

적화제 및 적과제가 ‘감홍’ 사과의 착과와 과실 품질에 미치는 영향

유진기¹ · 강봉국¹ · 김대현¹ · 이진욱^{1,8} · 이동훈² · 권현중³ · 최인명⁴ · 정희영⁵ · 정명근⁶ · 최동근⁷ · 강인규^{1*}

¹경북대학교 원예과학과, ²국립원예특작과학원 기획조정과, ³국립원예특작과학원 사과연구소, ⁴국립원예특작과학원 과수과, ⁵경북대학교 응용생명과학부, ⁶강원대학교 생약자원개발학과, ⁷전북대학교 원예학과, ⁸목포대학교 원예학과

Effect of Flower and Fruit Thinner on Fruit Set and Fruit Quality of ‘Gamhong’ Apples

Jingi Yoo¹, Bong Kook Kang¹, Dae Hyun Kim¹, Jinwook Lee^{1,8}, Dong Hoon Lee², Hun-Joong Kweon³, In Myung Choi⁴, Hee Young Jung⁵, Myoung-Gun Choung⁶, Dong Geun Choi⁷, In-Kyu Kang^{1*}

¹Department of Horticultural Science, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Planning and Coordination Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

³Apple Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Kunwi 39000, Korea

⁴Fruit Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

⁵College of Agriculture and Life Science, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

⁶Department of Herbal Medicine Resource, Kangwon National University, Dogye Campus, Hwangjori #3, Dogye-up, Samcheok 25913, Korea

⁷Department of Horticultural Science, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

⁸Department of Horticultural Science, Mokpo National University, Muan 58554, Korea

*Corresponding author: kangik@knu.ac.kr

Abstract

This study investigated the effects of flower and fruit thinning agents on fruit set and harvested fruit quality attributes in ‘Gamhong’ apples. Lime sulfur, MaxCel (1.9% BA), and Fruitone (3.5% NAA) were applied either at post-bloom or fruitlet stages to mature ‘Gamhong/M.9’ trees. In 2011, the numbers of fruits per cluster in terminal flowers were 1.74, 0.82, and 1.15 for the control, lime sulfur, and Maxcel (applied at 10-mm fruit stage) treatments, respectively. The percentages of single fruit per cluster were 36.0, 47.9, and 48.7% for the control, lime sulfur, and Maxcel (10 mm) treatments, respectively, while the percentages of clusters with three fruits per cluster were 22.9, 1.4, and 5.8%. In lateral flowers, fruit numbers per cluster were 1.20, 0.36, and 0.50 for the control, lime sulfur, and Maxcel (10 mm) treatments, respectively. In 2012, all the thinning treatments showed a positive effect on flower and fruit thinning, compared with the control. Moreover, the treatment with thinning agents did not affect fruit quality. Overall, the results suggest that a single application of flower or fruit thinning agents would be sufficient, rather than the mixed application of thinning agents, based on the observed decrease in fruit setting.

Additional key words: benzyladenine, fruit set ratio, lateral flowers, lime sulfur, naphthaleneacetic acid, terminal flowers

Korean J. Hortic. Sci. Technol. 34(1):24-31, 2016
http://dx.doi.org/10.12972/kjhst.20160006

pISSN : 1226-8763
eISSN : 2465-8588

Received: August 5, 2015

Revised: October 13, 2015

Accepted: January 25, 2016

Copyright©2016 Korean Society for Horticultural Science.

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ01048102)의 지원에 의해 수행되었음.

서 언

‘감홍’ 사과(*Malus × domestica* Borkh.)는 국립원예특작과학원에서 1981년에 ‘Spur EarliBlaze’에 ‘Spur Golden Delicious’를 교배하여 1992년에 육성된 중만생종 품종이다(Shin et al., 1993). ‘감홍’ 과실의 특성을 보면 과실의 크기는 400–450g으로 대과종이고, 수확기는 10월 초·중순이며, 과즙의 당도는 15°Brix 이상, 산도는 0.40% 정도로 식미가 매우 우수한 품종으로 평가받고 있다(Shin et al., 1993). 따라서 최근 국내 소비자장에서 인기가 높아지면서 재배면적이 점차 확대되고 있는 실정이다.

사과의 경우 격년결실 방지와 적정 착과 및 과실 비대 촉진을 위하여 적과작업을 필수적으로 실시하고 있다(Childer et al., 1995; Dennis, 2000; Kim and Guak, 2010; Kook et al., 2009; Yoo et al., 2014). 그러나 최근 국내 농촌에는 고령화에 따른 노동력 부족현상이 심화되고 있고 그에 따른 인건비 상승이 심각한 문제로 대두되고 있다. 우리나라의 경우 사과원 경영에 있어 노동력 투입비율을 보면 적과 작업이 총 노동투입의 12–16%를 차지하고 있으며(Park et al., 1998, Yoo et al., 2014), 일본의 경우 우리나라보다 높은 24%에 달한다고 한다(Koike and One, 1998). 그러므로 인력 적과를 대체할 수 있는 약제를 이용한 적화 및 적과 기술개발이 필요하다(Jang et al., 1998).

지금까지 사용되어온 적과제인 Carbaryl은 적과 효과가 있지만(Batjer and Billingsley, 1964) 화분 매개곤충, 특히 꿀벌을 죽이는 부작용으로 사용에 제한을 받고 있어 이를 대체할 적과제의 필요성이 대두되고 있다(Dennis, 2000). 최근 호주, 미국, 한국 등에서 사과나무의 적화제로 석회유황합제(Lime sulfur)와 ammonium thiosulfate(ATS)를, 적과제로 6-benzyladenine(BA)와 naphthaleneacetic acid(NAA)를 이용하고 있다(Bound et al., 1997; Greene and Autio, 1989; Greene et al., 1992; Guak et al., 2002; Kim and Guak, 2010; Robinson et al., 1998; Stover et al., 2001; Wismer et al., 1995). 국내에서는 ‘후지’와 ‘홍로’ 사과에서 ATS, BA, NAA 등이 적과제로서 효과가 있고, 익년 개화율에도 영향이 없는 것으로 보고되어 있다(Guak et al., 2002; Kim and Guak, 2010; Yoo et al., 2014). 그러나 ‘감홍’ 사과에 대한 적화제 및 적과제의 효과에 대한 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 ‘감홍’ 품종을 대상으로 화학적 약제 적용이 과실의 착과에 미치는 영향을 구명함으로써 노동력을 절감할 수 있는 적화제 및 적과제의 실용화 가능성을 검토하고자 실시되었다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험은 2011년부터 2012년까지 2년간 경북 상주시 낙동면 소재 농가에 재식되어 있는 7년생 ‘감홍’ (M.9) 품종을 대상으로 수세가 안정되고 균일한 나무를 반복당 5주씩 3반복으로 총 15주를 선정하여 실험재료로 사용하였고, 수확은 10월 15일에 실시하였다.

약제 처리

2011년 처리: 적화제 처리는 석회유황합제(Lime sulfur, Bé 22°) 100배액을 정화아의 중심화 만개 1일 후를 기준으로 3회(5월 1, 2, 4일) 살포하였고, 적과제 처리는 MaxCel[1.9% benzyladenine(BA), Valent BioSciences Corp., Libertyville, IL, USA]을 100mg · L⁻¹의 농도로, Fruitone[3.5% naphthaleneacetic acid(NAA), Amvac, LA, USA]을 10mg · L⁻¹의 농도로, MaxCel과 MaxCel®+Fruitone의 처리시기는 정화아의 중심과의 직경이 6mm일 때(5월 12일)와 10mm일 때(5월 19일)로 정하여 각각 살포하였다.

2012년 처리: 2차년도에 약제처리는 석회유황합제 100배액, MaxCel 100mg · L⁻¹, Fruitone 10mg · L⁻¹ 농도로 1차년도와 동일하게 실시하였다. 석회유황합제는 중심화 만개 1일 후를 기준으로 3회(4월 27, 29일, 5월 1일) 살포하였고, MaxCel과 Fruitone은 정화아의 중심과 과실 직경이 10mm인 5월 10일에 처리하였다. 처리구로는 석회유황합제 3회 + MaxCel 처리구와

석회유황합제 3회 처리 후 MaxCel + Fruitone 처리구, MaxCel 단용처리구 및 MaxCel + Fruitone 혼용처리구를 두었다. 무처리구는 착과수를 조사한 다음 관행적인 방법으로 적과를 실시하였다.

적화 및 적과제는 20L 고압분무기를 사용하여 바람이 적게 부는 오전 8-10시 사이에 살포하였고, 나뭇잎에서 약액이 떨어질 정도로 충분히 살포하였다.

착과율 조사

과총당 착과수는 각 처리별 5주를 1반복으로 하여 총 15주에 대하여 개화량이 충분한 결가지 3개를 선정한 뒤 정화아와 액화아로 구분하여 평균값으로 나타내었다. 과총 내 착과 정도는 위와 동일한 방법으로 무착과, 1과, 2과 및 3과 이상 착과로 구분하여 평균값으로 나타내었다. 착과율은 착과 정도를 명확히 판단할 수 있는 6월 5일에 조사하였다.

과실 품질 특성

과실의 특성은 매년 동일하게 과중, 과형지수, 종자수, 과실경도, 가용성 고형물 및 산 함량을 조사하였다. 조사시료는 반복당 20개 과실로 하여 처리당 60개 과실을 측정하여 평균값으로 나타내었다. 과실 경도는 직경 11mm plunger를 장착한 과실경도계(Fruit Tester, FT327, Italy)를 사용하여 과실 적도면에 과피를 제거한 후 과실당 3회 측정된 값을 평균하여 Newton(N) 값으로 나타내었다. 산 함량은 과즙 5mL를 0.1N NaOH로 적정한 후 사과산으로 환산하였고, 가용성 고형물 함량은 디지털 당도계(PR-201 α , ATAGO, Japan)를 이용하여 측정하였다.

기상분석

2011-2012년 기상 데이터는 경북 상주기상대의 관측 자료를 이용하여 개화 전후 2개월간의 강수량, 일 최저기온, 일 최고기온, 일 평균기온과 최근 10년간의 평균기온을 비교하여 분석하였다.

통계분석

시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하고 반복당 5주로 실시하였다. 처리간 평균값의 비교는 SPSS 프로그램(IBM SPSS Statistics 20, SPSS Inc., USA)을 이용하여 Duncan 다중검정으로 수행하였다.

결과 및 고찰

착과 특성

적화제 및 적과제 처리가 '감홍'의 착과에 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다. 1차년도(2011년) 약제처리에 따른 정화아의 결실정도를 보면(Table 1), 과총당 과실수는 무처리구 1.74개에 비해 석회유황합제 3회 처리구는 0.82개로 착과수가 가장 적었고, MaxCel(10mm) 처리구 역시 착과수가 1.15개로 적과 효과를 보였다. 중심과 착과율을 보면 무처리구가 69.3%였으나 약제 처리구들은 30.5-52.7%로 낮은 경향을 보였다. 그리고 과총당 착과수는 무처리구의 경우 무착과 비율이 8%였고, 단일과 착과율이 36.0%, 3개 이상 착과된 비율이 22.9%였다. 그러나 석회유황합제 및 MaxCel(10mm) 처리구들은 무착과 비율이 각각 35.9%와 21.4%였고, 단일과 착과율이 47.9%와 48.7%로 무처리에 비해 높은 착과율을 보였으며, 3개 이상 착과된 비율이 각각 1.4%와 5.8%로 무처리에 비해 매우 낮아 적과 효과가 우수하였다. 그리고 나머지 처리구들은 무처리구와 통계적 유의성을 보이지 않았다.

액화아에 미치는 약제적과 효과를 보면(Table 2), 무처리구는 과총당 착과수가 1.20개였으나, MaxCel + Fruitone(10mm) 처

Table 1. Effects of flower and fruit thinning agents on fruit set of terminal flowers in ‘Gamhong’ apples (2011).

Treatment ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	No. of fruit per cluster (ea)	Fruit set rate of central fruit (%)	% fruiting sites with: (on terminal flowers)			
				0 ^y	Single	Double	≥ 3
Control	-	1.74 a ^x	69.3 a	8.0 b	36.0 b	33.0 a	22.9 a
Lime sulfur (3 times)	× 100	0.82 c	30.5 c	35.9 a	47.9 a	14.8 b	1.4 b
MaxCel (6 mm)	100	1.29 abc	52.7 b	21.7 ab	40.8 ab	26.4 a	11.1 ab
MaxCel (10 mm)	100	1.15 bc	41.8 bc	21.4 ab	48.7 a	24.1 ab	5.8 b
MaxCel + Fruitone (6 mm)	100 + 10	1.21 abc	48.7 b	30.4 a	33.7 b	23.9 ab	12.1 ab
MaxCel + Fruitone (10 mm)	100 + 10	1.41 ab	45.9 bc	22.9 ab	30.1 b	32.6 a	14.4 ab

^zLime sulfur, Bé 22°; MaxCel, 1.9% benzyladenine; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. Lime sulfur was applied on May 1, 2, and 4, 2011 and PGRs were applied at 6 mm (May 12, 2011) and/or 10 mm (May 19, 2011) king fruit diameter stage.

^yThe number of fruit per cluster.

^xMeans separation within columns by Duncańs multiple range test, *p* = 0.05.

Table 2. Effects of flower and fruit thinning agents on fruit set of lateral flowers in ‘Gamhong’ apples (2011).

Treatment ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	No. of fruit per cluster (ea)	Fruit set rate of central fruit (%)	% fruiting sites with: (on lateral flowers)			
				0 ^y	Single	Double	≥ 3
Control	-	1.20 a ^x	41.4 a	12.3 c	59.6 a	25.1 a	3.1 a
Lime sulfur (3 times)	× 100	0.36 d	14.5 b	66.9 a	29.7 b	3.4 bv	0.0 a
MaxCel (6 mm)	100	0.84 b	30.8 ab	29.7 bc	57.7 a	11.3 b	1.3 a
MaxCel (10 mm)	100	0.76 bc	21.2 b	36.3 b	51.0 a	12.8 ab	0.0 a
MaxCel + Fruitone (6 mm)	100 + 10	0.50 cd	22.2 ab	61.6 a	27.6 b	10.0 b	0.8 a
MaxCel + Fruitone (10 mm)	100 + 10	0.95 ab	26.8 ab	27.3 bc	53.0 a	16.5 ab	3.2 a

^zLime sulfur, Bé 22°; MaxCel, 1.9% benzyladenine; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. Lime sulfur was applied on May 1, 2, and 4, 2011 and PGRs were applied at 6 mm (May 12, 2011) and/or 10 mm (May 19, 2011) king fruit diameter stage.

^yThe number of fruit per cluster.

^xMeans separation within columns by Duncańs multiple range test, *p* = 0.05.

리구를 제외한 다른 처리구들의 착과수는 0.36–0.84개로 낮았고, 중심과 착과율은 석회유황합제 3회와 MaxCel(10mm) 처리구들이 각각 14.5%와 21.2%로 낮은 결과를 보였다. 그리고 과총당 과실의 착과수는 무처리구는 무착과율이 12.3%였고, 2개 이상 착과된 비율이 28.2%였다. 그러나 약제처리구들을 보면 석회유황합제 3회, MaxCel(10mm) 및 MaxCel+Fruitone(6mm) 처리구는 무착과율이 36.3–66.9%로 무처리에 비하여 무착과 비율이 높고, 2개 이상 착과된 비율이 3.4–12.8%로 무처리에 비해 낮아 높은 적과 효과를 보였다. 사과의 경우 상품과 생산을 위하여 과실을 정화이에 착과시키고 액화이는 제거하고 있으므로 액화이의 경우 무착과율이 높을수록 효과적이라고 할 수 있다.

2차년도(2012년) 약제 처리에 따른 정화이의 결실 정도를 보면(Table 3), 과총당 과실수는 무처리구 2.54개에 비해 모든 처리구의 착과수가 0.98–1.42개로 낮았다. 그리고 과총당 과실의 착과수는 무처리구의 경우 무착과율은 0%였고, 단일과 착과율은 23.6%, 3개 이상 착과된 비율이 47.8%였다. 그러나 약제처리구들의 무착과율은 24.7–37.1%로 무처리에 비해 높았고, 3개 이상 착과된 비율은 8.2–17.2%로 무처리에 비해 낮았다. 특히, 석회유황합제 3회 처리구와 MaxCel+Fruitone 처리구는 단일과 착과율이 각각 40.3%와 40.7%로 무처리구와 비교하여 높은 착과율을 보였다.

액화이에 미치는 적과 효과를 보면(Table 4), 무처리구는 과총당 착과수가 1.71개였으나, 모든 약제 처리구들의 착과수는 0.49–0.67개로 낮았다. 그리고 과총당 과실의 착과수는 무처리구의 경우 무착과율이 0%, 2개 이상의 과실이 착과된 비율이 61.2%였다. 그러나 약제 처리구들을 보면 무착과율이 43.7–54.6%로 무처리에 비하여 무착과율이 높고, 2개 이상 착과된 비율

Table 3. Effects of flower and fruit thinning agents on fruit set of terminal flowers in ‘Gamhong’ apples (2012).

Treatment ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	No. of fruit per cluster (ea)	Fruit set rate of central fruit (%)	% fruiting sites with: (on terminal flowers)			
				0 ^y	Single	Double	≥ 3
Control	-	2.54 a ^x	46.1 ab	0.0 b	23.6 b	28.6 a	47.8 a
Lime sulfur (3 times)	× 100	1.18 b	56.7 a	28.3 a	40.3 a	18.0 abc	13.3 b
Lime sulfur (3 times) + MaxCel	(× 100) + 100	1.06 b	32.8 bc	34.8 a	36.8 ab	15.8 bc	12.6 b
Lime sulfur (3 times) + MaxCel + Fruitone	(× 100) + 100 + 10	1.42 b	57.2 a	24.7 a	31.6 ab	26.5 ab	17.2 b
MaxCel	100	0.98 b	32.6 bc	37.1 a	39.9 ab	14.8 c	8.2 b
MaxCel + Fruitone	100 + 10	1.14 b	30.9 c	28.8 a	40.7 a	20.3 abc	10.2 b

^zLime sulfur, Bé 22°; MaxCel, 1.9% benzyladenine; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. Lime sulfur was applied on April 27, 29, and May 1, 2012 and PGRs were applied at 10 mm (May 10, 2012) king fruit diameter stage.

^yThe number of fruit per cluster.

^xMeans separation within columns by Duncańs multiple range test, $p = 0.05$.

Table 4. Effects of flower and fruit thinning agents on fruit set of lateral flowers in ‘Gamhong’ apples (2012).

Treatment ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	No. of fruit per cluster (ea)	Fruit set rate of central fruit (%)	% fruiting sites with: (on lateral flowers)			
				0 ^y	Single	Double	≥ 3
Control	-	1.71 a ^x	44.7 a	0.0 b	38.8 a	51.7 a	9.5 a
Lime sulfur (3 times)	× 100	0.49 b	32.7 a	50.6 a	49.4 a	0.0 b	0.0 b
Lime sulfur (3 times) + MaxCel	(× 100) + 100	0.60 b	37.6 a	53.7 a	35.8 a	8.3 b	2.2 b
Lime sulfur (3 times) + MaxCel + Fruitone	(× 100) + 100 + 10	0.62 b	39.0 a	45.6 a	46.7 a	7.7 b	0.0 b
MaxCel	100	0.67 b	43.6 a	43.7 a	47.1 a	7.6 b	1.6 b
MaxCel + Fruitone	100 + 10	0.61 b	34.1 a	54.6 a	33.6 a	9.2 b	2.6 b

^zLime sulfur, Bé 22°; MaxCel, 1.9% benzyladenine; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. Lime sulfur was applied on April 27, 29, and May 1, 2012 and PGRs were applied at 10 mm (May 10, 2012) king fruit diameter stage.

^yThe number of fruit per cluster.

^xMeans separation within columns by Duncańs multiple range test, $p = 0.05$.

이 0–11.8%로 무처리에 비해 매우 낮아 높은 적과 효과를 보였다. 그리고 BA, NAA 등은 이미 적과제로서 효과가 있고, 익년 개화율에 아무런 영향을 미치지 않는다고 제시하였기 때문에(Guak et al., 2002; Kim and Guak, 2010), 본 연구에서는 익년도 개화율을 조사하지 않았는데, 실제 2차년도 시험처리구들의 개화에 아무런 문제가 없었다(자료 미제시).

석회유황합제(lime sulfur)의 경우 부식성(caustic) 물질로서 꽃잎이나 암술머리에 피해를 주어 수분과 수정을 방해하며 착과수를 감소시킨다(Dennis, 2000). Jang et al. (1998)은 ‘신고’ 배에 적화제로 석회유황합제(Bé 0.3° 율액)를 1–2번화의 만개기와 3–4번화의 만개 후 1일에 2회 처리하였을 때 착과율이 48–62% 수준으로 착과수를 감소시키는 효과가 있다고 하였다. 그리고 다중처리에 대한 결과를 보면 1회 처리를 제외한 2회 또는 3회 처리가 효과적이었다(Chun et al., 2012). 그리고 합성 cytokinin류인 BA의 경우 ‘McIntosh’ 사과에 처리하였을 때 처리 14–15일 후 잎과 과실에서 광합성률이 저하되어 적과 효과가 있다고 하였다(Yuan and Greene, 2000). Schroder and Bangerth (2006)는 ‘Elstar’, ‘Jonagold’ 사과에 BA를 처리하였을 때 10–48%의 낙과를 유발했다고 하였다. 또한 BA 처리시기를 보면 ‘홍로’와 ‘후지’의 중심화 크기가 6–15mm 사이에 처리하거나, 만개 20일 후에 약제를 처리하였을 때 적과 효과가 우수하였다(Guak et al., 2009; Sally et al., 1991; Yoo et al., 2014). NAA의 경우 사과에 처리했을 때 잎의 광합성을 저하시켜 양분축적을 감소시킴으로써 과실생장과 종자발육을 억제하여 낙과를 유도한다고 하였다(Robinson et al., 1998; Moon and Kim, 1986). 본 연구결과에서도 기존의 연구결과들과 각 약제에 대한 적화 및 적과의 효과가 동일한 수준으로 나타났다.

그러므로 '감홍' 사과에 적용한 적화제인 석화유황합제는 2년간 처리에서 정화아와 액화아에서 모두 일관성 있는 우수한 적화 효과를 보였고, 적과제인 MaxCel의 경우도 2년간 일관성 있는 효과를 보였다. 그러나 2년에 걸친 적화제+적과제 혼용처리구와 적과제+적과제 혼용처리구들은 적화제와 적과제 단독처리구에 비하여 더 우수한 적과 효과를 보이지 않아 혼용처리 필요성은 없는 것으로 판단되었다.

따라서 '감홍' 사과원 현장에서 착과수를 효율적으로 감소시키기 위해서는 먼저 적화제로 석화유황합제를 만개 1일 후에 1차 살포하고 이후 기상에 따라 개화되는 상태를 보고 1-2일 간격으로 추가로 2회 살포하면 1개 과실을 착과시키는 비율을 40.3-47.9%로 감소시킬 수 있다. 그러나 개화시 석화유황합제 살포가 늦어 적화 효과가 떨어지는 경우는 적과제로 MaxCel을 중심 과 과실 직경 6-10mm 일 때 100mg·L⁻¹ 농도로 살포하면 착과수를 감소시킬 수 있어 적과의 효율을 향상시킬 수 있다고 판단되었다.

과실 품질 특성

1차년도(2011년)의 각 처리에 따른 과실특성을 살펴보면(Table 5), 과중은 무처리구가 276g인 반면 약제처리구들은 300g 이상이었고, 과형지수와 산 함량은 처리 간 차이를 보이지 않았다. 과실의 경도와 가용성 고형물 함량은 처리간 다소 차이를 보이는 하지만 이는 무처리구와 약제처리구 간에 따른 뚜렷한 경향을 보이지 않아 약제처리에 대한 효과라기 보다는 수체간 혹은 과실간 품질의 차이에 따른 결과로 추정되었다(Guak et al., 2009). 종자수의 경우 모든 처리구에서 적었는데, 이것은 개화기에 잦은 강우와 지난 10년간 평균기온보다 낮은 저온 지속으로 인하여 수분과 수정이 잘 이루어지지 않아 모든 처리구의 과실에서 종자 형성이 불량했기 때문인 것으로 판단되었다(Fig. 1).

2차년도(2012년)의 과실품질은 과중, 경도, 산 함량은 차이를 보이지 않았고, 종자수 형성은 MaxCel 처리구에서 유의하게 높았지만 무처리구와 약제처리구 간에 따른 뚜렷한 경향을 보이지 않아 이는 화분매개충의 임의적인 수분에 따른 수정 결과라고 추정이 된다(Table 6). 그리고 가용성 고형물 함량은 석화유황합제 3회 + MaxCel 처리구에서 다소 높은 결과를 보였지만 이 또한 나무의 세력, 재배 환경, 과실간의 차이에 의해 나타난 결과라고 판단되었다(Guak et al., 2009). 그러나 연차간 과실품질에 다소 차이를 보인 것은 적화제와 적과제 처리 당시 혹은 전후의 기상 상황과 과수원의 위치, 나무의 세력, 재배 환경 등 여러 요인이 적과 효과와 과실품질에 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단되었다(Guak et al., 2009; Yoo et al., 2014).

이상의 2년간의 연구결과를 종합해 볼 때 정화아의 경우 석화유황합제 3회 처리구가 가장 우수한 적과효과를 보였고, 다음으로 MaxCel(10mm) 처리구가 유효한 효과를 보였다. 액화아의 경우도 연차간 착과수가 다소 차이를 보이기는 하였지만 2년간 처리 결과에서 착과수가 적은 결과를 보였고, 특히 정화아에 비하여 액화아에서 더 우수한 적과 효과를 보였다. 그리고 적화

Table 5. Effects of flower and fruit thinning agents on fruit quality attributes at harvest in 'Gamhong' apples (2011).

Treatment ^c	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	Fruit weight (g)	Fruit L/D ratio	No. of seed (ea)	Flesh firmness (N/φ11mm)	Soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (%)
Control	-	276.3 b ^y	0.92 a	2.6 ab	56.4 c	12.4 c	0.41 ab
Lime sulfur (3 times)	× 100	305.2 a	0.92 a	1.9 b	60.9 b	13.8 ab	0.42 a
MaxCel (6 mm)	100	306.3 a	0.93 a	3.6 a	59.7 b	13.1 bc	0.40 ab
MaxCel (10 mm)	100	303.5 a	0.92 a	2.0 b	59.4 b	12.4 c	0.38 b
MaxCel + Fruitone (6 mm)	100 + 10	302.3 a	0.91 a	2.9 ab	59.0 bc	12.6 c	0.37 b
MaxCel + Fruitone (10 mm)	100 + 10	319.9 a	0.91 a	2.3 b	65.3 a	14.6 a	0.42 a

^aLime sulfur, Bé 22°; MaxCel, 1.9% benzyladenine; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. Lime sulfur was applied on May 1, 2, and 4, 2011 and PGRs were applied at 6 mm (May 12, 2011) and/or 10 mm (May 19, 2011) king fruit diameter stage.

^yMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $p = 0.05$.

Table 6. Effects of flower and fruit thinning agents on fruit quality attributes at harvest in 'Gamhong' apples (2012).

Treatment ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	Fruit weight (g)	Fruit L/D ratio	No. of seed (ea)	Flesh firmness (N/φ11mm)	Soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (%)
Control	-	336.9 a ^y	0.95 ab	5.7 b	64.1 a	13.8 b	0.31 a
Lime sulfur (3 times)	× 100	345.8 a	0.94 b	4.2 bc	61.3 a	14.3 ab	0.33 a
Lime sulfur (3 times) + MaxCel	(× 100) + 100	335.1 a	0.99 a	3.9 c	65.1 a	15.4 a	0.33 a
Lime sulfur (3 times) + MaxCel + Fruitone	(× 100) + 100 + 10	336.9 a	0.99 a	4.2 bc	62.7 a	13.5 b	0.31 a
MaxCel	100	330.7 a	0.96 ab	7.7 a	63.4 a	13.3 b	0.31 a
MaxCel + Fruitone	100 + 10	336.7 a	0.97 ab	4.4 bc	65.1 a	13.3 b	0.33 a

^zLime sulfur, Bé 22°; MaxCel, 1.9% benzyladenine; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. Lime sulfur was applied on April 27, 29, and May 1, 2012 and PGRs were applied at 10 mm (May 10, 2012) king fruit diameter stage.

^yMeans separation within columns by Duncańs multiple range test, *p* = 0.05.

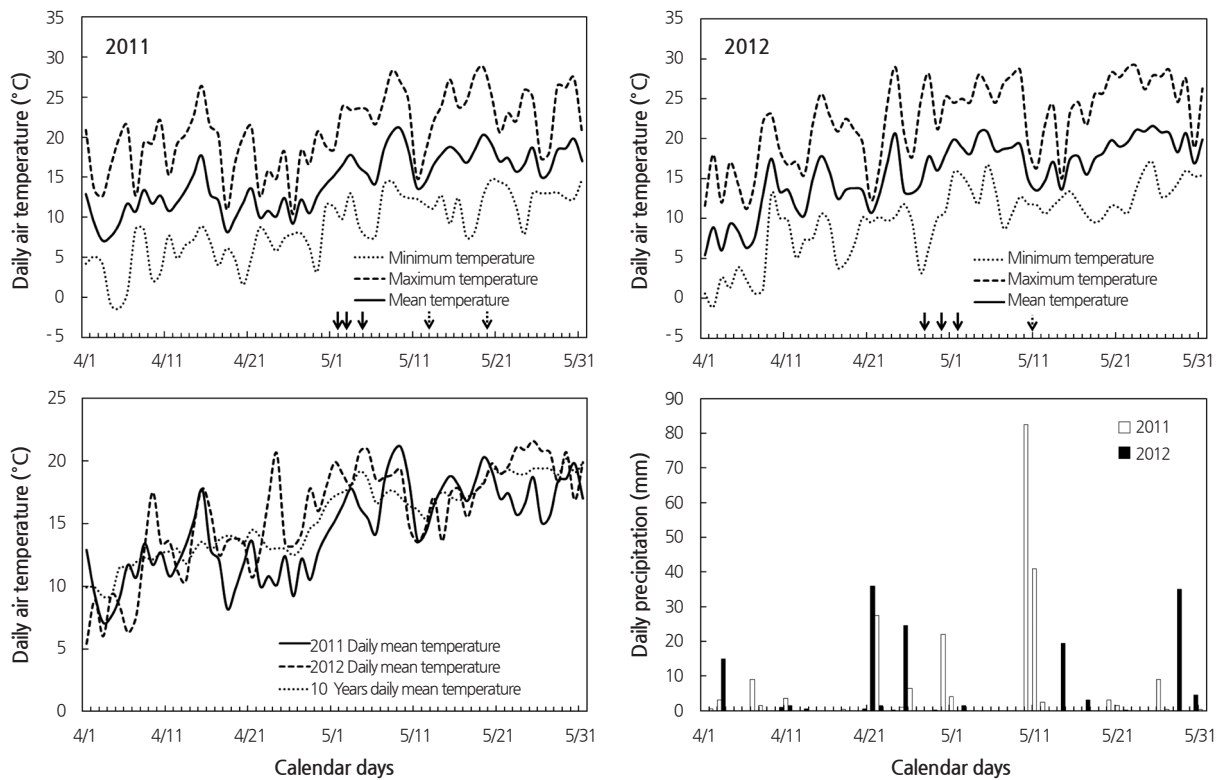


Fig. 1. Daily air temperature and precipitation from April 1 to May 31 in 2011-2012 in Sangju. Solid line arrow: flower thinner spray times; dotted line arrow: fruit thinner spray times.

제 + 적과제 및 적과제 + 적과제 혼용처리는 단독처리에 비하여 더 우수한 효과를 보이지 않았다.

그러므로 '감홍' 사과의 적화제로는 석회유황합제 적용이 가장 유효한 결과를 보였고, 적화제 사용시기를 놓쳤을 경우 적과제로 MaxCel을 적용하는 것이 착과수를 감소시키는데 효과가 있다고 판단되었다.

초 록

본 연구는 2년에 걸쳐 '감홍' 품종에 석회유황합제(Lime sulfur), MaxCel(1.9% BA), Fruitone(3.5% NAA)을 처리하여 적과

와 과실품질에 미치는 영향을 조사하였다. 1차년도 약제 처리에 의한 과총당 착과수는 석회유황합제 3회 처리구는 0.82개, MaxCel(10mm) 처리구 역시 1.15개로 무처리구 1.74개에 비해 유의하게 적어 적과 효과가 인정되었다. 과총당 과실의 착과수는 석회유황합제 또는 MaxCel(10mm) 처리 시 단일과 착과율이 각각 47.9%와 48.7%로 무처리 36.0%에 비하여 높았고, 3개 이상 과실 착과율이 각각 1.4%와 5.8%로 무처리 22.9%에 비해 낮아 좋은 적과 효과를 보였다. 액화아의 경우 석회유황합제 및 MaxCel(10mm) 처리구 0.36개와 0.50개로 무처리구 1.20개에 비하여 낮아 정화아에서와 비슷하게 우수한 적과 효과를 보였다. 2년차 적과 효과는 무처리를 제외한 모든 처리구에서 높은 적과 효과를 보였고, 약제 처리가 과실품질에 미치는 영향은 없었다. 따라서, 석회유황합제 또는 MaxCel 혼용처리보다 단용처리만으로도 착과수를 감소시키는데 효과가 있었다.

추가주요어: benzyladenine, 착과율, 액화아, 석회유황합제, naphthaleneacetic acid, 정화아

Literature Cited

- Batjer, L.P. and H.D. Billingsley. 1964. Apple thinning with chemical sprays. Washington State Expt. Sta. Blu. p. 651.
- Bound, S.A., K.M. Jones, and M.J. Oakford. 1997. Post-bloom thinning with 6-benzyladenine. *Acta Hortic.* 463:493-499.
- Bound, S.A., K.M. Jones, T.B. Koen, and M.J. Oakford. 1991. The thinning effect of benzyladenine on red 'Fuji' apple trees. *J. Hortic. Sci.* 66:789-794.
- Childers, N.F., J.R. Morris, and G.S. Sibbett. 1995. *Modern fruit science*. 10th ed. Hortic. Publ., Gainesville, FL, USA.
- Chun, I.J., W.W. Zheng, C. Choi, Y.Y. Song, I.K. Kang, and P. Hirst. 2012. Multiple applications of lime sulfur for fruit thinning of 'Fuji' and 'Hongro' apple trees. *J. Bio-Environ. Cont.* 21:445-451.
- Dennis, F.G. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regul.* 31:1-16.
- Greene, D.W. and W.R. Autio. 1989. Evaluation of benzyladenine as a chemical thinner on 'McIntosh' apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 114:68-73.
- Greene, D.W., W.R. Autio, J.A. Erf, and Z.Y. Mao. 1992. Mode of action of benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117:775-779.
- Guak, S.H., M. Beulah, N.E. Looney, and L.H. Fuchigami. 2002. Thinning 'Fuji' apple blossoms with synthetic auxins (MCPB-ethyl or NAA) and ethephon with or without postbloom thinning with carbaryl. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 127:165-170.
- Guak, S., E.J. Kim, J.R. Kook, and D.G. Choi. 2009. MaxCel® as a postbloom thinner for 'Hongro' and 'Fuji' apples. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 50:181-187.
- Jang, H.I., J.W. Han, H.J. Lee, K.H. Hong, J.J. Choi, and K.Y. Kim. 1998. Evaluation of lime sulfur mixture as a flower thinner for pear trees (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:423-427.
- Kim, E.J. and S. Guak. 2010. Chemical thinning of 'Fuji' apple with ammonium thiosulfate and benzyladenine. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 51:520-524.
- Koike, H. and T. Ono. 1998. Optimum crop load for 'Fuji' apples in Japan. *Compact Fruit Tree* 31:1-9.
- Kook, J.R., E.J. Kim, D.G. Choi, and S. Guak. 2009. Chemical thinning of 'Hongro' apple with ammonium thiosulfate and MaxCel. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 50:79-83.
- Moon, B.W. and C.C. Kim. 1986. Effect of NAA and carbaryl on the fruit thinning in apples (*Malus domestica* Borkh.). *J. Korean Soc. Hortic. Sci.* 27:239-248.
- Park, M.Y., J.B. Kim, O.H. Ryu, and J.K. Byun. 1998. Thinning of 'Fuji' apple by simazine. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:30-34.
- Robinson, T., A. Lakso, E. Stover, and S. Hoying. 1998. Practical thinning programs for New York. *N.Y. State Hortic. Soc. Fruit Quarterly Publ.* 1:14-18.
- Schröder, M. and F. Bangerth. 2006. The possible 'mode of action' of thinning bioregulators and its possible contribution to the understanding of 'thinning variability' in apples. *Acta Hortic.* 727:437-443.
- Shin, Y.U., J.H. Whang, B.W. Yae, W.C. Kim, J.Y. Moon, and J.H. Kim. 1993. 'Gamhong' a mid-season apple cultivar with high sugar content. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 11:250-251.
- Stover, E., M. Fargione, R. Risio, X. Yang, and T. Robinson. 2001. Fruit weight, cropload, and return bloom of 'Empire' apple following thinning with 6-benzyladenine and NAA at several physiological stages. *HortScience* 36:1077-1081.
- Wismer, P.T., J.T.A. Proctor, and D.C. Elfving. 1995. Benzyladenine affects cell division and cell size during apple fruit thinning. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 120:802-807.
- Yoo, J., M.Y. Park, and I.K. Kang. 2014. Effect of fruit thinner on fruit set and quality in 'Hongro' and 'Fuji' apples. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 32:577-583.
- Yuan, R. and D.W. Greene. 2000. Benzyladenine as a chemical thinner for 'McIntosh' apples. I. Fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis, assimilate translocation, and nonstructural carbohydrates. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 125:169-176.