

Ascorbic acid, citric acid 및 AgNO₃가 나리 기내식물체 생장촉진 및 갈변화 감소에 미치는 영향

노희선 · 이상일 · 강윤임 · 김미선 · 김종보

Effects of ascorbic acid, citric acid and silver nitrate on the growth of in vitro lily plantlets and reduction of browning

Hee Sun Roh · Sang Il Lee · Yun Im Kang · Mi Seon Kim · Jong Bo Kim

Received: 23 December 2013 / Accepted: 26 December 2013

© Korean Society for Plant Biotechnology

Abstract Lily is an important cut-flower in Korea and world as well due to it's a variety of flower colors and various sizes of flowers. To develop elite lily cultivars, conventional breeding techniques have been used so far. However, an introduction of tissue culture system in mass propagation of bulbs and regeneration of shoots with a high efficiency is prerequisite at this moment.

Especially, growth of bulbs and shoots as well as reduction of browning is critical factor to proliferate bulbs with shoots of superior lines or cultivar in lily.

For this purpose, we tried to test whether ascorbic acid, citric acid and silver nitrate in medium to facilitate growth of bulbs and shoots as well as reduction of browning of bulb scales in lily. As a result, ascorbic acid and silver nitrate showed no significant differences compared to control plants in the growth of bulbs and shoots. When bulb scales were treated with 150 mg·l⁻¹ of citric acid, formations of shoots and bulbs showed best result. While, bulb scale treated with 100 mg·l⁻¹ of citric acid showed the growth of shoot and root as well as increasing of fresh weight compared to other treatments. Regarding the reduction of browning, 150 mg·l⁻¹ of ascorbic

acid showed the best result with the less than 2%. Although more experiments with several commercial varieties are needed in the future to establish mass propagation of bulbs of lily, results obtained in this study are supposed to provide the basic knowledge and contribution in tissue culture system of lily.

Keywords Browning, Lily, Regeneration, Tissue culture, Transformation

서론

장미, 국화, 카네이션, 튜립과 같이 전 세계 꽃 시장 5대 절화류에 속하는 나리(Yoo and Kim 2006)는 전 세계적으로 130여종이 분포하고 있으며 아시아(71종), 유럽 및 유라시아(22종) 그밖에 북미대륙(37종)에 각각 분포하고 있다(Seo et al. 2009). 우리나라에는 변종을 포함하여 19종의 자생나리가 분포하고 있으며(Kim 1993), 오리엔탈 나리, 아시아틱 나리, 나팔나리 등이 주로 재배되고 있다(Yoo and Kim 2006). 2012년 화훼재배현황에 따르면, 우리나라에서의 나리 재배면적은 192 ha로, 장미(377 ha), 국화(527 ha) 다음으로 넓은 재배면적을 가지고 있으며, 절화류 수출 1위 작목으로 2012년 3천만 \$이상을 수출하였다(MIFFAFF 2012).

그러나, 이처럼 원예적 가치가 높은 나리의 화훼 생산용 구근의 대부분은 수입에 의존하고 있으며, 수입구근의 대부분은 바이러스에 감염되어있다(Park et al. 2002; Woo et al. 2004, 2005). 나리는 바이러스에 민감한 작물 중 하나로서 기내 인편삽, 경정배양, 캘러스 배양 등의 조직

H. S. Roh · S. I. Lee · J. B. Kim (✉)
건국대학교 의료생명대학 생명공학과
(Department of Biotechnology, College of Biomedical & Health Sciences, Glocal Campus, Konkuk university, Choong-Ju 380-701, Korea)
e-mail: jbhee1011@kku.ac.kr

Y. I. Kang · M. S. Kim
농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예작물부 화훼과
(Division of Floriculture, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 441-440, Korea)

배양을 통해 무병종구를 획득할 수 있으며, 배양 과정에서 열 및 화학처리를 병행할 수도 있다(Park and Kim 2003). 하지만 조직배양 시 에틸렌(ethylene) 가스 및 페놀화합물에 의한 절편체의 갈변화(browning)는 기내 식물체 대량 증식에서 생육불량의 주요 원인으로 작용하여 조직배양에서 문제점으로 대두되어 왔다.

에틸렌은 식물호르몬의 하나로 Larue와 Gambourg (1971)의 연구에서 기내배양 시 배양체의 생육에 영향을 미친다는 것이 알려져 조직배양 시 거의 사용 하지 않으나, 배양병의 마개를 단단히 막으면 배양병 상부에 에틸렌이 축적되어 배양하는 식물체에 해를 끼친다(Paek 2001). 이러한 에틸렌을 제거하기 위해 식물체에 사용 가능한 에틸렌 활성 억제제들을 연구한 결과 Ag^+ 이온이 에틸렌의 활성억제에 가장 효과적이라는 것이 밝혀지며(Beyer 1976), $AgNO_3$ 를 이용한 에틸렌 억제에 관한 연구가 활발히 진행되어, 애기장대(Marton and Browse 1991), 해바라기(Chraïbi et al. 1991), 고추(Hyde and Philips 1996) 등 여러 작물에서 질산은($AgNO_3$)의 처리는 에틸렌 억제 효과 뿐 아니라 재분화율 증가에 도움이 된다고 보고되었다.

또한 식물은 자체적으로 페놀화합물을 가지고 있는데, 페놀화합물은 산화되면 효소의 활성을 저하시키고 배지와 절편체의 갈변화를 유도하여 절편체의 괴사 및 발근을 억제 한다(Arnaldos et al. 2001; Ozyigit et al. 2007; Ozyigit 2008). 또한 잔류하는 페놀화합물 역시 갈변화 및 발근 형성에 영향을 미친다(Ozyigit 2008). 식물 조직배양에서 페놀화합물의 산화를 방지하기 위한 수단으로 항산화제인 비타민 C (ascorbic acid)와 구연산(citric acid)이 보편적으로 이용되고 있다(Paek 2001).

따라서 본 연구에서는 원예특작과학원에서 육성된 아시아틱 나리인 레드플레임을 이용하여, 나리 조직배양 시 문제가 되는 절편체의 갈변화를 해결하기 위해 대표적인 에틸렌 작용 억제제인 질산은과 페놀화합물의 산화를 방지하는 구연산과 비타민 C의 처리를 통해 갈변화를 억제하고 이러한 첨가물이 식물 생장에 미치는 영향에 대해 알아보려고 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

식물재료

본 실험에 사용된 나리는 농촌진흥청 산하 연구기관인 국립원예특작과학원에서 분양 받은 레드플레임 계통을 이용하여 기내에서 인편을 증식 한 후 실험에 이용하였다.

배지조성 및 배양환경

레드플레임의 자구 및 인편 증식은 신초와 뿌리를 제거한 구근의 인편을 MS배지(MS (Murashige and Skoog 1962) basal salts $4.4\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, sucrose $30\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, plant agar $7\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, pH 5.8)에 치상하여 4주마다 계대배양을 실시하였다. 에틸렌 합성 억제제 및 갈변 억제제 처리에 따른 레드플레임 인편의 재분화 및 갈변방지 효과를 살펴보기 위해 에틸렌 합성 억제제인 질산은 ($AgNO_3$)을 0, 5, 10, 15 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, 항산화제인 구연산(citric acid) 및 비타민 C (ascorbic acid)를 각각 0, 50, 100, 150 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 씩 농도 별로 MS배지에 첨가하였다. 모든 처리구는 인편 10개씩 2~5반복 수행하였으며, 모든 기내배양은 $25\pm 1^\circ\text{C}$, 16시간 광주기 조건 하에서 수행되었다.

인편 재분화 및 증식 조사

레드플레임 인편에서의 재분화율 및 증식율을 조사하기 위해 각 처리구 별 신초 및 뿌리가 발생한 인편의 개수와 인편 마다 발생한 소자구, 신초, 뿌리의 개수를 각각 측정하여 처리구 별 소자구, 신초 및 뿌리의 발생율에 대해 조사하였다. 0주 및 4주차에는 인편 10개의 생체중을 측정하여 4주간 배양하였을 때 인편의 무게 증가에 대해 조사하였다.

소식물체의 생장 조사

질산은, 구연산, 비타민 C 처리가 농도 별 식물 생장에 미치는 영향에 대해 알아보려고 배양 4주차에 각 처리구마다 20개의 인편을 무작위로 선발 한 후 디지털 캘리퍼스(digital vernier caliper, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 가장 긴 신초와 뿌리의 길이를 측정하였다.

갈변을 조사

질산은, 구연산, 비타민 C 처리가 레드플레임 기내 인편 배양 시 갈변화 방지에 도움이 되는지를 알아보기 위해 각 첨가물을 농도 별로 처리 한 배지에서 인편을 계대배양 하지 않고 4주 배양 한 뒤 인편 제거한 후 배양한 부위에서의 배지 갈변 정도를 측정하였다.

결과 및 고찰

신초, 뿌리, 자구의 형성

과거 연구에서 질산은 처리 시 에틸렌 활성을 억제한다는 보고가 있었고(Beyer 1976), 이를 적용하여 재분화율

을 향상시킨 사례가 밀과 담배(Purnhauser et al. 1987), 애기장대(Marton and Browse 1991), 해바라기(Khalid et al. 1991), 양배추(Lee et al. 1995; Chi and Pua 1989), 대추야자(Al-Khayri and Al-Bahrany 2001), 배추(Takasaki et al. 2004) 등에서 보고되었다. 본 연구실험에서는 나리 기내식물체에 질산은을 $15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 처리한 경우 약 94%로서 무처리구의 92.3%과 비교해서 신초 발생율에 있어서는 거의 차이가 없었고, 발근율은 다소 감소하는 경향을 보여 주었다(무처리구: $83.0\pm 8.4\%$, 질산은 처리구: $60.0\sim 74.0\%$)을 보였다.

Bulb의 형성 역시 무처리 구에서는 절편체 당 2.3개의 구를 형성하였는데, 질산은을 처리한 경우 절편체 1개당 1.5-1.9개로서 오히려 구근형성율이 낮아짐을 보여 주었다. 따라서 본 연구에서는 질산은의 처리가 레드플레임 품종의 인편의 생장이나 재분화를 향상에 비효율적인 것으로 나타났다(Table 1).

커피(Hatanaka et al. 1995)와 고추(Hyde and Phillips 1996), 피스타치오(Mederos-Molina and Trujillo 1999)에서도 질산은 처리 시 재분화 효율이 저하되거나 무처리 구와 비슷한 효율을 보였으며, Hatanaka et al. (1995)은 커피 잎에서 재분화 효율이 저하 된 것은 에틸렌이 체세포 배발생에 중요한 역할을 하며 Ag^+ 이온에 의해 에틸렌 활성이 억제되어 저하되는 것이라 언급하였다. 또한 Lee 등(1995)은 배추에서 질산은 처리 시 신초의 유기와 절편체 당 유기되는 신초의 수를 증가시키는 효과는 있으나 비정상적인 형태의 신초가 대부분이라고 보고하였다.

본 실험에서 비타민 C를 $100 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 처리 시 약 95%로 무처리 구의 92.3%와 차이가 없었으나, 인편 1개당 발생한 신초의 수는 1.5~2.4개로서 무처리구의 1.1개와 비교해서 최대 2배 이상의 높은 발생율을 보여 주었다. 또한 본 실험에서 증가한 신초들은 Lee 등(1995)의 배추에서의 실험결과에서 관찰된 것처럼 비정상적인 형태가 아닌 정상 형태의 신초들이 관찰되었다.

반면 뿌리의 경우 형성율은 65.0~80.0%의 분포를 나타내어 대조구와 비슷한 경향을 보여 주었다. 자구의 발생율은 대체적으로 무처리구(2.3 ± 0.9 개 당)와 비슷한 수준이었다(Table 1). Roh et al. (2010)는 토마토(*Lycopersicon esculentum*)의 재분화 과정에서 보여 지는 갈변 현상과 페놀 화합물에 의한 괴사현상을 막기 위해 비타민 C를 처리한 결과 $200\sim 300 \mu\text{M}$ 처리 구에서 줄기형성율($72\sim 74\%$)이 무처리구(20%)에 비해 높은 효율을 보였으며, 자엽 절편당 형성되는 줄기수는 대조구와 비슷한 경향을 보였다고 보고하였다. Abdelwahd et al. (2008)의 잠두(*Vicia faba* L.)를 이용한 연구에서도 비타민 C처리 시 재분화율이 증가함을 확인하였다. 반면 Bhatia and Ashwath (2008)의 실험에서는 토마토에 비타민 C처리 시 무처리 구와 신초 재분화율과 절편체 당 신초 생산 수를 비교하였을 때 유의적인 차이를 보이지 않았다.

구연산의 경우, 처리구 내에서는 농도가 증가할수록 신초발생율이 증가하는 결과를 보였으나, 개체간 큰 차이로 인하여 통계적으로는 무처리구와 비슷한 신초발생율을 보였다. 뿌리 형성율에서도 마찬가지로 $100 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 처리시 가장 높은 효율을 보였으나 높은 편차로 인하여 평균적으로 무처리구와 비슷한 수준이었다. 다만 절편체 당 자구의 생성은 모든 처리구에서 무처리구에 비해 높았으며 특히 $150 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 에서 3.5개로 가장 높은 자구 생성을 보였다. 이는, 본 실험에서 질산은과 비타민 C 처리 시, 오히려 자구 생성이 감소했던 것 및 *Conostephium pendulum* 식물체의 캘러스를 이용한 실험에서도 0.01% 혹은 0.1% 구연산 처리가 재분화를 억제했다는 결과와 상반되는 것으로써(Antony et al. 2004), 구연산 처리가 레드플레임 자구 생성에 높은 효율이 있음을 보여주는 결과이다(Table 1).

소식물체의 생장

4주간 식물체의 생장을 조사한 결과 비타민 C, 질산은,

Table 1 Effect of various additives on formation of leaf and roots and growth of bulbs of Red Flame in lily after 4 weeks of culture

Additives	Concentration ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	Leaf formation (%)	Root formation (%)	No. of leaf	No. of root	No. of bulb
	Control	92.3 ± 7.8	83.0 ± 8.4	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	2.3 ± 0.9
AgNO_3	5	82.0 ± 8.4	60.0 ± 12.2	1.3 ± 0.2	0.8 ± 0.2	1.5 ± 0.4
	10	90.0 ± 14.1	70.0 ± 8.2	1.6 ± 0.4	1.0 ± 0.2	1.9 ± 0.6
	15	94.0 ± 8.9	74.0 ± 16.7	1.6 ± 0.4	1.1 ± 0.3	1.7 ± 0.4
	50	90.0 ± 14.1	65.0 ± 7.1	2.4 ± 0.3	0.8 ± 0.6	2.2 ± 1.1
Ascorbic acid	100	95.0 ± 7.1	80.0 ± 28.3	2.3 ± 0.6	1.4 ± 0.3	2.3 ± 1.2
	150	80.0 ± 14.1	80.0 ± 23.3	1.5 ± 0.1	1.2 ± 0.4	2.0 ± 1.0
	50	94.0 ± 5.5	84.0 ± 5.5	2.9 ± 0.5	1.1 ± 0.4	3.0 ± 0.6
Citric acid	100	98.0 ± 4.5	86.0 ± 20.7	2.6 ± 0.8	1.1 ± 0.8	2.8 ± 0.6
	150	98.0 ± 4.5	80.0 ± 17.3	3.4 ± 0.6	0.8 ± 0.4	3.5 ± 1.0

Table 2 Effects of 3 different additives in medium on growth of shoot and roots of Red flame in lily after 4 weeks of culture

Additives	Concentration (mg·l ⁻¹)	Leaf length (mm)	Root length (mm)
Control		31.1±4.8	9.6±2.5
AgNO ₃	5	20.1±7.8	5.3±1.1
	10	23.6±6.0	7.5±0.4
	15	30.1±2.4	6.1±0.6
Ascorbic acid	50	25.5±8.3	9.5±1.6
	100	27.0±6.8	6.5±0.1
	150	23.8±4.9	4.2±0.8
Citric acid	50	32.3±4.8	9.0±3.3
	100	33.9±15.8	11.1±0.3
	150	39.2±19.2	7.7±1.6

구연산 처리 시 신초에 변이는 발생하지 않았으나, 비타민 C와 질산은의 처리 시 오히려 생장이 저해된다는 결과를 얻었다. 특히 뿌리길이의 경우 농도가 높아질수록 뿌리의 길이가 감소하는 경향을 보였다. 반면 구연산 처리의 경우 모든 처리 구에서 신초의 생장이 무처리 구보다 다소 좋은 것으로 나타났으며, 뿌리의 경우 100 mg·l⁻¹의 구연산 처리 시 가장 높은 생장(11.1±0.3 mm)을 보였다(Table 2). 그러나 통계적으로 유의성 있는 차이는 나타나지 않았다. 한편 Mederos-Molina and Trujillo (1999)의 연구에서 피스타치오에 질산은 처리 시 농도가 높아질수록 신초의 생장이 억제됨이 관찰되었다. 반면 고추에서는 신초의 생장에 질산은 처리가 도움이 된다 보고하였다(Hyde and Phillips 1996). Abdelwahd et al. (2008)의 잠두를 이용한 연구에서는 비타민 C와 질산은 처리 시 절편체에서 재분화 한 신초의 생장에 효과적이라 보고하였다. 토마토의 경우 120 μM이하의 비타민 C 첨가 시 무처

리구와 비슷하거나 낮은 생장을 보인 반면 240~480 μM의 비타민 C에서는 눈에 띄는 생장을 보였다.

생체중 변화

질산은, 구연산, 비타민 C 처리 시 레드플레임 인편의 재분화 및 증식에 미치는 효과를 알아보고자 4주간 배양 후 생체중의 증가율을 조사한 결과, 질산은을 처리한 경우 생체중 증가율은 무처리구에 50%정도 낮은 것으로 나타났으며, 비타민 C의 경우 농도가 높아질수록 자구의 생체중이 감소하는 경향을 보여 주었다. 비타민 C 50 mg·l⁻¹이 3 가지 농도 중 가장 좋았으나, 무처리구와 별 차이는 없었다.

그러나, 구연산에서는 100 mg·l⁻¹ 처리 시 초기보다 생체중이 5.8배 증가하여 가장 높은 생체중 증가율을 보였다(Fig. 1). 이전의 연구결과를 살펴보면, 잠두(Abdelwahd et al. 2008)에 질산은을 처리한 결과 생체중에 변화가 없거나 낮은 것으로 나타났다. 대추야자(*Phoenix dactylifera* L.)의 callus는 질산은 처리 시 생체중이 약 0.2 g증가(Al-Khayri and Al-Bahrany 2001) 하였고, 고추에서도 bud의 증식에 질산은 처리시 효과적이라고 보고하였다(Hyde and Phillips 1996). Roh 등(2010)은 토마토에 비타민 C를 처리한 경우 대조구에 비해 생체중이 증가되었다고 보고하였다.

인편조직의 갈변을

Ko 등(2009)은 바나나(*Cavendish banana* cv. Formosana) 조직배양 시 페놀화합물에서 생성된 활성이 강하고 식물에 독성을 띄는 퀴논(quinone)에 의해 배지와 식물이 갈변된다고 보고하였다. 레드 플레임의 인편은 본래 붉은 색을 띄고 있어 갈변 확인이 어려워 본 연구에서는 레드플레

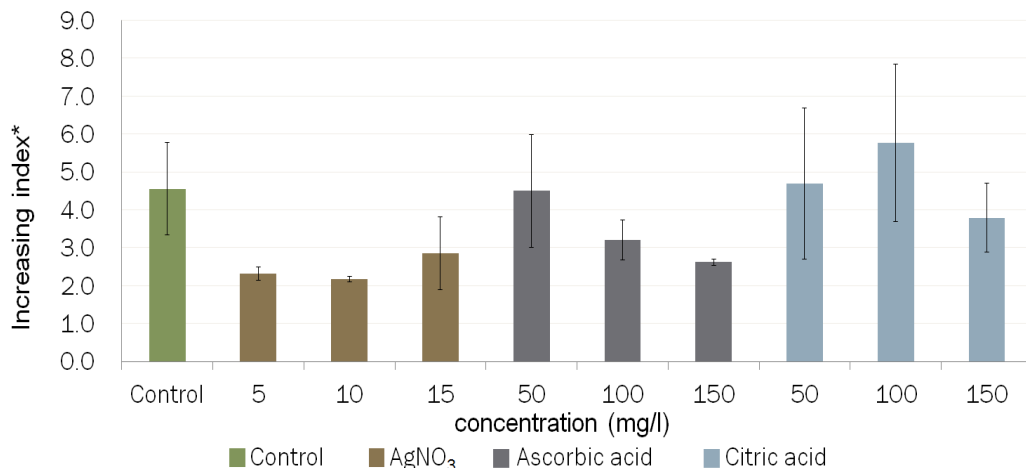


Fig. 1 Effect of AgNO₃, ascorbic acid and citric acid on the growth of bulb-scales in Red Flame after 4 weeks of culture
 * Increasing index: 4 weeks fresh weigh / 0 week fresh weigh

임 인편을 4주간 배양 후 배지가 갈변화 한 부위의 수를 측정하였다(Fig. 3A). 그 결과, 질산은 10 mg·l⁻¹ 처리 시 약 5% 미만으로 무처리구의 약 5.5%와 비교해서 다소 낮은 갈변율을 보였으나(Fig. 2), 통계적으로 유의성 있는 차이는 나타나지 않았다. 이러한 질산은 처리 시 절편체의 갈변율이 감소한 결과는 벼(Enríquez-Obregón et al. 1999), 피스타치오(Mederos-Molina and Trujillo 1999), 잠두(Abdelwahd et al. 2008), *Rosa clinophylla* (Misra and Chakrabarty 2009) 등의 연구에서도 비슷한 결과를 보였다.

비타민 C 처리의 경우 처리농도가 높아질수록 다른 처리구에 비해 갈변율이 현저히 낮아지는 것으로 나타났다(Fig. 2). 150 mg·l⁻¹ 처리 시 가장 낮은 1.5%의 갈변율을 보

여 주었다. Ko 등(2009)의 연구에서는 비타민 C가 소식물체 생산에 치명적인 갈변의 발생을 막을 뿐 아니라 발생한 갈변화의 진행을 막을 수 있다 보고하였다. Abdelwahd et al. (2008)의 잠두를 이용한 연구에서는 비타민 C 첨가가 절편체의 갈변을 방지하는데 효과적이었다고 보고하였다. 반면, 피스타치오에서는 갈변 및 괴사 방지효과가 나타나지 않았다(Mederos-Molina and Trujillo 1999).

구연산(3.5-4.5%)의 경우도 질산은 처리구에 비해 갈변율은 낮았으나 비타민 C 처리구 보다는 높은 갈변율을 보였다(Fig. 2). 포도(Roubelakis-Angelaki 1991), *Conostephium pendulum* (Antony et al. 2004), *Symonanthus bancroftii* L. Haegi (Panaia et al. 2000)에서 구연산의 첨가가 갈변화 방지에

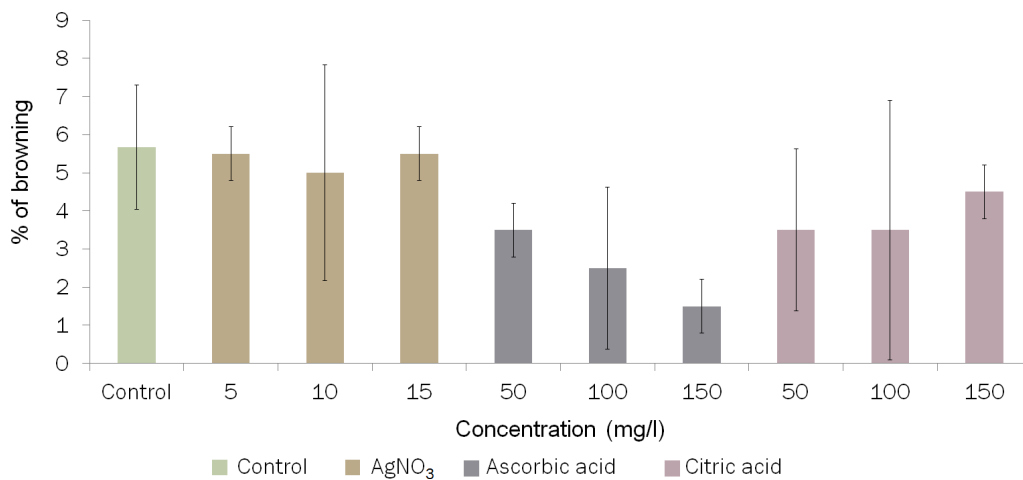


Fig. 2 Effect of addition agent on media with browning from bulb-scales culture of Red Flame after 4 weeks of culture

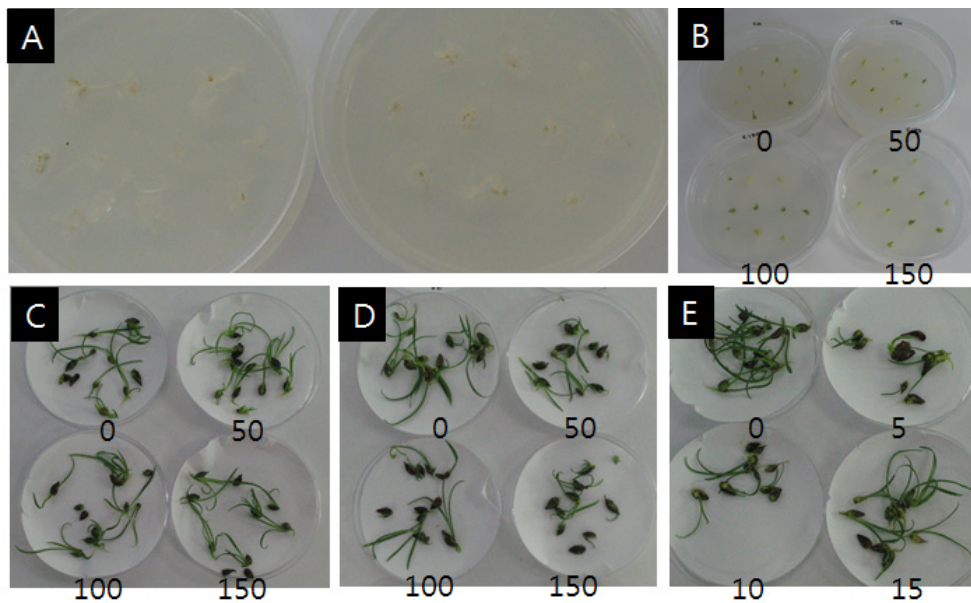


Fig. 3 Effect of AgNO₃, ascorbic acid and citric acid on regeneration and browning of bulb-scale in Red flame lily. A. Browning of culture medium using bulb-scales culture (control) B. Initial phase of Red flame in MS medium with citric acid (0 week). C. Regeneration of bulb-scale in citric acid after 4 weeks of culture. D. Regeneration of bulb-scale in ascorbic acid after 4 weeks of culture. E. Regeneration of bulb-scale in AgNO₃ after 4 weeks of culture

효과적임이 확인 되었다. 하지만 Antony et al. (2004)의 연구에서 구연산의 처리는 갈변 및 괴사는 감소하지만 체세포 배발생도 감소하는 효과를 보였다고 보고 하였다. 반면, 피스타치오에서는 갈변 및 괴사 방지효과가 나타나지 않았다(Mederos-Molina and Trujillo 1999).

Enriquez-Obregón 등(1999)의 연구에 의하면 벼에서 아그로박테리움 접종 전 비타민 C, 질산은을 단독 처리하거나 cysteine과 혼합하여 처리 시 22~74% 정도 생존율이 더 높았고, Mante and Tepper (1983)의 연구에서 마닐라삼 (*Musa textilis* Nee)에 비타민 C와 구연산, L-cystein을 함께 처리 하였을 때 페놀의 산화가 지연된다고 보고하였다. 또한 Panaia et al. (2000)의 연구에서 *Symonanthus bancroftii* L. Haegi 식물체를 이용하여 구연산, potassium citrate, L-cystein을 첨가한 배지에 배양한 경우에는 갈변 방지 효과가 나타나지 않은 반면 120분 이상 항산화제 용액(구연산, potassium citrate, L-cystein)에 침지한 경우 갈변화가 억제됨을 확인하여 단일 처리가 아닌 혼용 처리의 경우에도 갈변 방지에 효과적임을 확인하였다.

본 실험은 대포적인 에틸렌 합성 억제제인 질산은 (0, 5, 10, 15 mg·l⁻¹)과 갈변화 방지 물질인 구연산 및 비타민 C (0, 50, 100, 150 mg·l⁻¹)를 농도별로 처리하여 백합 기내 식물체의 생장에 미치는 영향에 대해 알아보려고 수행되었다. 실험 결과 질산은 과 비타민 C, 구연산 의 처리는 레드플레임의 갈변화 방지에는 효과적이거나, 레드플레임 인편의 재분화 및 생장에 있어 비타민 C와 질산은의 처리는 도움이 되지 못하였다. 이와는 반대로 구연산의 경우 레드플레임의 재분화 및 생장에 도움을 주는 것으로 나타났으며 150mg·l⁻¹ 이상에서는 저해되는 것으로 나타나 100 mg·l⁻¹ 구연산의 처리가 레드플레임의 갈변화 방지 뿐 아니라 재분화 및 생장에도 효율적임을 확인하였다.

적 요

본 연구 결과 질산은과 구연산 및 비타민 C의 처리는 레드플레임의 갈변화 방지에는 효과적이거나, 레드플레임 인편의 재분화 및 생장에 있어 비타민 C와 질산은의 처리는 효과적 이지 못하였다. 반면 구연산의 경우 레드플레임의 재분화 및 생장에 도움을 주는 것으로 나타났으나 150 mg·l⁻¹ 이상의 고농도에서는 생육이 저해됨을 보여 100 mg·l⁻¹ 처리가 나리의 재분화 및 생장에 가장 효율적임을 확인하였다. 또한 절편체의 갈변화를 감소시키는 부분에서는 비타민 C 150 mg·l⁻¹ 처리가 1.5%의 가장 낮은 갈변율을 나타내어 갈변화 현상 감소에 가장 적합한 처리구로 판단되었다. 본 실험결과는 향후 나리기내 식물체생산에 문제점으로 발생하는 갈변화 현상을 감소시키고 인편 재분화 및 생장을 촉진시켜 우량 나리 기내 묘의 대량

증식체계 확립을 통한 우량종구묘 생산체계 확립에 기여하여 농가 소득 향상에 도움이 될 것으로 판단된다.

References

- Abdelwahd R, Hakam N, Labhili M, Udupa SM (2008) Use of an adsorbent and antioxidants to reduce the effects of leached phenolics in in vitro plantlet regeneration of *faba bean* L. *Afri J Biotech* 7(8):997-1002
- Al-Khayri JM, Al-Bahrany AM (2001) Silver nitrate and 2-isopentyladenine promote somatic embryogenesis in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Scientia Hort* 89(4):291-298
- Anthony JM, Senaratna T, Dixon KW, Sivasithamparam K (2004) The role of antioxidants for initiation of somatic embryos with *Conostephium pendulum* (*Ericaceae*). *Plant Cell Tiss Org Cult* 78(3):247-252
- Arnaldos TL, Munoz R, Ferrer MA, Calderon AA (2001). Changes in phenol content during strawberry (*Fragaria x ananasa*, cv. Chandler) callus culture. *Physiol Plant* 113:315-322
- Beyer EM Jr (1976) A plant inhibitor of ethylen action on plants. *Plnat Physiol* 58:268-271
- Bhatia P, Ashwath N (2008) Improving the quality of in vitro culture shoots of tomato. *Biotechnology* 7(2):188-193
- Chi GL and Pua EC (1989) Ethylene inhibitors enhanced de novo shoot regeneration from cotyledons of *Brassica campestris* ssp. *Chinensis* (Chinese cabbage) in vitro. *Plant Sci* 64(2):243-250
- Chraibi BK, Larch A, Roustan JP, Fallot J (1991) Stimulation of shoot regeneration from cotyledons of *Helianthus annuus* by the ethylene inhibitor, silver and cobalt. *Plant Cell Rep* 10:204-207
- Enriquez-Obregón, GA, Prieto-Samsónov DL, Gustavo A, Pérez M, Selmán-Housein G, Vázquez-Padrón RI (1999) *Agrobacterium*-mediated Japonica rice transformation: a procedure assisted by an antinecrotic treatment. *Plant Cell Tiss Org Cult* 59(3):159-168
- Hatanaka T, Sawabe E, Azuma T, Uchida N, Yasuda T (1995) The role of ethylene in somatic embryogenesis from leaf discs of *Coffea canephora*. *Plant Sci* 107(2):199-204
- Hyde CL, Phillips GC (1996) Silver nitrate promotes shoot development and plant regeneration of chile pepper (*Capsicum annuum* L.) via organogenesis. *In Vitro Cell Dev Biol-Plant* 32(2):72-80
- Khalid M, Chraibi B, Latche A, Roustan JP, Fallot J (1991) Stimulation of shoot regeneration from cotyledons of *Helianthus annuus* by the ethylene inhibitors, silver and cobalt. *Plant Cell Rep* 10(4):204-207
- Kim TJ (1993) Wild flowers of Korean. Kyohakaksa, Seoul, Korea.
- Ko WH, Su, CC, Chen CL, Chao CP (2009) Control of lethal browning of tissue culture plantlets of *Cavendish banana* cv. *Formosana* with ascorbic acid. *Plant Cell Tiss Org Cult* 96(2):137-141
- Larue TAG, Gamborg OL (1971) Ethylene production by plant cell

- culture; Variation in during growing cycle and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant* 15:437-497
- Lee HS, Cho HJ, Kim BD (1995) Enhancement of shoot regeneration by ethylene inhibitors from cotyledon explant of *Brassica campestris* L. spp. *Pekinensis*. *Kor J Plant Tiss Cult* 22(5):267-271
- Mante S, Tepper HB (1983) Propagation of *Musa textilis* Nee plants from apical meristem slices in vitro. *Plant Cell Tiss Org Cult* 2(2):151-159
- Marton L, Brewse J (1991) Facile transformation of *Arabidopsis*. *Plant Cell Rep* 10:235-239
- Mederos-Molina S, Trujillo MI (1999) Elimination of browning exudate and in vitro development of shoots in *Pistacia vera* L. cv. mateur and *Pistacia atlantica* Desf. *Culture. Acta Soc Bot Pol* 68(1):21-24
- Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (2012) Statistics of floriculture cultivation in 2011
- Misra P, Chakrabarty D (2009) Clonal propagation of *Rosa clinophylla* Thory. through axillary bud culture. *Scientia Hort* 119(2):212-216
- Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant* 15:473-497
- Ozyigit II (2008) Phenolic changes during in vitro organogenesis of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) shoot tips. *Afr J Biotech* 7(8):1145-1150
- Ozyigit II, Kahraman MV, Ercan O (2007). Relation between explant age, total phenols and regeneration response of tissue cultured cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Afr J Biotechnol* 6(1):3-8
- Paek KY (2001) *Plant tissue culture techniques*, p. 466, Hyang-moon Publisher, Seoul, Korea
- Panaia M, Senaratna T, Bunn E, Dixon KW, Sivasithamparam K (2000) Micropropagation of the critically endangered Western Australian species, *Symonanthus bancroftii* (F. Muell.) L. Haegi (Solanaceae). *Plant Cell Tiss Org Cult* 63(1):23-29
- Park IS, Choi JD, Goo DH, Kim KW (2002) Elimination of viruses from virus-infected gladiolus plants through cormel tip and callus culture. *J Kor Soc Hort Sci* 43(5):531-535
- Park KI, K KW (2003) Obtaining of Lily Symptomless Virus-Free Stock by Callus Culture in Lilium Oriental Hybrids. *J Kor Soc Hort Sci* 44(5):786-789
- Purnhauser L, Medgyesy, P, Czako M, Dix PJ, Márton L (1987) Stimulation of shoot regeneration in *Triticum aestivum* and *Nicotiana plumbaginifolia* Viv tissue cultures using the ethylene inhibitor AgNO₃. *Plant Cell Rep* 6(1):1-4
- Roh KH, Lee KJ, Park JB, Lee SB, Suh SC (2010) Effect of cultivar and ascorbic acid on in vitro shoot regeneration and development of bombardment-mediated plastid transformation of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *J Plant Biotech* 37:77-83
- Roubelakis-Angelakis KA, Zivanovitch SB (1991) A new culture medium for in vitro rhizogenesis of grapevine (*Vitis* spp.) genotypes. *HortScience* 26(12):1551-1553
- Seo JN, HY Kim, SG Lee, HD Kang (2009) Effect of plant growth regulators on bulblets regeneration of *Lilium cernuum* K. *J of Agricul & Life Sci* 43(6):29-33
- Takasaki T, Hatakeyama K, Hinata K (2004) Effect of silver nitrate on shoot regeneration and *Agrobacterium*-mediated transformation of turnip (*Brassica rapa* L. var. rapifera). *Plant Biotechnol J* 21(3):225-228
- Woo JH, Nam HH, Choi KB, Park IS, Kim KW (2004) Elimination of lily symptomless virus through shoot apex culture in Lilium oriental hybrids. *Kor J Hort Sci Technol* 22:328-332
- Woo JH, Nam HH, Lee HS, Choi KB, Kim MH, Byun MS, Kim KW (2005) Elimination of lily symptomless virus through tissue culture and thermotherapy in lilium oriental hybrids 'Casa Blanca'. *J Kor Flower Res Soc* 13(4):341-346
- Yoo YK, Kim BW (2006) Effect of scale position and cutting condition on bulblet formation and growth in scaling of *Lilium* oriental hybrid 'Siberia' by use of perforated polyethylene film bag. *J Kor Soc People Plants Environ* 9(1):40-45