

## 블루베리의 미세번식에서 배지와 식물생장조절제의 영향

김화영<sup>1</sup> · 강순필<sup>1</sup> · 홍세진<sup>1</sup> · 엄향란<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>강릉원주대학교 식물생명과학과, <sup>2</sup>서울대학교 그린바이오과학기술연구원 나이섬 평창분원

### Influence of Medium and Plant Growth Regulator on Micropropagation Efficiency in Blueberry

Hwa Young Kim<sup>1</sup>, Sun Pil Kang<sup>1</sup>, Sae Jin Hong<sup>1</sup>, and Hyang Lan Eum<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Plant Science, College of Life Sciences, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

<sup>2</sup>NICME Pyeongchang branch institute, Green Bio Science & Technology, Seoul National University, 1200 Sin-ri, Daehwa-myeon, Pyeongchang-gun, Gangwon-do, Korea

**Abstract.** The aim of this study was to develop an effective production system of blueberry plants by using tissue culture technique. Murashige and skoog medium (MS) and woody plant medium (WPM) were compared for shoot formation of highbush blueberries. Also medium supplemented with zeatin/2-isopentenyl adenine (2iP)/benzyl aminopurine (BA) (1, 2/10, 15/4, 6mg·L<sup>-1</sup>) and zeatin/2iP/BA (0.5/10, 15/0.05mg·L<sup>-1</sup>) as plant growth regulators to determine the effect of shoot formation and shoot proliferation, respectively. The shoot explants cultured on WPM showed higher shoot formation rates, more number of nodes, and longer root length than those on MS medium during the primary culture. Shoots were not formed when the explants were cultured on the medium without plant growth regulators or on only BA. The shoot explants cultured on the medium supplemented with 2iP showed low rates of shoot formation. On the other hand, zeatin was the most effective for shoot formation and growth of the explants. Also influence of different cytokinins (zeatin, 2iP) on the shoot proliferation of subcultured shoot explants was studied. There was no significant difference among the different concentrations of zeatin in the rate of shoot formation and number of shoots. However at higher concentration of zeatin, number of nodes was increased, and shoot length was shorted. The proper concentrations of zeatin for shoot propagation in subculture were found to be 0.5mg·L<sup>-1</sup> and 1mg·L<sup>-1</sup>.

**Additional key words :** 2iP, BA, MS medium, WPM, zeatin

## 서 론

블루베리는 진달래과(Ericaceae) 산앵두나무속(*Vaccinium*)에 속하는 관목성 식물이며, 하이부쉬 블루베리(highbush blueberry, *V. corymbosum* L.), 로우부쉬 블루베리(lowbush blueberry, *V. angustifolium*), 래빗아이 블루베리 (rabbiteye blueberry, *V. ashei*) 등 3종류가 상업적으로 중요한 종류이며(Westwood, 1993), 특히 하이부쉬 블루베리종이 경제적으로 가장 중요하다(Bowling, 2005).

블루베리는 미국 농무성이 1905년경 야생 블루베리 개량사업에 착수하여 재배품종을 개발하였고, 이를 재배하기 시작한 것은 1920년 후반으로 그 재배역사가 80여 년으로 짧은 편이며, 2002년 타임지가 블루베리를 세계

10대 슈퍼푸드에 선정하면서 국내 소비자들의 관심을 집중시켰다. 블루베리는 비타민과 식이 섬유가 풍부하고 항암효과, 요로의 강화, 시력강화, 당뇨 감소 등의 약리·보건 효능이 알려짐에 따라 점차 그 중요성과 수요가 높아지고 있으며, 최근 국내에서 상업적으로 재배가 활발히 진행되고 있다. 현재 블루베리의 재배 면적은 120ha로 추정되며 매년 급속히 증가하고 있는 추세이다(KOSIS, 2013). 일본의 경우 아시아에서 최초로 블루베리를 도입하였으며, 1990년대에 진입하면서 블루베리에 대한 인기가 증가하여 그 재배 면적은 800ha 이상으로 추정되고 있다(Lee and Lee, 2007).

블루베리의 번식방법에는 숙지삽, 녹지삽, 조직배양 등이 있으나(Eck et al., 1990; Morrison et al., 2000), 주로 삽목에 의해 번식이 이루어지고 있다. 전통적으로 많은 종류의 원예작물이나 수목의 번식 수단으로 삽목, 분주, 복토 및 접목 등과 같은 영양번식 방법을 실시하였

\*Corresponding author: eumhl@hanmail.net  
Received June 17, 2015; Revised July 30, 2015;  
Accepted August 11, 2015

지만 시간과 노력이 많이 들기 때문에 효율적인 방법이 되지 못하였다. 이에 비해 조직배양기술을 사용하면 좁은 공간에서 짧은 기간 내에 소수의 개체에서 수많은 영양계를 형성시킬 수 있다. 오늘날 대부분의 상업적인 경영에서는 이 방법에 전적으로 의존하거나 또는 보조적인 방법으로 이용하고 있다(Choi, 1997).

외국에서는 블루베리 번식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 블루베리의 기내번식을 할 경우 배지와 생장조절제의 종류를 달리하였을 때 신초와 발근형성에 관한 연구가 보고되고 있다(Debnath and McRae, 2001; Eccher and Noe, 1989; Marcotigiano et al., 1996). 블루베리의 기내번식 동안에 신초와 발근형성에 관여하는 사이토키닌은 2-isopentenyl adenine(2iP), zeatin, 그리고 thidiazuron이며, 오옥신은 inole-3-butyric acid(IBA)과 indole-3-acetic acid이다. 식물생장조절제 중에서 zeatin은 *Vaccinium* 종의 신초발생을 개시하는데 관여하며, 하이부쉬 블루베리의 경우는 신초증식에 다른 식물생장조절제에 비해서 크게 영향을 미치고 있다.

국내에서 블루베리 번식에 대한 연구는 숙지삽(Lee and Lee, 2007)과 녹지삽(Jung et al., 2008)이 보고되고 있으며, 조직배양에 관한 연구는 아직 다른 과수에 비해 미흡하다. 따라서 본 연구는 대량번식이 가능하고 증식기간을 단축시킬 수 있는 기내삽목 번식기술을 이용하여 효율적인 블루베리 묘 생산체계를 개발하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 배지종류와 식물생장조절제가 신초 형성 및 생장에 미치는 영향

블루베리(*Vaccinium corymbosum*) 품종은 2007년 5월 강릉원주대학교 유리 온실에 식재되어 있는 반수고 하이부쉬 블루베리 (half-highbush blueberry) 품종인 Northland를 이용하였으며, 배양에 사용된 식물재료는 당년에 새로 형성된 신초로서 정단과 4개 이상의 마디를 포함하는 신초를 채취하여 사용하였다. 신초의 소독은 채취한 신초의 잎을 제거한 후 흐르는 수돗물에 깨끗이 씻어 증류수로 세척하였으며, 70% ethanol에서 1분, 20uL Tween 20을 첨가한 1.7% sodium hypochlorite 용액에서 10-15분간 처리한 후 멸균수로 3회 수세한 후 정단으로부터 넷째마디까지 절편당 액아가 하나씩 포함되도록 잘라 각 배양병에 5개씩 치상하였다.

실험에 사용된 배지는 3%의 sucrose와 0.7%의 agar를 첨가하고 pH 5.0으로 조정된 고체 배지를 사용하였으며, 175mL의 배양병에 40mL씩 분주하여 121°C에서 15분간 고압 멸균하였다. 배양은 25±2°C로 1일 16시간 조명되는 조건의 배양실에서 수행하였다.

배지는 woody plant medium(WPM) (Lloyd and McCown, 1981) 배지와 MS(Murashige and Skoog, 1962) 배지 두 종류를 비교하였으며, 2mg·L<sup>-1</sup>의 zeatin과 0.5mg·L<sup>-1</sup>의 IBA를 첨가하여 사용하였다. 식물생장조절제가 신초형성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 1, 2mg·L<sup>-1</sup>의 zeatin, 10, 15mg·L<sup>-1</sup>의 2iP, 그리고 4, 6mg·L<sup>-1</sup>의 benzyl aminopurine(BA)를 처리하여 비교하였으며, 0.5mg·L<sup>-1</sup>의 IBA와 MS vitamin을 첨가한 WPM 배지를 사용하였다. 배양 10주 후 신초 형성률, 마디수, 신초장 등을 조사하였다.

### 2. 신초 증식에 미치는 식물생장조절제의 영향

신초 증식에 미치는 식물생장조절제의 영향은 1차 실험에서 초대 배양한 Northland 품종의 신초를 8주 간격으로 5회 계대 배양하여 증식한 신초를 사용하였으며, 하나의 절편에 눈이 2-3개 포함되도록 잘라 0.5, 1, 2, 3mg·L<sup>-1</sup>의 zeatin이 첨가된 WPM 배지에 치상하여 효과를 비교하였다.

Zeatin과 2iP 처리가 신초 증식에 미치는 영향을 조사하기 위하여 2008년 6월 강릉대학교 구내 포장에 식재되어 있는 하이부쉬 블루베리 품종인 O'Neal의 신초 절편을 10주간 초대 배양한 후 하나의 절편에 눈이 하나씩 포함되도록 준비하였다. 실험에 사용된 사이토키닌은 zeatin과 2iP 두 종류이었으며, 1차 실험에서 입증된 zeatin은 0.5mg·L<sup>-1</sup>의 단일 농도와 2iP는 5mg·L<sup>-1</sup>과 10mg·L<sup>-1</sup>의 농도를 선택하였다. 처리는 0.5mg·L<sup>-1</sup>의 zeatin, 5, 10mg·L<sup>-1</sup>의 2iP, 그리고 0.5mg·L<sup>-1</sup>의 zeatin + 5mg·L<sup>-1</sup>의 2iP 등에 0.05mg·L<sup>-1</sup>의 IBA를 첨가한 WPM 배지에 치상하여 효과를 비교하였다. 식물체 배양 8주 후 신초형성 및 생장을 조사하였다.

### 3. 통계처리

배지종류와 식물생장조절제가 신초 형성 및 생장에 미치는 영향을 확인하기 위한 실험은 3반복으로 실시하였고, 신초 증식에 미치는 생장조절제의 농도확인 실험은 4반복을 실시하였다. 통계분석은 SAS를 이용한 던컨 다중검정법을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 배지종류와 식물생장조절제가 신초형성 및 생장에 미치는 영향

MS 배지와 WPM 배지에 신초 절편을 배양한 결과, 배지의 종류에 따른 신초형성률, 마디수, 신초장은 통계적으로 유의하였으며(Table 1), 신초형성률에 있어서는 WPM 배지가 73.3%로 MS 배지보다 높았다. 마디수와

**Table 1.** Effects of different culture media on the *in vitro* shoot formation and growth of shoot explants in half-highbush blueberry after 10 weeks of cultivation.

Culture medium	Shoot formation (%)	No. of nodes	Shoot length (cm)
MS	13.3b <sup>z</sup>	2.5b	0.9b
WPM	73.3a	7.2a	4.0a

<sup>z</sup>Mean values within columns by different letters are significantly different (LSD at  $p = 0.05$ ).

**Table 2.** Effects of different plant growth regulators (PGR) on the *in vitro* shoot formation and growth of shoot explants in half-highbush blueberry after 10 weeks of cultivation.

PGR (mg·L <sup>-1</sup> )		Shoot formation (%)	No. of nodes	Shoot length (cm)
Control		0.0d <sup>z</sup>	0.0c	0.0c
Zeatin	1	66.7ab	3.0b	1.3b
	2	73.3a	6.6a	3.3a
2ip	10	40.0bc	1.9bc	0.6bc
	15	33.3c	1.8bc	0.5bc
BA	4	0.0d	0.0c	0.0c
	6	0.0d	0.0c	0.0c

<sup>z</sup>Mean separation within each columns by Duncan's multiple range test at 5% level

**Table 3.** Influence of different concentrations of zeatin on the shoot proliferation of subcultured shoot explants in half-highbush blueberry after 8 weeks of cultivation.

Zeatin (mg·L <sup>-1</sup> )	Shoot formation (%)	No. of shoots	No. of nodes	Shoot length (cm)
0.5	95.0a <sup>z</sup>	2.2a	7.2b	3.7ab
1	95.0a	2.8a	7.8ab	4.4a
2	100.0a	1.8a	8.2ab	3.3b
3	100.0a	1.7a	8.4a	3.0b

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

신초장 모두 WPM 배지는 MS 배지와 비교하여 3배 이상의 성장률을 보였다. 기내배양 10주 경과 후 성장한 블루베리의 신초 성장정도를 배지종류에 따라 비교한 결과, WPM 배지는 MS 배지에 비해서 형성된 신초의 생장이 월등하였다(데이터 미제시). WPM 배지는 암모니아태와 질산태 질소 및 칼슘 이온이 MS 배지의 1/4이며 칼륨과 황산이온은 높은 수준으로서 관목과 나무의 상업적 기내번식에 적절하며 많이 이용되고 있다(Al-Khayri, 2011). 따라서 블루베리의 기내삼목에는 WPM 배지를 사용하는 것이 신초형성 촉진에 효과적인 것으로 판단된다.

생장 조절제가 신초 형성 및 생장에 미치는 영향을 살펴보면 zeatin과 2iP 처리는 신초가 형성된 반면 BA 처리구에서는 신초가 형성되지 않았다(Table 2). Zeatin 처리구에서 2iP에 비해 유의적으로 높은 신초 형성 및 성장률을 나타냈으며, 특히 고농도의 zeatin 2mg·L<sup>-1</sup> 처리구에서 신초형성률은 73.3%, 마디수는 6.6개, 그리고 신초장은 3.3cm으로 가장 우수한 결과를 보였다. Gajdošová

et al.(2006)은 눈과 성장점 배양에서 zeatin이 신초 형성을 유발하기 위해 적합한 성장조절제이고 부정아 기관 형성을 촉진시킨다고 보고하였다. Rowland and Ogden(1992)은 zeatin이 *Vaccinium* sp.의 신초 재분화에서 2iP보다 효과적이라고 보고 하였으며, Debnath(2007) 또한 기내배양에서 zeatin 함량 증가는 잎과 줄기의 영양 성장을 늘리고 어린 분지의 증가를 유도한다고 보고 하였다.

## 2. 신초 증식에 미치는 식물생장조절제의 영향

기내 삼목으로 생산된 블루베리 신초의 계대배양에 있어 신초 발생 및 증식에 미치는 식물생장조절제의 영향을 구명하고자 zeatin을 농도별로 처리한 결과, 모든 농도에서 신초의 형성률과 형성된 신초의 개수는 유의적 차이를 보이지 않는 반면 zeatin의 농도가 증가할수록 신초의 마디수는 증가하나 신초장은 짧아지는 경향을 보였다(Table 3, Fig. 1). 따라서, 계대배양의 경우 0.5mg·L<sup>-1</sup>의 zeatin 농도로도 신초형성은 충분할 것으로

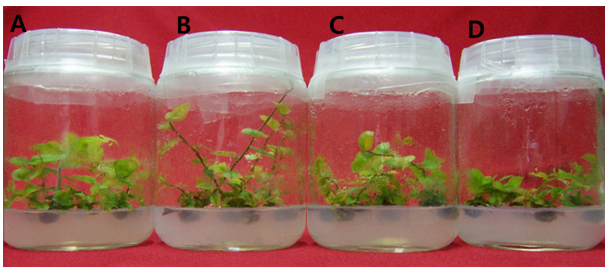
판단되었다.

사이토키닌과 오옥신이 신초의 증식에 미치는 영향에 대한 실험 결과는 Table 5와 같았다. 신초 형성률은 zeatin 0.5mg·L<sup>-1</sup> 처리가 100%로서 가장 높았으나, zeatin 0.5mg·L<sup>-1</sup> + IBA 0.05mg·L<sup>-1</sup> 처리의 경우는 20%로서 가장 낮은 신초 형성률을 보였다(Table 4, Fig. 2). 이는 IBA에 의한 영향으로 기부에 캘러스가 다량 형성되어 신초 형성을 억제한 것으로 생각된다. 그러나 zeatin 0.5mg·L<sup>-1</sup> + 2iP 5mg·L<sup>-1</sup> + IBA 0.05mg·L<sup>-1</sup> 처리의 경우 신초 형성률이 73.3%로서 2iP 첨가에 의한 IBA 작용 억제 효과가 있는 것으로 판단되었다. 2iP 5mg·L<sup>-1</sup> + IBA 0.05mg·L<sup>-1</sup> 처리와 2iP 10mg·L<sup>-1</sup> 단독 처리의 경우 53.3%의 신초 형성률을 나타내어 zeatin에 비하여 효과가 떨어지기는 하나 대체가 가능할 것으로 판단된다. Gonzalez et al.(2000)은 블루베리 조직배양에 있어 2iP 5mg·L<sup>-1</sup> 농도가 신초증식에 가장 효과적으로 보고하였고, Litwinczuk and Wadas(2008)은 2iP와

오옥신처리의 비교실험 결과, 증식배지에서 IAA 처리와 무처리의 효과는 유사하며, IBA처리는 IAA로 대체 가능하다고 보고하였다. Zimmerman and Broome(1980)은 *Vaccinium* sp.에 IAA 저농도를 첨가하면 신초 증식과 생장에 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서 향후 IBA와 IAA의 효과에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다. 이상의 결과를 종합해 보면 신초의 형성 및 증식에 가장 효과적인 성장조절제는 zeatin이며 경제성을 고려할 때 적정농도는 0.5mg·L<sup>-1</sup>가 적절한 것으로 사료된다.

### 초 록

본 연구는 조직배양을 이용한 효율적인 블루베리의 묘 생산 체계 개발을 위하여 수행되었다. 신초형성을 위한 초 대배양을 위해서는 WPM 배지가 MS 배지보다 신초형성률, 마디수, 신초장 등에 있어서 유의적으로 우수하였다. 식물 성장 조절제가 신초형성에 미치는 식물성장조절제의 영향을 조사하기 위해서는 zeatin(1, 2mg·L<sup>-1</sup>), 2iP(10, 15mg·L<sup>-1</sup>), 그리고 BA(4, 6mg·L<sup>-1</sup>)를 처리하였으며, 신초의 증식에 미치는 영향을 확인하기 위해서는 zeatin(0.5mg·L<sup>-1</sup>), 2iP(10, 15mg·L<sup>-1</sup>), 그리고 BA(0.05mg·L<sup>-1</sup>)를 처리하였다. 신초형성에 미치는 결과는 zeatin 처리가 신초형성률, 마디수, 신초장 등에서 유의적으로 효과적이었다. 반면 무처리와 BA 처리에서는 신초가 형성되지 않았으며, 2iP 처리의 경우 신초형성률이 낮았다. 기내 삼목으로 생산된 블루베리 신초의 계대배양에 있어 신초 발생 및 생장에 미치는 영향은 zeatin을 농도별로 처리한 결과, 모든 농도에서 신초의 형성률과 형성된 신초의 개수는 유의적 차이를 보이지 않은 반면 zeatin의 농도가 증가할수록 신초의 마

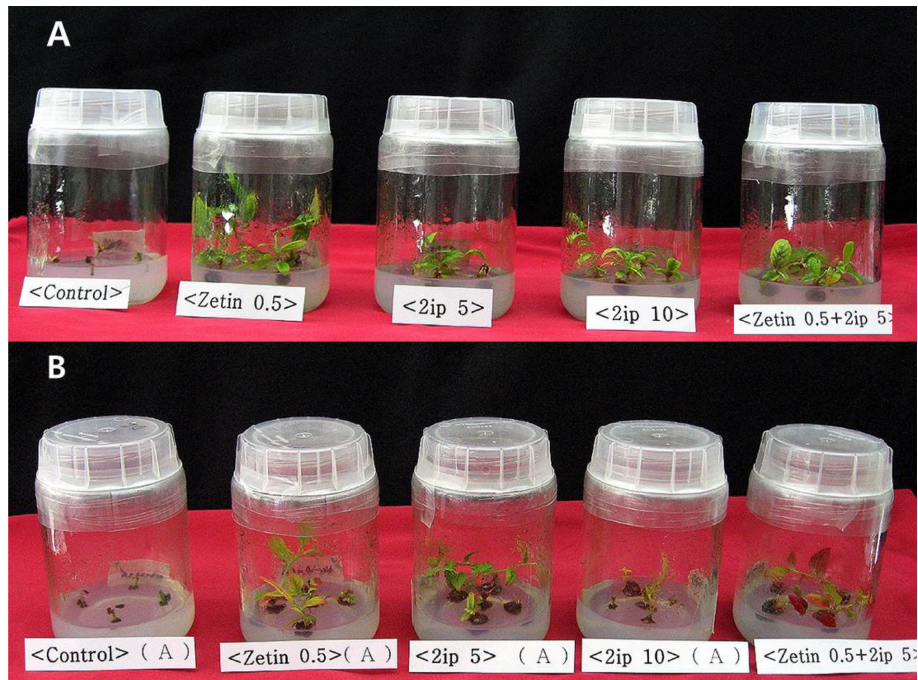


**Fig. 1.** Influence of different concentrations of zeatin on the shoot proliferation of subcultured shoot explants in half-highbush blueberry after 8 weeks of cultivation. A, zeatin 0.5mg·L<sup>-1</sup>; B, zeatin 1.0mg·L<sup>-1</sup>; C, zeatin 2.0mg·L<sup>-1</sup>; D, zeatin 3.0mg·L<sup>-1</sup>.

**Table 4.** Influence of different cytokinins and IBA on the shoot proliferation of subcultured shoot explants in highbush blueberry after 8 weeks of cultivation.

Cytokinins (mg·L <sup>-1</sup> )		IBA (mg·L <sup>-1</sup> )	Shoot formation (%)	No. of Nodes	Shoot length (cm)
Control		0	0.0e <sup>z</sup>	0.0c	0.0b
		0.05	0.0e	0.0c	0.0b
Zeatin	0.5	0	100.0a	3.6ab	1.6a
		0.05	20.0de	3.3b	1.7a
2iP	5	0	33.3cd	4.0ab	0.9ab
		0.05	53.3bc	5.4ab	1.8a
2iP	10	0	53.3bc	4.5ab	1.8a
		0.05	46.7bcd	5.9a	1.6a
Zeatin + 2iP	0.5 + 5	0	53.3bc	5.8ab	1.5a
		0.05	73.3ab	5.0ab	1.7a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level



**Fig. 2.** Influence of different cytokinins on the shoot proliferation of subcultured shoot explants in highbush blueberry after 8 weeks of cultivation. A, without IBA; B, with 0.05 mg·L<sup>-1</sup> IBA.

디수는 증가하나 신초장은 짧아지는 경향을 보였다. 신초 증식을 위한 적절한 zeatin 농도는 0.5mg·L<sup>-1</sup> 였다.

**추가주제어 :** 2iP, BA, MS 배지, WPM, zeatin

### Literature Cited

- Al-Khayri, J.M. 2011. Basal salt requirements differ according to culture stage and cultivar in date palm somatic embryogenesis. *Amer. J. Biochem. Biotechnol.* 7:32-42.
- Bowling, B.L. 2005. *The Berry Grower's Companion*. Timber press, Portland, OR, USA.
- Choi, S.J. 1997. *In vitro* propagation, p. 221-281. In: *Plant tissue cultivation*. Sunjinmoonhwa Publishers, Seoul, Korea.
- Debnath, S.C. 2007. Influence of indole-3-butyric acid and propagation method on growth and development of in vitro and ex vitro-derived lowbush blueberry plants. *Plant Growth Regul.* 51:245-253.
- Debnath, S.C. and K.B. McRae. 2001. In vitro culture of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.): the influence of cytokinins and media types on propagation. *Small Fruits Rev.* 1: 3-19.
- Eccher, T. and N. Noe. 1989. Comparison between 2iP and zeatin in the micropropagation of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum*). *Acta Hort.* 241: 185-190.
- Eck, P., R.E. Dough, I.V. Hall, and J.M. Spiers. 1990. Blueberry management, p. 273-296. In: G.J. Galletta and D.G. Himelrick (eds.). *Small fruit crop management*. Prehtice Hall, NJ, USA.
- Gajdošová, A., M.G. Ostrolucká, G. Libiaková, E. Ondrušková, and D. Šimala. 2006. Microclonal propagation of *Vaccinium* sp. and *Rubus* sp. and detection of genetic variability in culture in vitro. *Journal of Fruit Ornamental Plant Research* 14:103-119.
- Gonzales, M.V., M. Lopez, A.E. Valdes, and R.J. Ordas. 2000. Micropropagation of three berry species using nodal segments of field-grown plants. *Ann. Appl. Biol.* 137:73-78.
- Jung, J.H, B.Y. Lee, H.Y. Kim, H.K. Kim, and S.J. Hong. 2008. Growth and survival rate of softwood cutting influenced by bed media, cutting length and thickness on several cultivars of Highbush Blueberry. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26:134-138.
- KOSIS. 2013. <http://kosis.kr>. Korean statistical information service.
- Lee, J.G and B.Y. Lee. 2007. Effect of media composition on growth and rooting of highbush blueberry cuttings. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:355-359.
- Litwinczuk, W. and M. Wadas. 2008. Auxin dependent development and habituation of highbush blueberry. *Scientia Hort.* 119:41-48.
- Lloyd, G. and B. McCown. 1981. Commercially-feasible micropropagation of *Mountain laurel*, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. *Int. Plant Prop. Soc. Proc.* 30: 421-427.
- Marcotrigiano, M., S.P. McGlew, G. Hackett, and B. Chawla. 1996. Shoot regeneration from tissue-cultured leaves of the

- cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) plant cell. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 44: 195-199.
- Morrison, S., T.M. Smagula, and W. Litten. 2000. Morphology, growth, rhizome development of *Vaccinium angustifolium* Ait. seedlings, rooted softwood cutting, and micropropagated plants. *HortScience* 35:738-741.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- Rowland, L.J. and E.L. Ogden. 1992. Use of a cytokinin conjugate for efficient shoot regeneration from leaf sections of highbush blueberry. *HortScience* 26:1320-1322.
- Westwood, M.N. 1993. Temperate-zone pomology. Timber Press, Portland, OR, USA.
- Zimmerman, R.H. and O.C. Broome. 1980. Blueberry micropropagation, p. 44-47. In: Proceedings of the conference on nursery production of fruit plants through tissue culture. USDA-SEA, Agr. Res. Results ARR-NE, 11.