000) 안토시아닌(Wang and Lin, 2000) β-시스토스테롤 등을 함유하고 있다. 동결건조된 열매는 항암작용이 있어 암을 예방하고(Casto *et al.*, 2002; Kresty *et al.*, 2006) 과실추출물은 B형 바이러스의 증식을 억제하며(Kim *et al.*, 1999), 열매와 잎에서 추출된 탄닌화합물, 페놀 그리고 안토시아닌과 플라보놀은 항산화 작용(Kim *et al.*, 2000; Wang and Lin, 2000; Cho *et al.*, 2004)이 있다. 특히 한국산 나무딸기 와인은 지방세포를 감소시켜 콜레스테롤 농도를 낮춤으로써 심혈관 질병을 예방할것이라고 보고 되었고(Choi and Myung, 2005), β-시스토스테롤은 강심, 이뇨, 담즙분비를 촉진하며 사포닌은 거담, 진해 작용을 한다.

외국에서는 이 나무딸기속 식물의 열매가 오래전부터 식음료로 이용되어왔고 그 수요가 많아서 많은 품종들이 개발되어 1,200여종에 이르며 지금도 새로운 품종들이 개발되고 있다. 품종개량되어진 재배종은 크게 라스베리, 블랙베리, 쥬베리 계통으로 구분한다.

나무딸기는 추위에 비교적 약하여 중부이남 특히 전북 고창, 부안, 정읍 등에서 복분자를 널리 재배하고 있으며 복분자주를 생산하여 농가소득에 이바지하고 있다. 앞으로 나무딸기는 생과용이나 가공용으로도 사용되어 더욱 수요가 늘어날 전망이다. 따라서 소비자의 다양한 요구와 묘목을 필요로 하는 농가의 수요를 만족시키기 위해서는 유망한 나무딸기의 번식방법의 개발

*교신저자(E-mail) : jclee7321@hanmail.net

및 이를 통한 묘목의 대량생산이 필수적이다.

나무딸기는 여러 가지 방법으로 번식을 하는데 종자번식을 할 경우에는 배의 발육과 후숙이 잘 이루어지지 않는 결실종자이므로 발아가 잘 되지 않고, 발아가 되더라도 열매의 수확시기가 늦어지며 초기 수확량이 적어지는 단점이 있어 농가에서는 잘 이용하지 않는다. 삽목을 했을 경우 0.3~0.7㎝ 두께의 삽수가 발근이 잘되며 1.0㎝ 이상의 굵은 줄기에서는 발아와 전엽율은 좋으나 발근율은 좋지 않다. 다른 번식방법으로는 은백양, 사시나무처럼 뿌리에서 나오는 근맹아를 이용하거나 빨리 증식시키기 위하여 뿌리를 잘라서 번식시키는 방법도 있다. 일반적으로 전통적인 나무딸기 품종의 개량방법은 자연적, 인위적 수분을 거친 다음(교배육종), 종자를 획득, 파종하여 우수한 개체를 얻고나서(선발육종) 근삽이나 꺾꽂이에 의한 번식을 하는데 이 방법은 얻을수 있는 개체수가 적고, 기간이 오래 걸리는 단점이 있다.

그러나 조직배양기술을 이용하면 위에서 언급한 번식방법의 여러 단점을 극복할수 있다(Bobrowski *et al.*, 1996). 예를 들면 가시없는 나무딸기의 shoot tip을 재료로 여러가지 배지와 호르몬을 사용하여 다경과 발근을 유도하였고(Skirvin *et al.*, 1981), 나무딸기의 뿌리에서 유래한 신초 절편체를 이용하여 다경을 유도하였고(Fernandez and Clark 1991), 잎과 엽병 절편체로부터 다경을 유도한바 있으며(Meng *et al.*, 2004), 기내에서 배양된 잎으로 부터 신초를 재생시켰으며(Turk *et al.*, 1994), 기내의 액아로부터 다경을 유도한바 있다(Debnath, 2004). 이처럼 기존연구에서 다양한 실험재료를 사용하였지만 위의 언급처럼 영양번식 재료로 사용할만큼 생장이 왕성한 근맹아(根萌芽, sucker)를 절편체로 사용한 경우는 블랙베리 품종에서 보고된 경우가 있을 정도로 매우 드물다(Shin *et al.*, 2005).

한편 실험재료로 사용한 *Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L. 교잡 블랙베리 품종은 가시가 없으며 과육이 크고, 과중과 당도가 각각 4.81~8.03g/개, 8~14 brix로 높아서 미래에 각광받을수 있으며 이에 대한 적합한 번식방법이 시급히 필요하다. 그러므로 본 연구는 근맹아 절편 배양을 통한 교잡 품종의 묘목을 대량으로 번식시키기 위한 체계를 확립하기 위해 시도되었다.

재료 및 방법

식물재료

사용된 재료는 2002년부터 (주) 파낙시아 부설농장에서 재배되고 있는 수종의 나무딸기중에서 가시없는 블랙베리 품종(*Rubus fruticosus* L. cul. Black V3)과 가시를 가진 보이센베리 품종(*R. parvifolius* L. cul. Boysenberry)을 교잡하여 그중에서 가시없는 것을 선발육종한 결과 그 특성이 계속 유지되어 이를 교잡종 블랙베리(*Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L.)라 칭하였고 이것의 땅속에서 채집된 근맹아 절편체(약 3㎜)를 본 실험에 사용하였다.

소독방법 및 배양조건

근맹아는 70% EtOH에 1분, 1.2% sodium hypochlorite 용액에 15분간 침적하여 표면살균한 후, 멸균수로 3~4회 세척한 다음 약 5㎜의 크기로 잘라 치상재료로 사용하였다. MS(Murashige and Skoog, 1962) 기본배지에 BA(6-benzylaminopurine) 호르몬을 0.1, 0.5, 1.0, 2.0㎎ · L^{-1} 농도별로 첨가한 다음 pH 5.8로 조정하고 sucrose 30g/L, 한천 7g/L을 첨가한후 121℃, 1.2 기압하에서 15분간 고압 증기멸균하였다. 멸균된 배지를 일회용 배양접시(87×15㎜)에 20mL씩 분주하였고 배지가 굳은후 절편체를 12개씩 치상하여 3반복 배양하였다. 배양은 온도 24±1℃, 광도 46㎛㏖/㎡/sec, 광주기 16/8 시간 조건에서 실시하였다.

근맹아로부터 다경유도 및 신초형성

무균상태의 교잡 블랙베리의 근맹아 절편체를 BA(0.1, 0.5, 1.0, 2.0㎎ · L^{-1})가 첨가된 MS와 1/2 MS 배지에서 4주간 배양하여 다경을 유도하고 그 빈도를 조사하였다. 또한 위에서 얻어진 각각의 신초 절편체를 BA(0.1, 0.5, 1.0, 2.0㎎ · L^{-1})가 첨가된 MS와 1/2 MS 배지에서 4주, 8주, 12주 배양하여 절편당 형성된 신초의 수를 조사하였다.

신초로부터 뿌리 유도 및 순화

신초를 재료로 뿌리발생을 유도하기 위하여, 각각의 신초를 MS, 1/2 MS, 1/4 MS 배지에서 4주간 배양하여 뿌리의 발생율을 조사하였다. 식물체의 토양 순화는 신초와 뿌리가 잘 발달된 정상적인 식물체를 모래, 원예용 상토, 그리고 버미큘라이트가 혼합된 토양(1:1:1, vol.)에 이식하여 실시하였다.

결과 및 고찰

다경형성의 빈도

땅속에서 채집된 근맹아 절편체를 BA 호르몬이 첨가된 MS와 1/2 MS 배지에 치상하여 4주간 배양한 후 다경의 형성률을 조사하였다(Table 1). 본 실험재료로 사용한 근맹아 절편체는 나무딸기를 재료로한 연구에서 거의 찾아볼수 없지만 블랙베리에서의 근맹아 절편체는 겨울과 이른 봄 사이에 사용할수 있는 재료로써 특히 다경의 유도에 매우 적합한 재료로 생각할 수 있다(Shin *et al.*, 2005).

Table 1. Frequency of multiple shoot formation, shoot length and fresh weight from sucker explant of *Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L. after 4 weeks of culture on MS and 1/2 MS containing 0, 0.1, 0.5, 1, 2 ㎎ · L^{-1} BA

Treatment		Shoot formation (%)	Shoot length (㎜)	Fresh weight (g)
MS + BA	0	5.6[c]	10.2[c]	0.04[b]
	0.1	61.1[b]	13.3[bc]	0.05[b]
	0.5	77.8[a]	17.6[abc]	0.06[b]
	1	83.3[a]	21.2[ab]	0.32[a]
	2	80.6[a]	25.0[a]	0.14[b]
1/2 MS +BA	0	0[c]	9.3[c]	0.04[b]
	0.1	51.2[b]	12.7[bc]	0.04[b]
	0.5	66.7[a]	15.1[abc]	0.05[b]
	1	72.2[a]	18.8[ab]	0.21[a]
	2	61.1[ab]	20.5[a]	0.11[b]

[1]Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

또한 BA 0.5, 1.0, 1.5 ㎎ · L^{-1}를 단독 처리했을때 모두 75% 이상의 다경 형성률을 보였다. 그런데 블랙베리(*Rubus fruticosus*)의 다경유도에서 BA를 단독처리한 것이 IBA (indole-3-butyric acid)와 BA를 복합처리한 것보다 높으며 모두 90% 이상의 형성률을 보여주었고(Shin *et al.*, 2005), 여러 품종의 블랙베리를 재료로 한 연구에서 BA의 단독 처리는 BA와 다른 호르몬의 복합 처리보다 신초 증식률이 높았는데 (Bobrowski *et al.*, 1996), 이것은 대부분 식물의 기내증식에 있어서 신초의 유도 및 증식은 처리된 싸이토키닌의 영향을 크게 받으며 BA의 처리가 가장 주효하다는 보고(Cuenca *et al.*, 1999; Han *et al.*, 2004b)와 일치하지만, TDZ가 BA보다 더 효과가 높다는 보고도 있다(Turk *et al.*, 1994). 또한 블랙베리의 5품종 사이에서도 다경 증식률의 차이가 있는데(Bobrowski *et al.*, 1996), 이는 기본적으로 종과 품종의 차이에 기인하는 것으로 보인다.

본 실험결과 전반적으로 MS 배지는 1/2 MS 보다 다경 형성률이 높은 경향을 나타냈지만 Peace 포플러에서는 TDZ를 첨가한 1/2 MS 배지가 MS 보다 더 높은 다경 형성 빈도를 나타냈으며(Kang *et al.*, 2004), 나무딸기의 여러 품종에서는 MS 배지와 1/2 MS 사이에 유의한 차이가 없다는 보고도 있어서(Turk *et al.*, 1994) 좀더 자세한 연구가 필요하다. 그리고 산사나무의 다경 유도시 LS 배지는 WPM과 MS 배지보다 다경 형성률이 높아서(전북 진안군 농업기술센터, 2003) 배지의 희석과 종류에 따라 다경 형성의 차이가 있다는 것을 나타내준다.

절편당 형성된 신초의 수

기내에서 유도된 다경의 신초 절편체를 재료로 BA 호르몬이 첨가된 MS(Fig. 1)와 1/2 MS 배지(Fig. 2)에서 4, 8 그리고 12주 동안 형성된 절편당 신초의 수는 다음과 같다. 전체적으로 볼 때 배양기간과 상관없이 MS 배지가 1/2 MS 배지보다 절편당 신초수가 약간 높은 경향을 나타내었는데 나무딸기의 여러 품종을 재료로 사용한 연구에서도 MS 배지가 1/2 MS 배지보다 절

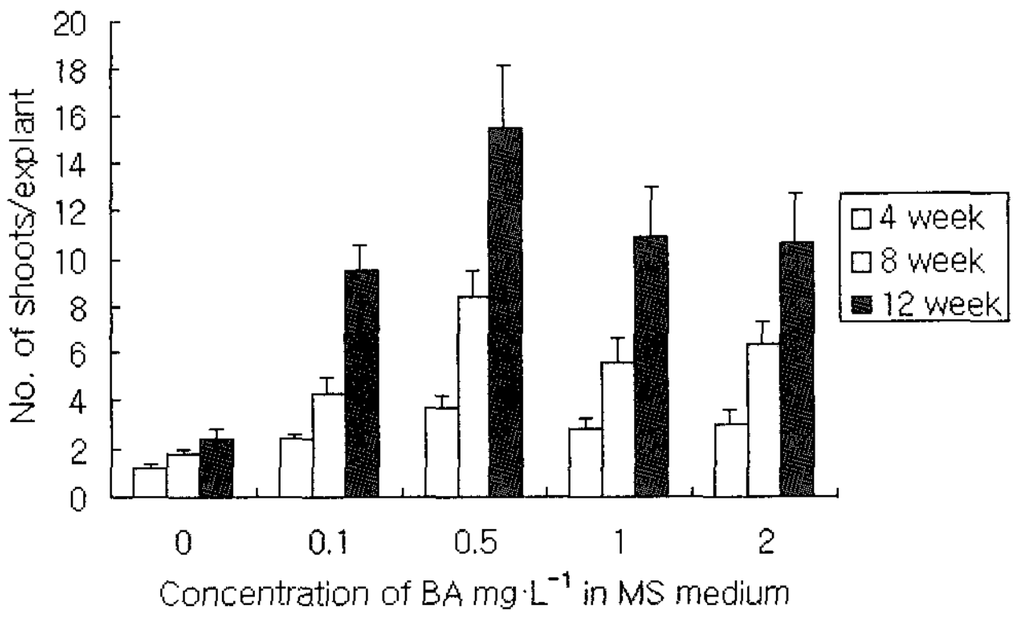

Fig. 1. Number of shoots induced from *in vitro* shoot explant of *Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L. on MS medium containing 0, 0.1, 0.5, 1, 2㎎ · L^{-1} BA after 4, 8 and 12 weeks of culture. Data represent the mean ± SE of three replicates.

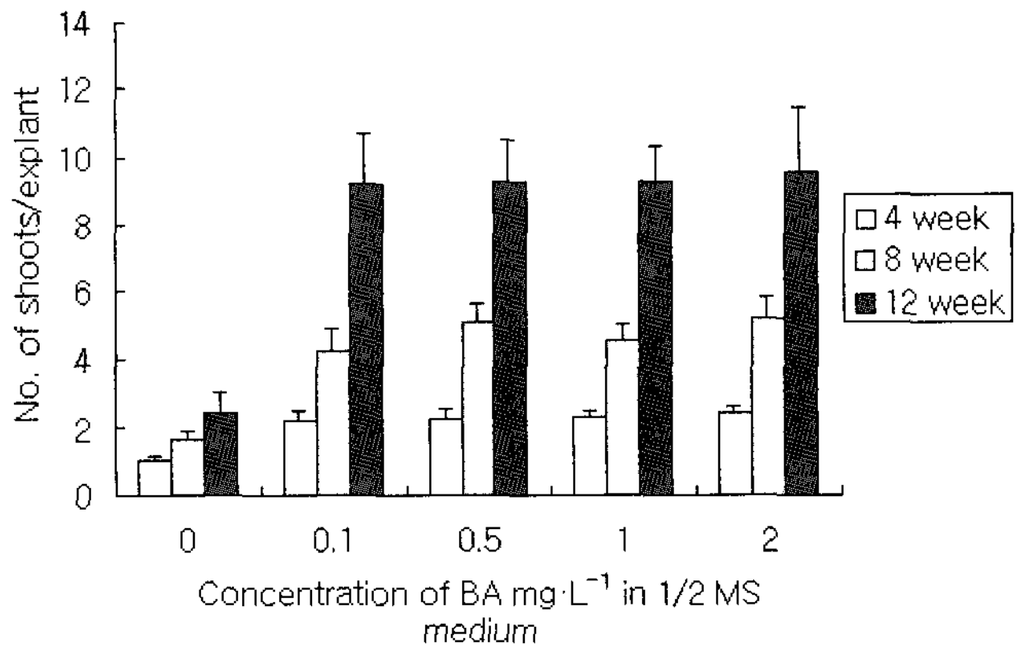

Fig. 2. Number of shoots induced from *in vitro* shoot explant of *Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L. on 1/2 MS medium containing 0, 0.1, 0.5, 1, 2㎎ · L^{-1} BA after 4, 8 and 12 weeks of culture. Data represent the mean ± SE of three replicates.

Table 2. Frequency of root formation, root length, number of root from *in vitro* shoot of *Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L. on × 1, × 1/2 and × 1/4 MS medium after 4 weeks of culture

Medium	Root formation (%)	Root length (㎜)	Number of root
MS	71.33[b]	7.0[a]	1.83[a]
1/2 MS	94.67[a]	10.33[a]	1.22[a]
1/4 MS	65.33[b]	12.66[a]	1.61[a]

[1]Mean separation with columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

편당 신초수에서 유의한 차이가 있었다(Turk *et al.*, 1994). 또한 본 실험에서 0.5㎎ · L^{-1} BA를 첨가한 MS 배지에서 4주 배양했을때 절편당 신초의 수가 약 3.7개로 최고를 나타내었는데 피뿌리풀에서도 동일 농도에서 최고 8.8개의 신초수를 나타내었다(Han *et al.*, 2004b). 따라서 절편당 발생된 신초의 수는 싸이토키닌이 큰 영향을 주고 그중에서 BA의 처리가 주효하다는 보고(Cuenca *et al.*, 1999; Han *et al.*, 2004b)와 상당히 유사하지만 대조적으로 관엽식물인 *Alocasia cadier*에서는 BA 처리보다 TDZ를 처리하거나 NAA(1-naphthalene acetic acid)를 혼합처리하였을때 보다 많은 신초수를 형성한 경우도 있는데(Han *et al.*, 2004a) 이는 실험재료 및 치상 절편체의 차이때문으로 추측된다. 결국 절편당 형성된 신초의 수는 배지의 희석정도, 호르몬 농도, 배양기간 등에 따라 영향을 받기에 위의 조건을 적절하게 이용하면 대량생산을 위한 체계를 만들때에 유용할 것으로 생각한다.

뿌리발생의 빈도

본 실험결과 발근 빈도는 × 1, × 1/2, × 1/4 MS 배지에서 각각 71.3%, 94.7%, 65.3%를 보여주었는데 특히 1/2 MS 배지에서 유식물체의 뿌리는 대개 길고 측근이 많이 발달하였으나 다른 배지에서는 한 두 개체만이 긴 뿌리를 형성하였다(Table 2). 그런데 이전의 보이센베리의 shoot tip을 재료로 수행한 연구에 의하면 MS 배지를 1/2, 1/4, 1/8, 1/16로 희석시켰을때 MS 배지의 희석과 NAA 호르몬 농도와 상관없이 80% 이상의 발근율을 나타내었고 특히 호르몬 첨가없는 1/16 MS는 가장 쉽게 만들 수 있고, 경제적인 배지라고 하였다(Skirvin *et al.*, 1981). 또한 블랙베리(*Rubus fruticosus*)의 맹아를 재료로 호르몬이 없는 MS 배지에서의 발근율은 약 30%를 보여주었는데(Shin *et al.*, 2005), 이를 종합해보면 가시없는 보이센베리(Thornless Boysenberry)는 자발적인 발근 경향이 있고 Thornless Evergreen과 Thornless Youngberry 같은 품종과 비교할 때 비교적 발근율이 높은데(Skirvin *et al.*, 1981), 이는 이전 연구의 실험재료인 shoot tip과 본 실험재료인 근맹아와 관계없이 높은 발근율을 보이는 것 같다.

똑바로선 가시없는 'Navaho' 블랙베리에서 세 종류의 호르몬을 첨가하여 신초를 형성하고 이후에 동일배지조건에 추가로 활성탄을 넣어 발근시키는 방법으로 90% 발근율을 보였지만(Fernandez and Clark, 1991), 호르몬을 투여한 배지보다 호르

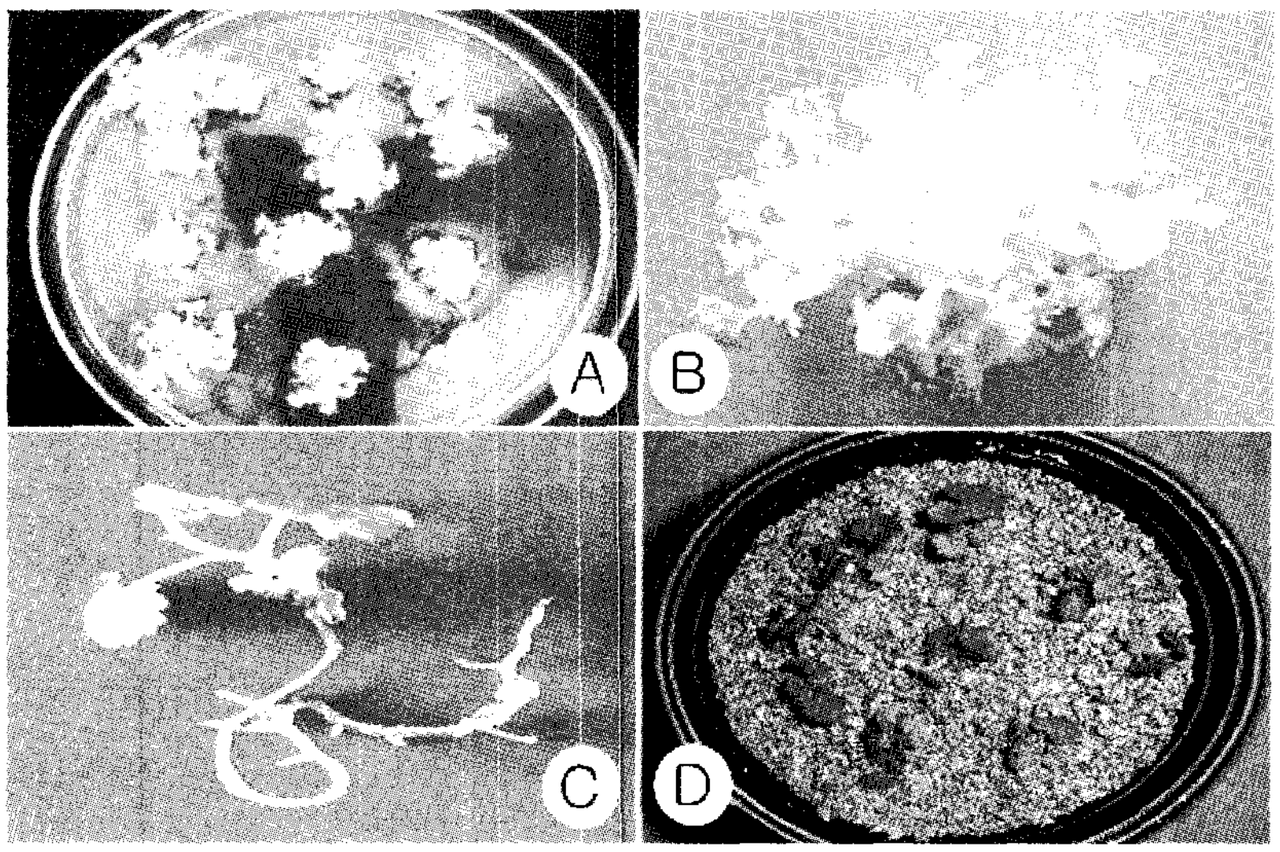

Fig. 3. Process of *in vitro* propagation of *Rubus fruticosus* L. × *R. parvifolius* L. through organogenesis, plant regeneration and soil transfer. (A) Multiful shoot formation from *in vitro* shoot explant with the treatment of 0.5㎎ · L^{-1} BA, (B) Group of shoots, (C) Root formation of a plantlet on 1/2 MS medium, (D) Acclimatization of plantlets in soil mix.

몬 투여없는 1/2 MS 배지에서 발근율이 더 높은 경우도 있어서 (Ahn *et al.*, 2006) 희석한 배지를 이용하여 발근율을 높이는 방법에 대해 더 연구할 필요가 있다.

식물체의 토양 순화는 신초와 뿌리가 잘 발달된 정상적인 식물체를 모래, 원예용 상토, 그리고 버미큘라이트가 혼합된 토양(1:1:1, vol.)에 이식하여 실시한바 비교적 양호하게 생장하였다. Fig. 3는 다경유도, 신초로부터의 발근, 순화의 전 과정을 개략적으로 보여준다.

적 요

노지에 있는 교잡종 블랙베리의 근맹아를 채취하여 1.2% sodium hypochlorite 용액에 침지하여 표면 살균한 후 BA를 첨가한 변형된 × 1, × 1/2 MS 고체배지에서 다경유도를 시도하였다. 4주간 배양하였을 때 BA 1mg · L^{-1}가 첨가된 기본 MS배지에서 고빈도(83.3%)의 다경유도가 이루어 졌으며, 절편체당 신초수는 0.5mg · L^{-1} BA를 첨가한 MS 기본배지에서 3.7개로 가장 높게 형성되었다. 또한 12주간 배양하였을 때 4주간 한 경우에 비하여 신초형성율이 4.1배 많은 15.4개가 형성됨을 관찰할 수 있었다. 형성된 신초로부터 뿌리발생은 식물생장조절물질이 첨가되지 않은 MS배지를 1/1, 1/2, 1/4배로 희석하여 신초를 배양하였을 때 특히 1/2 MS 배지에서 95%로 가장 양호하였다. 재생된 식물체는 모래 : 원예용상토 : 버미큘라이트(1:1:1, vol.) 혼합토양에서 순화하였을 경우 95%의 생존율을 나타내었다.

사 사

본 연구는 산업자원부가 지원하는 지역혁신특성화시범사업(RIS 2004. 9. 1.~2007. 6. 30.) - 기능성발효식품기업 성장촉진 사업 - 의 연구지원금에 의해 이루어진 것입니다. 연구비 지원에 대해서 감사드립니다.

인용문헌

Ahn, J.Y., J.H. Kim and H. Kang. 2006. *In vitro* shoot multiplication of *Albizzia julibrissin* Duraz. Kor. J. Plant Resources 19(4): 524-529.

Bobrowski, V.L., P.C. Mello-Farias and J.A. Peters. 1996. Micropropagation of blackberries (*Rubus* sp.) cultivars. Rev. Bras. de Agrociência 2: 17-20.

Casto, B.C., L.A. Kresty, C.L. Kraly, D.K. Pearl, T.J. Knobloch, H.A. Schut, G.D. Stoner, S.R. Mallery and C.M. Weghorst. 2002. Chemoprevention of oral cancer by black rasberries. Anticancer Res. 22: 4005-4015.

Cho, M.J., L.R. Howard, R.L. Prior and J.R. Clark. 2004. Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. J. of the Science of Food and Agriculture 84(13): 1771-1782.

Choi, H.C. and K.H. Myung. 2005. Comparative study of red wine and Korean black raspberry wine in adipocyte differentiation and cardiovascular disease related gene expression. Food Science and Biotechnology 14(4): 514-517.

Cuenca, S., J.B. Amo-Marco and R. Parra. 1999. Micropropagation from inflorescence stems of the Spanish endemic plant *Centaurea paui* Loscos ex Willk. (Compositae). Plant Cell Rep. 18: 674-679.

Debnath, S.C. 2004. Clonal propagation of dwarf raspberry(*Rubus pubescens* Raf.) through *in vitro* axillary shoot proliferation. Plant growth regulation 43; 179-186.

Fernandez, G.E. and J.R. Clark. 1991. *In vitro* propagation of the erect thornless 'Navaho' blackberry. Hortscience 26(9): 1219.

Han, B.H., B.W. Yae, D.H. Goo and H.J. Yu. 2004a. *In vitro* propagation of *Alocasia cadieri* Chantrier. Kor. J. Plant Biotech. 31: 61-65.

Han, M.S., H.K. Moon, Y.J. Kang, W.W. Kim, B.S. Kang and K.O. Byun. 2004b. Micropropagation of an endangered species, *Stellera rosea* Nakai by tissue culture. Kor. J. Plant Biotech. 31: 31-35.

Kang, H.D., H.K. Moon, I.S. Park and M.S. Lee. 2004. Effect of TDZ (Thidiazuron) on shoot proliferation of Peace poplar. Kor. J. Plant Biotech. 31: 49-53.

Kim, K.H., Y.A. Lee, J.S. Kim, D.I. Lee, Y.W. Choi, H.H. Kim and M.W. Lee. 2000. Antioxidative activity of tannins from *Rubus coreanum*. Yakhak Hoeji. 44: 354-357.

Kim, M.S., G.C. Pang and M.W. Lee. 1997. Flavonoids from the leaves of *Rubus coreanum*. Yakhak Hoeji. 41: 1-6.

Kim, M.S., K.C. Pang and M.W. Lee. 1996. Tannins from the leaves of *Rubus coreanum*. Yakhak Hoeji. 40: 666-669.

Kim, T.G., M.S. Park, H.M. Han, S.Y. Kang, K.K. Jung, H.M. Rheu and S.H. Kim. 1999. Inhibitory effects of *Terminalia chebula, Sanguisorba officinalis, Rubus coreanus* and *Rheum palmatum* on hepatitis B virus replication in hepG2 2.2.15 cells. Yakhak Hoeji. 43: 458-463.

Kresty, L.A., W.L. Frankel, C.D. Hammond, M.E. Baird, J.M. Mele, G.D. Stoner and J.J. Fromkes. 2006. Transitioning from preclinical to clinical chemopreventive assessments of lyophilized blackberries:interim results show berries modulate markers of oxidative stress in Barrett's esophagus patients. Nutr. cancer 54: 148-156.

Meng, R., T.H.H. Chen, C.E. Finn and Y. Li. 2004. Improving *in vitro* plant regeneration from leaf and petiole explants of 'Marion' blackberry. Hortscience 39(2): 316-320.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-497.

Shin, J.S., O.K. Sim, J.C. Lee, H.J. Cho, E.Y. Kim and K.S. Lee. 2005. Plant regeneration via multiple shoot formation from sucker explants of *Rubus fruticosus* L. Kor. J. Plant Resources 18(3): 456-461.

Skirvin, R.M., M.C. Chu and E. Gomez. 1981. *In vitro* propagation of thornless trailing blackberries. Hortscience 16(3): 310-312.

Turk, B.A., H.J. Swartz and R.H. Zimmerman. 1994. Adventitious shoot regeneration from *in vitro*-cultured leaves of *Rubus genotypes*. Plant Cell. Tiss. Org. Cult. 38: 11-17.

Wang, S.Y. and H.S. Lin. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. J. Agric. Food Chem. 48(2): 140-146.

전북 진안군 농업기술센터. 2003. 현장애로기술 개발사업-조직배양을 이용한 산사나무, 오가피나무의 대량번식기술 개발. 농촌진흥청. pp. 17-19.

(접수일 2007. 12. 5 ; 수락일 2008. 1. 30)