

## GA<sub>3</sub>에 의한 산호수의 화아형성과 착과 및 비대 증진효과

길미정 · 허은주\* · 권영순

국립원예특작과학원 화훼과

### Effect of GA<sub>3</sub> Treatment on Bud Formation, Fruit Set, and Enlargement in *Ardisia pusilla*

Mi-Jung Kil, Yeun-Joo Huh\*, and Young-Soon Kwon

Floriculture Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-440, Korea

**Abstract.** The objective of this study was carried out to investigate the proper plant growth regulator for increasing the number of flower, fruit set, and to enlarge the size of the berries in *Ardisia pusilla*. Flower bud formation was used rooted cutting, and fruit set, enlargement, and coloration of fruit were used with two years-old. GA<sub>3</sub> concentrations were treated with 0, 100, 200, or 400 mg·L<sup>-1</sup>. Flower bud formation was effective in 400 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> and it was 1.8 times greater than control. Plant growth regulators were applied by foliar spray at full bloom stage to increase the fruit set. As a result, GA<sub>3</sub> was the most effective for increasing fruit set. Also, auxins of 4-CPA (Tomatotone, Donbu hitech Co., Korea) and dichloprop triethanol amine (Antifall, Bayer Crop Science Co., Ltd., Korea) were effective. When GA<sub>3</sub> concentrations of 0.5 and 1.0 mg·L<sup>-1</sup> were used, fruit set (%) reached to 70% and 77%, respectively. Effectiveness of GA<sub>3</sub> was 1.8 times greater than control. Also, auxins, dichloprop triethanol amine increased to about 7-12% during fruit setting, but cytokinin and anti-gibberellin were ineffective. To investigate the fruit enlargement and coloration, GA<sub>3</sub> was treated with 0.3, 0.6, and 1.2 mg·L<sup>-1</sup>. Fruit enlargement was achieved to about 15% by GA<sub>3</sub> 0.6 mg·L<sup>-1</sup> when GA<sub>3</sub> was treated 3 times at the interval of 1 month per treatment when fruit size was about 2-3mm (after full-blooming two months). But anthocyanin contents for coloration of fruit skin were not significant according to GA<sub>3</sub> concentration. The results showed that GA<sub>3</sub> enhanced bud formation, fruit set and enlargement of fruit size in *Ardisia pusilla*.

**Additional key words:** auxin, coloration, flower abscission, fruit drop, full-bloom

### 서 언

자금우과는 한국, 일본, 중국 등이 원산지로서 500여종이 자생한다(Chen and Pipoly, 1996). 이 중 산호수(*Ardisia pusilla*)는 번식이 용이하고 비교적 따뜻한 기후에서 잘 자라며 실내 베란다에서 월동도 가능하다. 포복성 식물로서 보통 5-6월에 산형으로 개화하며, 착과된 열매는 비대해지면서 점점 붉은색을 띤다. 열매는 이듬해 3-4월까지 오랫동안 감상할 수 있어 지피 및 분화식물로서 특히 겨울철 실내조경에 많이 이용되고 있다(Conover and Poole, 1989). 그러나, 산호수는 화아형성 및 개화에 오랜 기간이 소요되며, 만개 1-3주

후에는 낙화현상이 나타나며, 또한 낙화되지 않은 꽃들은 수분·수정률이 낮을 뿐만 아니라, 수정이 되어도 곧 퇴화되어 약 70%가 성숙한 열매로 이행되지 못하는 등 개화수에 비해 착과율이 낮아 상품가치가 절하되고 있다(Lee et al., 2006). 산호수의 낙화 및 낙과는 포도, 감, 사과 등 과실수의 조기낙과와 비슷한 양상을 보이는데, 보통 조기 낙과의 원인으로서는 일조부족, 고온, 저온 등의 환경요인과 수세 약화 및 수분·수정 불량에 의한 생리적인 원인 등이 있다. 특히 과실수의 조기낙과는 체내의 호르몬이 깊이 관여하기 때문에 (Lee et al., 1996) 이를 방지하기 위해 GA, auxin, cytokinin 등의 생장조절제를 이용한 연구가 많이 진행되고 있다

\*Corresponding author: kilmj75@korea.kr

※ Received 7 June 2011; Accepted 7 October 2011. 본 연구는 농촌진흥청 연구사업의 지원에 의해 수행되었음.

(Zhang et al., 2008). Gibberellin은 배, 감나무, auxin은 토마토, 감귤, 포도 등의 착과와 과실발달에 효과적이라고 보고되고 있다(Nakagawa et al., 1973; Pharis and King, 1985; Yuda et al., 1983). Cytokinin은 세포분열 및 비대, 동화산물 이동과 단백질 합성 등에 관여함으로써 사과, 키위, 비파, 수박 등의 과실 발육에 효과적이며, N-(2-chloro-4-pyridinyl)-N'-phenylurea(CPPU)가 주로 이용되고 있다(Antognozzi et al., 1996). 산호수도 cytokinin류의 CPPU와 양액재배에 의해 개화 및 착과가 향상되었다고 보고된 바 있으나 아직은 그 연구가 미비한 실정이다(Lee et al., 2006; Shim et al., 2009). 따라서 본 연구는 다량 착과에 의한 산호수의 상품성을 향상시키기 위해 화아형성과 착과율 증진 및 열매비대에 효과적인 성장조절제와 농도를 선별하기 위해 수행하였다.

## 재료 및 방법

### GA<sub>3</sub> 처리농도에 따른 산호수의 화아 형성

GA<sub>3</sub> 농도별 처리에 따른 산호수의 화아 형성의 관계를 구명하기 위해 산호수 삼복말근묘를 2009년 8월부터 약 8개월 동안 16°C 이상으로 유지되는 국립원예특작과학원 유리온실(광도 25 ± 5 μmol·s<sup>-2</sup>·m<sup>-1</sup>)에서 생육하였으며, 2010년 4월 9일 원예용 상토(Sunshine Mix#4, Sun Gro Horticulture Canada Ltd.)를 이용하여 직경 10cm의 플라스틱 화분에 1주씩 이식하였다. 약 3주 후, 산호수의 화아가 형성되기 전인 4월 30일 유효성분 농도가 2%인 GA<sub>3</sub>(Young-II GA, Young-II Chemical Co., Ltd., Korea) 0, 100, 200과 400mg·L<sup>-1</sup> 엽면 살포하였다. 10개체씩 3반복으로 총 30주 처리하였으며, 생육특성, 화아수 및 개화소요일수 등을 조사하였다.

### 성장조절제에 따른 산호수의 착과율 증진

성장조절제에 따른 산호수의 착과율을 구명하기 위해 2

년생 산호수를 사용하였다. 산호수의 평균 초장, 엽수 및 엽폭은 23.8 ± 1.4cm, 67.5 ± 5.8개, 33.2 ± 1.8cm이었으며, 구입 후 원예용상토(Sunshine Mix#4, Sun Gro Horticulture Canada Ltd.)를 이용하여 20cm 플라스틱 화분에 이식하였으며, 국립원예특작과학원 유리온실(온도 26 ± 3°C, 광도 90 ± 5 μmol·s<sup>-2</sup>·m<sup>-1</sup>)에서 재배하였다. 성장조절제는 GA<sub>3</sub> 1종류, auxin 2종류, anti-GA 2종류, cytokinin 2종류를 각각 2개 농도로 조성하였으며(Table 1), 각 성장조절제의 특성은 Table 1과 같다. 처리는 산호수 만개기(6월 23일)에 7개체씩 3반복으로 총 21주를 엽면 살포(화분당 10mL)하였다. 착과율은 성장조절제 처리전 화아수에서 처리 2주 후 착과된 열매수의 차이를 계산하여 백분율로 나타내었다.

### GA<sub>3</sub> 처리에 따른 산호수 열매의 비대 및 착색 증진 효과

산호수 열매의 비대증진 및 착색 효과를 알아보기 위해 열매의 지름이 약 2-3mm일 때(8월 24일) GA<sub>3</sub> 0, 0.3, 0.6, 1.2mg·L<sup>-1</sup> 엽면 및 열매에 한달 간격으로 3회 살포하였다. 실험전과 GA<sub>3</sub> 처리 1개월 후마다 3개월 동안 화분당 가장 큰 열매 5개의 과경을 측정하였으며, 처리당 9개씩 3반복으로 총 27주를 조사하였다. 착색정도는 안토시아닌을 측정하여 비교하였으며, 안토시아닌 농도의 측정을 위해 GA<sub>3</sub> 처리구와 대조구 열매를 각 처리 농도별로 11월 29일 채취하여 1% HCl-MeOH 10mL을 첨가한 후 4°C 암조건에서 24시간 추출하였다. 농도 분석은 530nm에서 추출된 시료의 흡광도가 최대 1.2를 넘지 않도록 희석한 후 측정하여 mg·g<sup>-1</sup>(fw)로 나타냈으며, 각각 5반복으로 분석하였다.

### 통계분석

GA<sub>3</sub> 처리에 따른 화아수, 초장, 엽수, 열매 비대율, 착과수 및 안토시아닌 함량 등의 통계분석 및 유의성 검정은 SAS 프로그램(SAS 9.1, SAS institute Inc., USA) Duncan

**Table 1.** Plant growth regulator and concentration used for improving fruit set in *Ardisia pusilla*.

PGRs <sup>z</sup>	Agrochemical active ingredient	Content <sup>y</sup> (%)	Product name	Corporation (Country) <sup>x</sup>	Concentration (mg·L <sup>-1</sup> )
Auxin	4-CPA	0.15	Tomatotone	Donbu hitech (Korea)	5, 10
	Dichloprop triethanol amine	4.50	Antifall	Bayer Crop Science (Korea)	0.5, 1
Cytokinin	6-benzylaminopurine	0.30	Young-II BA	Young-il chemical (Korea)	1.25, 2.5
	Thidiazuron	0.10	Gross	Bayer Crop Science (Korea)	0.5, 1
Anti-gibberellin	Prohexadione-calcium	20.00	Viviful	Kyung-nong (Korea)	0.125, 0.25
	Mepiquat chloride	44.00	Furasta	Arysta Life Science (USA)	2, 4
Gibberellin	Gibberellin acid + Prohydrojasmon	2.00	Young-II plus	Young-il chemical (Korea)	1.25, 2.5

<sup>z</sup>PGRs: plant growth regulators.

<sup>y</sup>Content (%) of agrochemical active ingredient.

<sup>x</sup>Producing country of plant growth regulator used in experiment.

**Table 2.** Plant growth and flowering according to GA concentration in *Ardisia pusilla*.

GA concentration (mg·L <sup>-1</sup> )	Plant height (cm)	No. of leaf (ea)	No. of floral bud (ea)	Days to flowering
0	20.9 a <sup>z</sup>	11.1 a	5.6 c	36.3 c
100	21.1 a	11.1 a	7.2 b	37.9 bc
200	20.0 a	11.2 a	6.4 bc	41.8 a
400	20.7 a	10.8 a	10.8 a	39.5 b

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



**Fig. 1.** Flower bud formation by GA treatment concentrations (0, 100, 200, 400 mg·L<sup>-1</sup>) in *Ardisia pusilla*. GA was applied on leaves before visible flower buds were formed.

의 다중검정  $\alpha = 0.05$  수준에서 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### GA<sub>3</sub> 처리농도에 따른 산호수의 화아 형성

화아형성 전 GA<sub>3</sub> 처리는 산호수의 화아수를 증가시키는 것으로 나타났다. 화아수는 GA<sub>3</sub> 400mg·L<sup>-1</sup>에서 가장 많이 형성되었으며, 대조구에 비해 약 1.8배 증가되었다(Table 2 and Fig. 1). 이는 장일처리와 비슷한 효과로, 뿌리활력 등의 생리활성 및 광합성 증진에 따른 것으로 보고된 바 있다 (Cheong et al., 2007). GA<sub>3</sub> 200mg·L<sup>-1</sup> 처리한 경우에도 대조구보다 약간 증가하였지만, GA<sub>3</sub> 처리구 중에서는 화아가 가장 적게 생성되었다. 그러나, 개화기는 모든 GA<sub>3</sub> 처리구에서 지연되었으며, 400mg·L<sup>-1</sup> 처리에는 대조구보다 약 3일, 200mg·L<sup>-1</sup> 처리에는 약 5.5일 늦게 개화되었다. 즉, GA<sub>3</sub>는 산호수 화아수 증가에는 효과가 있었지만, 개화소요일수는 더 요구되는 것으로 나타났다(Table 2). 반면, 초장과 엽수는 GA<sub>3</sub>의 처리 유무 및 농도에 따른 차이가 없는 것으로 보아 식물생육에 큰 영향을 주지 않는 것으로 생각되었다. 하지만 개화 전 국화에 GA<sub>3</sub> 500mg·L<sup>-1</sup>, 아잘레아에 GA<sub>3</sub>

1,000mg·L<sup>-1</sup> 처리는 오히려 개화시기가 각각 1-2일, 12-34일 정도 빨라진 것으로 보아 식물종류 및 처리시기에 따라 개화시기가 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다(Hwang et al., 2010; Martin et al., 1960).

한편 대조구 및 GA<sub>3</sub> 처리구 모두 화아형성 후 개화는 되었지만 열매는 형성되지 않았다(Data not shown). 카네이션, 장미, 국화 등도 GA<sub>3</sub>에 의해 화아수는 증가되었으나 자방의 비대현상이 억제, 퇴화되어 종자가 불량해지거나 단위결과가 유도되었다고 보고된 바 있다(Dennis, 1970; Green, 1980; Williams and Latham, 1969). 그러나 본 실험에서는 GA<sub>3</sub> 처리구 뿐만 아니라, 대조구도 착과가 이루어지지 않은 것으로 보아, GA<sub>3</sub>에 의한 착과 불량보다는 착과에 필요한 양분부족이나 유리온실내의 광도가 착과를 유도하기에 너무 낮아 나타난 결과로 생각된다. 따라서 화아수 형성을 위해 보다 적절한 GA<sub>3</sub> 농도를 구명하기 위해서 400mg·L<sup>-1</sup> 이상의 처리 실험과 GA<sub>3</sub> 처리 후 비료 및 광도 등에 관한 실험이 추가적으로 필요하다고 판단되었다.

### 생장조절제 처리에 따른 산호수의 착과율 증진

생장조절제 종류 및 농도에 따른 산호수의 착과율을 구명하기 위해 만개기에 생장조절제를 처리한 결과 GA<sub>3</sub>와 auxin 처리구가 가장 효과적이었다. GA<sub>3</sub>는 0.5와 1.0mg·L<sup>-1</sup> 처리시 착과율이 각각 약 70%와 77%로 대조구보다 약 1.8배 높았으며, GA<sub>3</sub> 각 처리간에 통계적으로 유의성은 없었지만 농도가 높을 때 더 효과가 있는 것으로 나타났다. Auxin중에서도 4-CPA의 Tomatotone은 대조구보다 착과율이 감소된 반면, dichloprop triethanol amine성분을 가진 Antifall은 대조구보다 착과율이 약 7-12% 증가되었다. 그러나 GA<sub>3</sub>보다는 약 35% 이상 효과가 낮았다. Coggins and Lovatt(2004)에 의하면 GA와 auxin류에 의한 낙과방지는 cellulase와 같은 가수분해 효소합성을 억제하고, 탈리층의 세포들을 유지함으로써 유지된다고 하였다(Michael et al., 1999). 또한 cytokinin 작용을 하는 BA와 Gross, anti-GA 작용을 하는 Furasta와 Viviful은 착과율이 대조구와 비슷하거나 오히려 약 3-6% 낮았다. 위 결과로 보아 같은 작용을 하는 생장조절

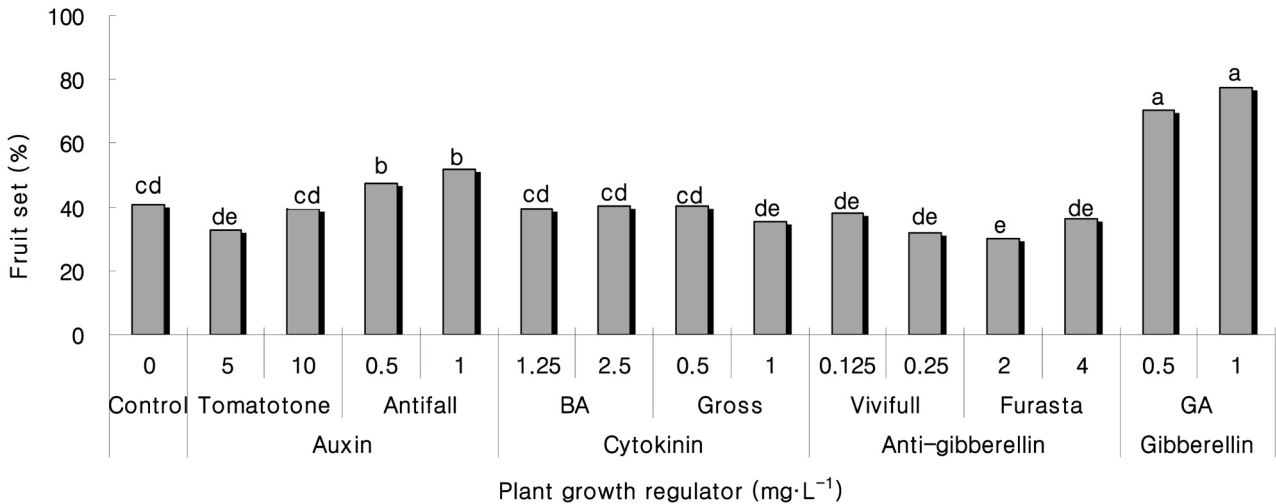


Fig. 2. Fruit set rate according to plant growth regulator and concentration in *Ardisia pusilla*. Mean with different letters were significantly at the 5% level as determined by Duncan's multiple range test.



Fig. 3. Fruit set with control (A) and GA treatment (B) in *Ardisia pusilla*. GA was applied on leaves and fruits when flowers were in full-bloom.

제라도 제품의 유효성분에 따라 그 효과가 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다. 재배 기간 동안 산호수는 일반적으로 결과지당 꽃이 평균 4-5개 정도 개화하였고, 만개 후에는 꽃잎만 떨어뜨린 후 퇴화되거나 열매가 되었다. 그러나 착과가 되어도 열매의 지름이 약 2mm가 되기 전 낙과되는 것들이 많아 결국 열매로 성장하는 것은 결과지당 평균 2개 이하로 낮은 착과율을 보였다(Fig. 2). 그러나 GA<sub>3</sub>를 처리한 산호수의 결과지는 열매가 가지당 3-4개로 착과율이 약 1.8배 증가되었다(Fig. 3). 일반적으로 배, 사과와 같은 과실수는 auxin이 수분·수정 후 착과 유도 및 증진에 관여를 한다고 보고된 바 있으나(Kondo and Hayata, 1995; Kondo et al., 2004; Larsen and Tung, 1950; Pharis and King, 1985), 본 연구에서는 auxin보다 GA<sub>3</sub> 처리구에서 더 효과가 있었다. 산호수와 같이 자가 또는 타가 수분이 잘 이루어지지 않는 감나무도 GA<sub>3</sub>에 의해 착과율이 향상되는 것으로 나타났는데, 이는 GA<sub>3</sub>가 인공수분 효과를 대체하여 나타난 결과라고 보고된 바 있다(Yamamura et al., 1982). 즉, 감나무의 낙과를 일으키는 탈리현상은 개화시기에 화경과 꽃받침 사이에서 형성

되는 ABA에 의한 것으로 ABA층은 만개 7-10일 후 완성되기 때문에 만개 시 GA를 처리하면 감나무의 낙과가 방지된다고 하였다(Sobajima and Takagi, 1968). 따라서 GA<sub>3</sub>에 의한 산호수의 착과증진 효과도 감나무와 같이 탈리현상이 억제되었거나 인공수분의 대체효과가 나타난 것으로 판단되었다.

#### GA<sub>3</sub>에 의한 산호수 열매의 비대 및 착색 증진 효과

산호수 열매는 처음에는 녹색을 띠다가 지름이 약 5mm 정도 되면 변색기가 시작되어 점차 붉은 색으로 착색될 뿐만 아니라, 열매 비대도 이루어진다. 열매 비대 및 열매 무게는 세포 수 및 세포분열 증가에 따라 증대되며, 특히 만개 이후인 세포분열기에 GA를 살포하면 세포 수 증가에 따라 비대가 향상되며(Zang et al., 2008), 안토시아닌 형성을 촉진하여 착색이 증진된다고 보고된 바 있다(Lee et al., 1996). 본 실험에서도 착과율 증진에 가장 효과적이었던 GA<sub>3</sub>를 착과 후 1달 간격으로 3회 처리한 후 열매 비대율을 조사한 결과, GA<sub>3</sub> 0.6mg·L<sup>-1</sup> 처리구가 대조구보다 약 15% 향상되었다. 그러나 본 실험에서 GA<sub>3</sub> 처리구 및 대조구의 3개월 동안의 열매 비대 변화 경향은 GA<sub>3</sub> 처리 유무에 관계없이 비슷한 것으로 나타났다. 즉, GA<sub>3</sub> 처리에 관계없이 실험 개시 1달까지는 처리간 변화가 거의 없었고, 2달 이후 비대증가량이 약 4배 정도 증가하였으며, 3달 이후에는 실험초기보다 약 8배 이상 증가하여, 산호수 열매는 착과 후 시간이 지날수록 비대속도가 점점 빨라지는 것을 볼 수 있었다. 또한 GA<sub>3</sub> 농도에 따른 비대정도는 2회 처리까지 차이가 없었으나, 3달 이후 0.6mg·L<sup>-1</sup>에서 비대가 더욱 향상되었다(Fig. 4). 따라서 3달 이후에도 GA<sub>3</sub>를 지속적으로 처리하면 비대

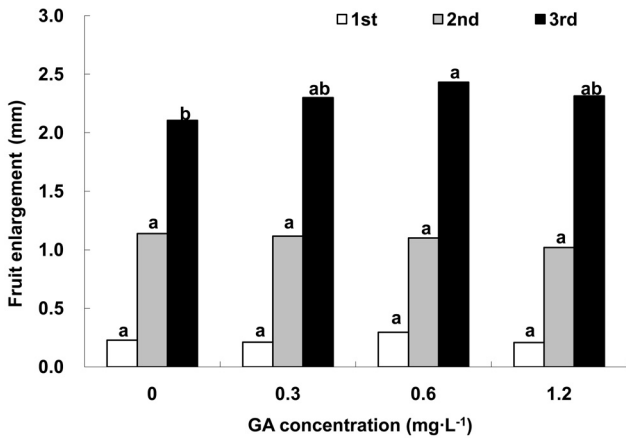


Fig. 4. Fruit enlargement according to GA concentration in *Ardisia pusilla*. Mean with different letters were significantly at the 5% level as determined by Duncan's multiple range test. 1st, 2nd, and 3rd were the number of GA treatment.

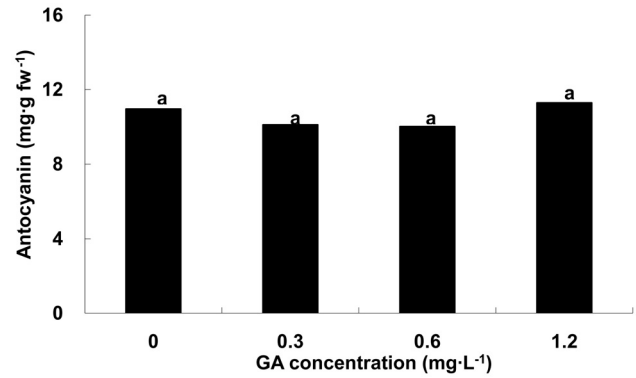


Fig. 5. Anthocyanin content according to GA concentration in *Ardisia pusilla*. Anthocyanin contents were measured using skin of the fruits. Mean with different letters were significantly at the 5% level as determined by Duncan's multiple range test.

율이 더 향상될 수 있을 것이라 판단된다. 비대율 증가와 함께 GA<sub>3</sub> 처리에 따른 열매의 착색정도를 알아보기 위해 GA<sub>3</sub> 3차 처리 1달 후 과피의 안토시아닌을 분석한 결과, GA<sub>3</sub> 처리에 따른 유의성이 없는 것으로 나타났다(Fig. 5). 즉, 산호수에 있어서 GA<sub>3</sub> 처리는 착과 및 열매비대에는 효과가 있으나, 착색에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

## 초 록

GA<sub>3</sub>에 의한 화아수 증진효과는 산호수 1년생, 성장조절제의 종류 및 농도에 따른 착과, 비대 및 착색 증진효과는 산호수 2년생을 사용하여 본 실험을 수행하였다. 그 결과, 화아수는 400mg·L<sup>-1</sup> 처리구에서 가장 많았으며, 이는 대조구보다 약 1.8배 많이 형성되었다. 착과율 증진을 위해 산호수 만개시기에 성장조절제를 처리한 결과, GA<sub>3</sub>와 auxin 처리구의 착과율이 증진되었으며, 이 중 GA<sub>3</sub>가 더 효과적이었다. GA<sub>3</sub>에 의한 착과율은 0.5와 1.0mg·L<sup>-1</sup> 처리시 각각 약 70%와 77%로 대조구보다 약 1.8배 증가되었다. 또한 Auxin 중 Dichloprop triethanol amine도 약 7-12%가 향상되었지만, cytokinin과 anti-GA는 효과가 없었다. GA<sub>3</sub>에 의한 산호수 열매 비대효과를 알아보기 위해 만개 2달 후 열매 지름이 약 2-3mm되었을 때 0.3, 0.6, 1.2mg·L<sup>-1</sup>를 1달 간격으로 3회 처리한 결과, 0.6mg·L<sup>-1</sup>에서 약 15% 향상되었다. 그러나, 과피의 안토시아닌 측정에 의한 착색정도는 GA<sub>3</sub> 처리농도에 따라 유의한 차이가 없었다. 즉, 산호수에 있어서 GA<sub>3</sub>는 화아수, 착과, 열매 비대를 증진시키는데 효과적인 것으로 나타났다.

추가 주요어 : 옥신, 착색, 낙화, 낙과, 만개

## 인용문헌

- Antognozzi, E., A. Battistelli, F. Famiani, S. Moscatello, F. Stanica, and A. Tombesi. 1996. Influence of CPPU on carbohydrate accumulation and metabolism in fruits of *Actinidia deliciosa* (A. Chev.). *Sci. Hort.* 65:37-47.
- Chen, C. and J.J. Pipoly. 1996. Myrsinaceae, p. 1-38. In: Z. Wu and P.H. Raven (eds.). *Flora of China*. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, MO, USA.
- Cheong, D.C., H.C. Lim, K.C. Kim, and Y.J. Song. 2007. Effect of long day and foliar application of GA<sub>3</sub> on growth and rosette formation of *Gypsophila paniculata*. *Flower Res. J.* 15:212-216.
- Coggins, C.W. and C.J. Lovat. 2004. *Pest management guidelines: Citrus* UC Publication 3441, University of California, Riverside, California.
- Conover, C.A. and R.T. Poole. 1989. Production and use of *Ardisia crenata* as a potted foliage plant. *Foliage Dig.* 12:1-3.
- Dennis, F.G. 1970. Effects of gibberellins and naphthalene acetic acid on fruit development in seedless apple clones. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:125-128.
- Green, D.W. 1980. Effect of silver nitrate, aminoethoxyvinylglycine, and gibberellins A<sub>4+7</sub> plus 6-benzyl-aminopurine on fruit set and development of 'Delicious' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:707-720.
- Hwang, I.T., K.C. Cho, H.G. Kim, G.Y. Ki, B.K. Yoon, J.G. Kim, T.H. Han, J.H. Lee, and Y.K. Yoo. 2010. Effects of stock plant management and foliar spray of GA on the flower quality in hydroponically grown *Chrysanthemum* cv. 'Shinma'. *Flower Res. J.* 18:256-260.
- Kondo, S., K. Settsu, and A. Jitratham. 2004. How application times of 2,4-DP influence the ripening capacity of 'La France' pears. *HortScience* 39:101-104.
- Kondo, S. and Y. Hayata. 1995. Effects of AVG and 2,4-DP on preharvest drop and fruit quality of 'Tsugaru' apples. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 64:275-281.
- Larsen, P. and S.M. Tung. 1950. Growth-promoting and growth-retarding substances in pollen from diploid and triploid apple varieties. *Bot. Gaz.* 111:436-447.

- Lee, C.H., D.H. Han, and S.B. Kim. 1996. Effects of GA<sub>3</sub> and fulmet (KT-30) on fruit set and quality in 'Kyoho' grapes. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:686-690.
- Lee, C.H., S.Y. Choi, and D.W. Lee. 2006. Effects of fruit drop and polyembryony of *Ardisia pusilla* as influenced by calcite, promalin, and 2,4-DP. *Hort. Environ. Biotechnol.* 47:93-99.
- Lee, C.H., O.K. Kwon, and K.S. Lee. 2006. N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea promotes fruit set of *Ardisia pusilla*. *Hort. Environ. Biotechnol.* 47:85-92.
- Martin L.A., S.C. Wiggans, and R.N. Payne. 1960. The use of gibberellic acid to break flower and dormancy in azaleas. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 76:590-593.
- Michael, F.A., W. Charles, C.J. Coggins. 1999. The efficacy of five forms of 2,4-D in ontrolling pre-harvest fruit drops in citrus. *HortScience* 81:266-277.
- Nakagawa, S., I. Kiyokawa, H. Matsui, and H. Kurooka. 1973. Fruit development of peach and Japanese pear as affected by destruction of the embryo and application of gibberellins. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 37:104-112.
- Pharis, R.P. and R.W. King. 1985. Gibberellins and reproductive development in seed plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 36:517-568.
- Shim, M.S., S.Y. Choi, S.K. Park, and O.K. Kwon. 2009. Growth responses and nutrient absorption characteristics of *Ardisia* pot plants in two growth stages as influenced by nutrient solution strengths. *Hort. Environ. Biotechnol.* 50:525-531.
- Sobajima, Y. and M. Takagi. 1968. Investigations on the cause and control of physiological dropping and abscission layer formation. *Sci. Rep. Kyoto Prefect. Univ. Agric.* 20:1-11.
- Williams, M.W. and D.S. Letham. 1969. Effect of gibberellins and cytokinins on development of parthenocarpic apples. *HortScience* 4:215-216.
- Yamamura, H. 1982. Effects of pollination and fertilization on fruit set in 'Saijo' Japanese persimmon. *Bull. Fac. Agric. Shimane Univ.* 16:8-13.
- Yuda, E., M. Hirakawa, I. Yamaguchi, N. Murofushi, and N. Takahashi. 1983. Fruit set and development of three pear species induced by gibberellins. *Acta Hort.* 137:277-284.
- Zhang, C., U. Lee, and K. Tanabe. 2008. Hormonal regulation of fruit set, parthenogenesis induction and fruit expansion in Japanese pear. *Plant Growth Regul.* 55:231-240.