

Effect of Foliar Application of Gibberellic Acid and Machine Oil Emulsion Mixture on Flowering and Fruit Quality of Satsuma Mandarin (*C. unshiu* Marc. cv. Miyagawa) Cultivated on Open Fields

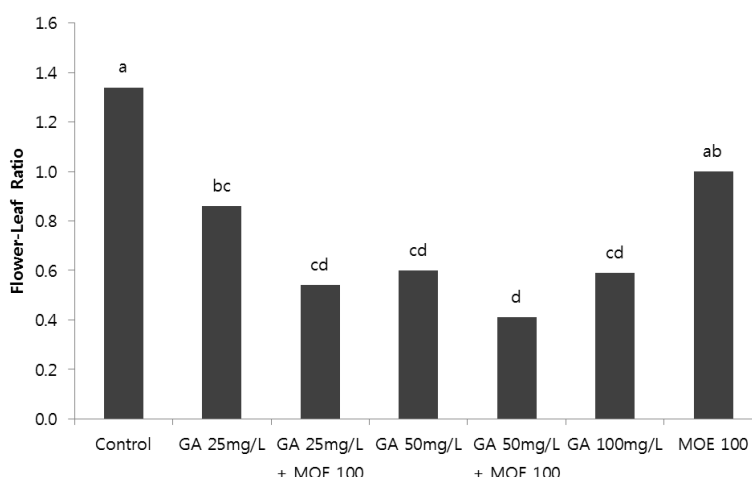
Seok-Beom Kang*, Young-Eel Moon, Seung-Gab Han, and Young-Hun Choi

Citrus Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Seogwipo, 699-946, Korea

(Received: November 4 2014, Revised: November 14 2014, Accepted: November 14 2014)

In satsuma mandarin (*C. unshiu* Marc. cv. Miyagawa), alternate bearing is frequently occurred. It is very difficult to control and maintain the optimum production because satsuma mandarin is a very sensitive citrus cultivar. We carried out the experiment to find out the effects of foliar application of gibberellic acid (GA₃) and machine oil emulsion mixture on flowering and fruit quality of satsuma mandarin grown on open field. The treatments were composed of control (no application), GA₃ (25, 50 and 100 mg·L⁻¹), machine oil emulsion 100 times and mixture of GA₃ (25 and 50 mg·L⁻¹) with machine oil emulsion 100 times on 16 year-old 'Miyagawa' satsuma mandarin on December 30, 2012. Foliar application of GA₃ during winter season led to a reduction of the flowering in the following year. GA₃ decreased flowering in dose dependant manner. However, application of GA₃ and machine oil emulsion (100 times-diluted mixture) inhibited effectively the flowering compared to GA₃ only. Also, flower-leaf ratio was significantly decreased by the application of GA₃ 25 (0.54) and 50 (0.41) mg·L⁻¹ with machine oil emulsion mixture in comparison to GA₃ 25 (0.86) and 50 (0.60) mg·L⁻¹ only. The number of leaves per fruit increased in application of GA₃ and machine oil emulsion mixture as concentration of GA₃ increased. Fruit weight and sugar-acid ratio also increased in comparison to the control whereas fruit size, soluble solid content and acidity remained unchanged. From the results, it was suggested that GA₃ application can reduce the number of flowers on the alternate bearing of satsuma mandarin. Moreover, application of GA₃ (25 and 50 mg·L⁻¹) with machine oil emulsion 100 times mixture can reduce the flowering effectively without altering fruit maturity and soluble solid contents. Therefore, it can be concluded that the application of GA₃ 25 and 50 mg·L⁻¹ with machine oil emulsion 100 times might be useful in controlling alternate bearing in satsuma mandarin.

Key words: GA₃, Alternate bearing, Flowering, Fruit quality



Effect of foliar application of GA₃ and machine oil emulsion mixture on the flower-leaf ratio of 'Miyagawa' satsuma mandarin in open field. ^aDMRT at $p = 0.05$. ^bDate: May 6, 2013. ^cMOE 100: Machine Oil Emulsion 100 times.

*Corresponding author : Phone: +82647304173, Fax: +82647304111, E-mail: hortkang@korea.kr

§Acknowledgement: Both authors contributed equally to this work and are considered as co-first authors.

Introduction

해거리는 착과량이 너무 많을 때 다음해 착과량이 급감하는 과수에서 빈번하게 발생하는 생리적인 현상으로 온주 밀감은 해거리가 자주 발생하는 과종 중의 하나이다 (Iwahori and Oohata 1981; Ogata, et al., 1995). 그러나 해거리는 착과량을 적정하게 유지하였을 때는 발생하지 않지만 착과량을 조절하지 않고 방치하였을 때는 과중에 관계없이 발생된다. 특히 착과량이 적어지면 감귤은 과일이 너무 커져 상품성이 감소하게 되며, 또는 너무 많게 되면 과일이 작아져 비상품과가 될 수 있기에 적정한 크기의 상품과일 생산을 위해서는 착과량을 적정하게 유지하는 게 감귤재배에 있어서 매우 중요하다.

감귤에서는 해거리를 경감하기 위해 전통적으로 기계적인 손적과 (Falivene and Hardy, 2008a)를 많이 이용하였으나 비용발생이 많아 최근에는 착과량을 효율적으로 줄이기 위해 화학적인 적과방법 (Iwahori and Oohata, 1976; Falivene and Hardy, 2008b)을 시도하고 있다. 그러나 화학적인 방법들도 외부 기상환경의 영향을 민감하게 받기에 착과량을 효과적으로 조절하는 것은 쉽지가 않다. 한편, 최근에는 감귤에서 착화량을 효율적으로 조절하기 위해 성장조정제로 이용되는 지베렐린의 이용성에 대한 연구들이 이뤄지고 있다. 지베렐린은 작물의 영양생장에 필수적인 식물호르몬으로 감귤류의 부피경감, 수확기 연장 및 저장성 증진 (Greany et al., 1994; Pozo et al., 2000)에도 이용되어 지고 있다. 또한 성장조정제인 지베렐린은 과수재배에서 다양한 용도로 이용되는데 포도에서는 거봉과 같은 대립계 포도의 무핵화 (Lee et al., 1997)를 위해 이용되고 있으며 배에서는 유과기에 도포하여 과실비대 (Lee and Lee., 2006)를 촉진하기 위해 이용되고 있다. 그러나 이러한 지베렐린이 감귤의 꽃눈분화기에 수관 살포로 꽃눈발생을 억제하여 다음해 착화량을 줄였다는 보고들이 있다 (Guardiola et al., 1977; Hirose 1968; Iwahori, 1978; Moss, 1970; Pharis and King, 1985; Takaki et al., 1989; Moon et al., 2003; Kang et al., 2013). 반면 작물에서 영양생장을 조절하는 지베렐린은 고농도로 이용하게 되면 착색이 지연되는 문제가 발생되기 쉽다. Kang et al. (2013)은 노지 궁천조생 감귤에서 지베렐린 처리로 착화량 감소로 착과량이 줄어 들었으나 수확기 과실의 당 함량도 일부 낮아졌다고 보고하였다. 한편, 제주 감귤재배에서 응애류의 방제 (Huang and Zhang, 1990)에 주로 이용되는 기계유유제는 지베렐린과 혼용살포시 그 영향이 오래 지속된다는 보고가 있다 (Takahara et al., 1989).

본 연구는 ‘궁천’ 조생 온주밀감의 꽃눈발생에 미치는 지베렐린과 기계유유제의 엽면살포 효과를 검증하고 수확기 과실품질에 미치는 영향을 구명하여 노지 감귤의 해거리 경감 기술을 개발하기 위한 기초자료를 만들기 위해 수행하였다.

Materials and Methods

실험재료는 제주특별자치도 서귀포시 남원을 하례리에 위치한 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장에서 관리되고 있는 재식간격이 4 m × 3 m인 탕자대목에 접목된 16년생 ‘궁천’ 조생 온주밀감 (*Citrus unshiu* Marc. cv. Miyagawa)을 이용하였으며 포장관리는 국립원예특작과학원 감귤시험장 포장관리에 준하여 하였다. 시험처리를 위해 생육과 착화량이 균일한 28주의 나무를 선정하여 7처리 4반복의 난괴법으로 2012년 12월부터 2013년 12월까지 시험을 수행하였다.

시험처리 시험처리는 무처리구인 대조구를 포함해서, GA₃ (Sigma chemical co., USA) 단용처리 (25, 50, 100 mg·L⁻¹), 기계유유제 (한국삼공, 95%) 100배, GA₃ 25 mg·L⁻¹ + 기계유유제 100배, GA₃ 50 mg·L⁻¹ + 기계유유제 100배의 7처리를 과실 수확이 끝난 2012년 12월 30일에 1회 주당 7L씩 수관 전체에 걸쳐 고무 분무기를 이용하여 엽면 살포하였다. 처리시에는 시험처리가 끝난 후 엽면에 살포된 지베렐린 (GA₃) 약제가 충분히 수체에 흡수되도록 처리후 1~2일내에 비나 눈이 오지 않는 날을 선정하여 처리를 하였다.

착화량 및 착과량 조사 착화량은 1주당 동서남북 4방위에서 잎이 200~300매 달린 4개의 측지를 표지하여 전체의 잎수를 센 후 5월 6일 꽃이 만개되기 전에 꽃수를 조사하여 그 비율을 구엽 1매당 꽃수와 열매 1개당 잎수로 산정하였다. 착과량은 동일한 조사가지에 대해 2차 생리적 낙과가 끝난 후 착과된 과실수와 착엽된 잎수를 7월 23일에 조사하였다.

과실품질 조사 수확 당일에 각 나무당 10과씩을 무작위로 선정하여 과실의 형경과 중경은 버니어캘리퍼스로 측정하고, 착색도는 색차계 (CR-400, Minolta, Japan)을 이용하여 각 과실의 적도면 3곳에 대해 Hunter's a값을 측정 후 평균값으로 나타내었다. 같은 과실에 대해 과중을 측정 한 과피를 벗기고 과육중을 잴으며 과피두께는 각각의 과실 껍질 4개를 모아서 버니어캘리퍼스로 측정 후 평균하였다. 과육 시료를 착즙 후 당 함량은 굴절당도계 (PR-101, Atago, Japan)로 측정하였으며 산 함량은 5 mL의 과즙에 증류수 20 mL를 넣고 0.1 N NaOH으로 pH 8.1에 이르기 까지 들어가는 적정량을 구연산으로 환산하였다. 과실의 당산비는 당도에 산 함량을 나눠 값을 구하였다.

통계처리 본 시험에서 얻어진 자료에 대해서 통계프로그램 SAS Enterprise Guide 3.0을 이용하여 던칸다중검정 ($p = 0.05$)으로 처리간의 유의성을 분석하였다.

Results and Discussion

노지 온주밀감 주요 품종인 ‘궁천’ 조생의 해거리 경감을 위하여 과수에서 성장조정제로 이용되는 지베렐린과 병해충 방제에 이용되는 기계유유제를 이용한 착화량 조절을 위해 시험을 수행하였다. Iwahori and Oohata (1981)은 온주밀감에서 겨울철 지베렐린 처리로 익년 봄의 손적과를 감소시킬 수 있었다고 보고하였다. 노지감귤의 꽃눈분화가 이뤄지는 겨울철에 처리별 지베렐린과 기계유유제 혼용처리가 착화에 미치는 영향은 Table 1에 나타내었다. 대조구에 비해 지베렐린 처리에 의해 꽃수는 감소하였는데 구엽수는 처리간 차이가 없었다. 그에 따라 처리간 화엽비를 조사한 결과 대조구는 1.34로 착화량이 많았으나 지베렐린 농도가 높아짐에 따라 착화량은 감소하여 지베렐린 단용처리시 50 mgL⁻¹와 100 mgL⁻¹ 간에는 화엽비가 0.60과 0.59로 처리간 차이가 없었다 (Fig. 1). 반면 지베렐린에 기계유유제 100배를 혼용처리 했을 때는 지베렐린 25 mgL⁻¹에서도 화엽비가 0.54로 지베렐린 50과 100 mgL⁻¹ 단용처리 했을 때 보다 낮은 수치를 나타냈으며 지베렐린 50 mgL⁻¹에 기계유유제를 혼용처리 했을 때는 화엽비가 0.41로 착화량이 가장 낮아졌다. 이러한 결과는 지베렐린을 기계유유제 100배 희석액과 혼용살포 할 때 기계유유제의 도포효과의 영향으로 낮은 수준에서도 성장조정제의 효과가 오래 지속되는 것으로 생각된다. 반면 단독으로 기계유유제를 100배 희석하여 살포하였을 때는 처리효과가 없는 것으로 나타났다. Takahara et al. (1989)은 감귤에서 착화량 조절을 위해 지베렐린을 단용처리 할 때보다 97% 기계유유제를 혼용살포 하였을 때 온주밀감의 꽃눈발생 억제효과가 더 유의하게 나타났다는 결과를 보고한 바 있다. Kang et al. (2013)도 노지 감귤에서 지베렐린과 기계유유제 100배액을 혼용살포 시 지베렐린 25 mgL⁻¹ 농도에서도 50 mgL⁻¹과 동일한 수준으로 꽃수를 떨어뜨려 화엽비가 낮아졌다고 하여 본 연구결과와 같은 경향을 나타냈다.

지베렐린을 이용한 감귤 꽃눈조절에 대해서 Guardiola et

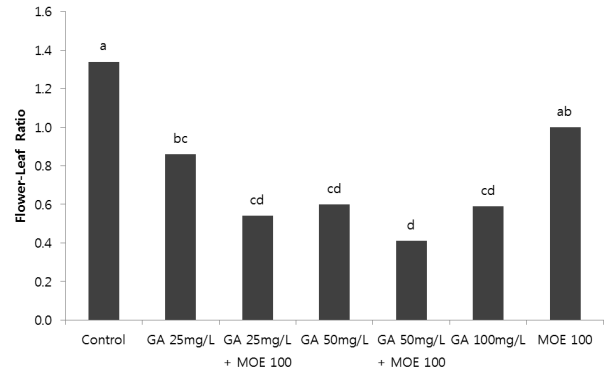


Fig. 1. Effect of foliar application of GA₃ and machine oil emulsion mixture on the flower-leaf ratio of ‘Miyagawa’ satsuma mandarin in open field. ^aDMRT at $p = 0.05$. ^bDate: May 6, 2013. ^cMOE 100: Machine Oil Emulsion 100 times.

al. (1982)은 11월 초부터 봄철 발아기까지 지베렐린 처리로 스위트오렌지 (*C. sinensis* (L.) Osbeck), 온주밀감 (*C. unshiu* Marc.), 클레멘타인 만다린 (*C. reticulata* Blanco)의 꽃눈분화를 낮췄다고 하였으며, Munoz-Fambuena et al. (2012)은 GA₃ 처리로 대조구에 비해 스위트 오렌지 100 마디당 꽃수가 대조구에 비해 72% 까지 감소했다고 하였다. Moon et al. (2003)도 온주밀감에서 GA₃ 처리가 착화수를 감소시켰고 GA₃ 처리 농도가 높아짐에 따라 엽과비도 증가하였다고 하여 지베렐린 처리가 감귤에서 꽃눈발생을 감소시키고 있음을 알 수 있었다.

지베렐린과 기계유유제 혼용살포가 노지 ‘궁천’ 조생 온주밀감의 착과에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 착화량이 많았던 대조구는 결과지당 106개의 착과와 845개의 엽수를 나타내 엽과비도 8.1로 매우 낮았다. 그러나 낮은 농도의 지베렐린 25 mgL⁻¹ 단용 처리에서는 대조구에 비해 착화량이 다소 감소하였으나 생리적 낙과가 끝난 이후 조사된 착과량에 있어서는 결과지당 104개의 착과량과 794개의 엽수로 엽과비가 8.0 낮아져 대조구와 차이가 없었다. 그렇지만 지베렐린 단용처리시 농도가 높아짐에 따라 착과수는 감소하여 엽과비는 대조구에 비해 높아졌다. 그러나 지베렐

Table 1. Effect of foliar application of GA₃ and machine oil emulsion mixture on the flowering of ‘Miyagawa’ satsuma mandarin in open field.

Treatment	No. of flowers (ea)	No. of leaves (ea)	No. of shoots (ea)
Control	820a ^{†‡}	601a	148a
GA ₃ 25mg/L	525b	625a	90a
GA ₃ 25mg/L+Machine oil emulsion 100 times	346bc	619a	145a
GA ₃ 50mg/L	387bc	646a	144a
GA ₃ 50mg/L+Machine oil emulsion 100 times	243c	569a	129a
GA ₃ 100mg/L	357bc	587a	100a
Machine oil emulsion 100 times	518b	549a	150a

[†]DMRT at $p = 0.05$, [‡]Sampling date: May 6, 2013

Table 2. Effect of foliar application of GA₃ and machine oil emulsion mixture on the fruiting of ‘Miyagawa’ satsuma mandarin in open field.

Treatment	No. of fruit (ea/branch)	No. of leaves (ea/branch)	Leaf-fruit ratio (leaf/fruit)
Control	106.3a ^{†‡}	845abc	8.1a
GA ₃ 25 mg/L	104.0a	794bc	8.0a
GA ₃ 25 mg/L + Machine oil emulsion 100 times	65.0b	1136a	18.1a
GA ₃ 50 mg/L	77.3ab	1043ab	13.8a
GA ₃ 50 mg/L + Machine oil emulsion 100 times	76.0ab	1074ab	25.8a
GA ₃ 100 mg/L	76.3ab	762c	10.0a
Machine oil emulsion 100 times	93.3ab	982abc	10.6a

[†]DMRT at p = 0.05, [‡]Date: July 5, 2013

Table 3. Effect of foliar application of GA₃ and machine oil emulsion mixture on the fruit quality of ‘Miyagawa’ satsuma mandarin in open field.

Treatment	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g)	Peel thickness (mm)	Soluble Solids (°Bx)	Acidity (%)	Sugar-acid ratio	Hunter's a values
Control	61abc ^{†‡}	85a	2.1abc	10.4a	0.70a	14.8c	5.9ab
GA ₃ 25 mg/L	59c	86a	2.0abc	10.8a	0.65a	16.6ab	10.5a
GA ₃ 25 mg/L + Machine oil emulsion 100 times	60bc	92a	1.9c	11.0a	0.67a	16.5ab	3.8b
GA ₃ 50 mg/L	62a	91a	2.1ab	11.0a	0.68a	16.2abc	5.3ab
GA ₃ 50 mg/L + Machine oil emulsion 100 times	62a	91a	2.0abc	10.6a	0.68a	15.7bc	7.5ab
GA ₃ 100 mg/L	61ab	87a	2.1a	11.0a	0.67a	16.4abc	9.1ab
Machine oil emulsion 100 times	60bc	91a	2.0bc	11.1a	0.64a	17.4a	7.8ab

[†]DMRT at p = 0.05, [‡]Date: November 8, 2013

린 25 mgL⁻¹에 기계유유제 혼용처리로 결과지당 착과수는 65개로 감소하였으며 엽수는 1136개가 착엽되어 착과된 과일에 비해 엽수가 증가하여 엽과비는 18.1로 높아졌으며 지베렐린 50 mgL⁻¹에 기계유유제를 혼용했을 때는 76개가 착과되고 1074개의 엽수가 착엽되어 엽과비는 25.8개로 높아져 착과율을 유의하게 낮추는 결과를 나타냈다. 반면 지베렐린 100 mgL⁻¹ 단용처리에서는 착과량이 76개에 엽수는 762개로 엽과비가 10.6으로 낮아 기계유유제 혼용살포가 보다 효과적으로 착과율을 조절하는 것을 확인할 수 있었다. Kang et al. (2013)은 지베렐린 100 mgL⁻¹ 단용처리에서 착과율이 가장 낮아 엽과비가 다른 처리구에 비해 가장 높았다고 하였다. 그러나 본 시험의 결과에서는 지베렐린 단용처리구 보다는 지베렐린 25와 50 mgL⁻¹에 기계유유제 100배 혼용살포가 수체내 착엽대비 착과율이 낮아 엽과비가 유의하게 높은 결과를 확인할 수 있었다. 이는 Fig. 1에서 보았던 화엽비의 결과와 같은 경향으로 지베렐린 농도가 높아질수록 기계유유제를 혼용살포 하였을 때 착화량을 더욱 떨어뜨려 이러한 결과가 생리적 낙과가 끝난 이후에 착과에 반영되어 엽과비는 GA₃ 처리간에서 높아진 것으로 판단된다. 현재 지베렐린을 작물에 이용할 때는 식물이 잘 흡수하도록 하기 위해 수관전체에 엽면살포를 이용하는데 수체내

꽃눈분화를 억제하여 다음해 꽃눈발생을 줄여 해거리 발생 조절에 효과를 얻고 있다 (Hirose, 1968; Lenz and Karnatz, 1975; Iwahori and Oohata, 1981; Guardiola et al., 1982; Davenport, 1983).

지베렐린 처리가 노지 ‘궁천’ 조생 온주밀감의 과실품질에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 과실의 직경은 처리간 큰 차이가 없었으나 과중은 대조구에 비해 지베렐린 처리구에서 다소 커지는 경향을 나타냈다. 그러나 과실의 당함량에 있어서는 대조구가 10.4 Brix로 처리간에서 낮았으며 화엽비가 낮고 엽과비가 높았던 지베렐린 25 mgL⁻¹에 기계유유제를 혼용처리한 처리구가 11.0 Brix로 지베렐린 50 mgL⁻¹에 기계유유제를 혼용처리한 처리구의 10.6 Brix 보다 당함량이 높게 나타났다. 산 함량에 있어서는 대조구가 0.70%로 가장 높았으며 지베렐린 처리구에서는 0.65에서 0.68%로 낮게 유지되었다. 시험처리간의 당산비를 조사한 결과 대조구는 14.8로 처리구내에서 당산비가 가장 낮았으며 기계유유제 100배를 단용처리한 처리구가 당산비가 가장 높았다. 그러나 실질적인 착화량과 착과량을 감소시켰던 지베렐린 처리구들은 대조구에 비해 당산비가 높아졌으며 특히 지베렐린 25 mgL⁻¹에 기계유유제를 혼용한 처리구는 지베렐린 처리구내에서도 당산비도 16.5로 유의하게

높고 꽃눈발생 억제효과도 가장 좋은 결과를 나타내었다. 반면 Table 1과 2에서 살펴본 바와 같이 착화량과 착과량 억제효과가 가장 높았던 지베렐린 50 mgL⁻¹에 기계유유제를 혼용한 처리구는 당산비가 15.7로 다소 낮아지는 결과를 나타냈다. 이는 지베렐린 처리구내에서 당함량이 다소 낮아 당산비가 낮아진 것으로 판단되었다. 착색도를 나타내는 Hunter's a 값에 있어서는 대조구에 비해 큰 차이를 보이지는 않았으나 지베렐린 25 mgL⁻¹ 단용처리에서 적색도를 나타내는 'a' 값이 유의하게 높았으며 지베렐린 25 mgL⁻¹에 기계유유제를 혼용처리한 처리구에서 낮은 결과를 나타냈다.

Kang et al. (2013)은 노지 온주밀감에서 지베렐린 25와 50 mgL⁻¹에 기계유유제 혼용살포시 착화량을 유의하게 감소시켰다고 하였으나 수확기 당함량도 대조구에 비해 0.7 Brix 감소시켜 지베렐린 이용에 따른 과실품질 저하가능성을 보고하였다. 그러나 본 시험에서는 노지 '궁천' 조생 온주밀감 재배시 지베렐린 25와 50 mgL⁻¹에 기계유유제 100배 혼용살포시 유의한 착화수와 착과량 감소 결과를 얻을 수 있었고 과실 품질에 있어서도 과실크기와 과중도 차이가 없었으며 당함량도 대조구보다 낮지 않고 산함량도 낮아 당산비는 오히려 대조구 보다 좋은 결과를 나타내었다. Takahara et al. (1989)도 감귤에서 지베렐린에 기계유유제를 혼용살포시 약효가 더욱 확실하게 영향을 미친다고 하였는데 본 시험은 이러한 결과를 잘 나타내 주고 있다.

Conclusion

본 연구의 결과를 통해서 살펴보면 제주도 노지감귤 재배에서 해거리는 많은 재배농가에게 어려움을 주는 문제이다. 그로 인해 불안정한 과실생산으로 농가의 소득은 안정되지 않고 해거리가 찾아와 착과량이 너무 많거나 적을 때는 비상품과 발생율이 높아져 농가소득은 감소하는 악순환이 반복되고 있다. 또한 손적과를 통한 착과량 조절은 만감류와 같은 고소득 작물에서는 가능하지만 노지감귤에서는 현실적으로 어렵기에 보다 효율적인 착과량 조절이 필요하게 현실이다. 이에 성장조정제로 다양한 작목과 과종에서 이용되는 지베렐린의 제주 감귤재배에서 효율적인 해거리 방지기술을 찾기 위해 시험을 수행하였다. 본 시험결과 겨울철 감귤 꽃눈분화기에 지베렐린 수관 살포는 다음해 봄철 착화량을 효과적으로 줄여 해거리 발생을 인위적으로 조절할 수 있음을 확인하였다. 또한 지베렐린에 기계유유제 100배액을 혼용살포 하였을 때 지베렐린 25 mgL⁻¹에서도 효과적으로 착화량과 착과량을 줄이고 수확기 과실품질에도 영향을 미치지 않는다는 사실을 확인할 수 있었다. 그러나 지베렐린 50 mgL⁻¹로 농도를 높이고 기계유유제를 혼용살포 하였을 때는 착화량과 착과량을 보다 유의하게 낮출 수 있으나 수확일에 과실의 품질에서는 당함량이 지베렐린 25

mgL⁻¹에 기계유유제를 혼용하였을 때 보다 다소 떨어졌다. 따라서 감귤을 안정적으로 생산하기 위해서는 해거리가 예상되는 해에 지베렐린 25 mgL⁻¹에 기계유유제 100배액을 혼용하여 겨울철 노지 감귤 꽃눈분화기에 살포하였을 때 효율적으로 다음해의 꽃눈발생도 조절하고 품질이 양호한 감귤도 안정적으로 생산할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- Davenport, T.L. 1983. Daminozide and gibberellin effects on floral induction of *Citrus latifolia*. HortScience 18:947-949.
- Falivene, S. and S. Hardy. 2008. Hand thinning citrus. Primefact 789:1-3a.
- Falivene, S. and S. Hardy. 2008. Chemical thinning citrus. Primefact 788:1-3b.
- Greany, P.D., R.E. McDonald, W.J. Schroeder, P.E. Shaw, M. Aluja, and A. Malavasi. 1994. Use of gibberellic acid to reduce citrus fruit susceptibility to fruit flies. American Chemical Society Symposium 557:39-48.
- Guardiola, J.L., M. Agusti, and F. Garcia-Mari. 1977. Gibberellic acid and flower bud development in sweet orange. Proc. Int. Soc. Citriculture 2:696-699.
- Guardiola, J.L., C. Monerri, and M. Agusti, M. 1982. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in *Citrus*. Physiol. Plant. 55:136-142.
- Hirose, K. 1968. Control of citrus flower bud formation. 1. The effect of gibberellic acid spraying on flower bud formation in satsuma orange. Bull. Horot. Res. Sta. 8:1-11.
- Huang, Q.Q. and H.Zhang. 1990. Control effects of machine oil emulsion on scale insects and mites on *Citrus*. Fujian Agricultural Science and Technology 5:9-10.
- Iwahori, S. and J.T. Oohata. 1976. Chemical thinning of 'Satsuma' mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit by 1-naphthaleneacetic acid: Role of ethylene and cellulase. Scientia Horticulturae. 4(2):167-174.
- Iwahori, S. 1978. Use of growth regulators in the control of cropping of mandarin varieties. Proc. Int. Soc. Citriculture 263-270.
- Iwahori, S. and J.T. Oohata. 1981. Control of flowering of satsuma mandarins (*Citrus unshiu* Marc.) with gibberellin. Citriculture. 247-249.
- Kang, S.B., Y.E. Moon, S.G. Han, Y.H. Kim, C.W. Chae, and Y.H. Choi. 2013. Effect of foliar application of GA₃ on the flower bud formation and fruit quality of satsuma mandarin (*C. unshiu* Marc. cv. Miyagawa). Korean J. Environ. Agric. 32(4):343-347.
- Lee, D.K., H.S. Hwang, H.S. Park, and B.W. Yae. 1997. Effect of GA on the induction of seedlessness and cluster growth of 77 grape cultivars. RDA. J. Horti. Sci. 39(1):127-133.
- Lee, J.Y. and J.M. Lee. 2006. Promotion of fruit enlargement of 'Whangkeumbae' asian pear fruit by gibberellins. Hort. Environ.

- Biotechnol. 47(4):183-187.
- Lenz, F. and A. Karnatz. 1975. The effect of GA₃, Alar, and CCC on citrus cuttings. *Acta Hort.* 49:147-155.
- Monselise, S.P. and A.H. Halevy. 1964. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bud induction. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84:141-146.
- Moon, Y.E., Y.H. Kim, C.M. Kim, and S.O. Ko. 2003. Effects of foliar application of GA₃ on flowering and fruit quality of very early-maturing satsuma mandarin. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21(2):110-113.
- Moss, G.I. 1970. Chemical control of flower development in sweet orange (*Citrus sinensis*). *Aust. J. Agric. Res.* 21:233-242.
- Munoz-Fambuena, N., C. Mesejo, M.C. Gonzalez-Mas, D.J. Iglesias, E. Primo-Millo, and M. Agusti. 2012. Gibberellic acid reduces flowering intensity in sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) by repressing CiFT gene expression. *J. Plant Growth Regul.* 31:529-536.
- Ogata, T., Y. Ueda, S. Shiozaki, S. Horiuchi, and K. Kawase. 1995. Effect of gibberellin synthesis inhibitors on flower setting of satsuma mandarin. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64(2):251-259.
- Pharis, R.P. and R.W. King. 1985. Gibberellins and reproductive development in seed plants. *Ann. Rev. plant Physiol.* 36:517-568.
- Pozo, L., W.J. Kender, J.K. Burns, and U. Hartmond. 2000. Effects of gibberellic acid on ripening and rind puffing in 'Sunburst' mandarin. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 113:102-105.
- Takahara, T., K. Hirose, I. Iwagaki, and S. Ono. 1990. Enhancement of the suppression effect on flower-bud formation in citrus varieties by addition of machine oil emulsion to gibberellin. *Bull. Fruit Tree Res. Stn.* 18:77-89.
- Takaki, T., A. Tomiyasu, M. Matsushima, and T. Suzuki. 1989. Seasonal changes of GA-like substances in fruit and current shoots of satsuma mandarin trees. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58:569-573.