

Research Report

적과제 처리가 '홍로'와 '후지' 사과의 착과 및 과실품질에 미치는 영향

유진기¹, 박무용², 강인규^{1*}¹경북대학교 원예과학과²국립원예특작과학원 사과시험장

Effect of Fruit Thinner on Fruit Set and Quality in 'Hongro' and 'Fuji' Apples

Jingi Yoo¹, Moo-Yong Park², and In-Kyu Kang^{1*}¹Department of Horticultural Science, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea²Apple Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Gunwi 716-810, Korea

Abstract: Benzyladenine (BA, 99% purity), MaxCel[®] (1.9% BA), Fruitone (3.5% NAA), MaxCel[®] + Fruitone, and simazine were applied postbloom as fruitlet thinning agents to mature 'Hongro' and 'Fuji' apple (*Malus domestica* Borkh.) trees. BA and MaxCel[®] were applied at 100 mg·L⁻¹ a.i. while Fruitone at 0.1 mg·L⁻¹ a.i. and simazine at 400 mg·L⁻¹ a.i. All PGRs were applied at 8 days after full bloom (DAFB, 6 mm fruit diameter) in both cultivars, while simazine was treated twice at 7 and 14 DAFB. In 'Hongro', the number of total fruit set per flower cluster in terminal buds was 1.67, 1.84, and 1.81 in MaxCel[®] + Fruitone, MaxCel[®], and simazine applications, respectively, when compared with 2.35 of water control. These reductions in fruit set were mainly attributed to the increased ratio of defruited clusters by the thinning agents. In 'Fuji' apple, the number of total fruit set per flower cluster in terminal buds was 1.29, 1.60, and 1.76 in MaxCel[®] + Fruitone, Fruitone, and MaxCel[®], respectively, when compared with 2.56 of water control in 'Fuji' apple. The addition of Fruitone to the MaxCel[®] promoted the thinning efficacy in both cultivars, compared to MaxCel[®] only. The thinning efficacies were similarly observed with lateral flowers in both cultivars. A significant increase of fruit weight by the postbloom thinning treatments was observed only in the BA application in 'Hongro', while the effect was observed in BA and MaxCel[®] in 'Fuji'. While the soluble solids content increased in the BA, MaxCel[®] and MaxCel[®]+Fruitone treatments in both cultivars, other fruit quality attributes were not affected by the application of post-bloom thinning agents.

Additional key words: benzyladenine, fruit set ratio, lateral flowers, naphthaleneacetic acid, simazine, terminal flower

서 언

사과의 적과 작업은 수체 내 저장 양분의 소모를 줄이고 과실의 비대를 촉진시키기 위해서 실시되는 매우 중요한 작업이다(Dennis, 2000; Kook et al., 2009; Wertheim, 2000). 이러한 적과 작업은 사과 생산 시 투입되는 총 노동시간의 16%를 차지할 만큼 많은 노동력이 소요되지만(Park, 1998) 최근 국내에서는 농촌의 고령화와 노동력 부족, 인건비 상승 등으로 인하여 어려움을 겪고 있어 적과의 생력화 방안

으로 화학적 약제 적용이 불가피한 실정이다(Jang et al., 1998).

지금까지 많이 사용되어 온 적과제인 carbaryl은 효과의 일관성이 있지만(Batjer and Billingsley, 1964) 화분 매개 곤충에 대한 살충 효과의 부작용으로 사용에 제한을 받고 있어 이를 대체할 적과제의 필요성이 대두되고 있다(Dennis, 2000). 그 중 cytokinin 종류인 6-benzyladenine(BA)를 주성분으로 하는 Maxcel[®](Valent BioSciences, USA)은 적과효과와 더불어 세포분열을 증대시켜 과실의 비대를 향상시키

*Corresponding author: kangik@knu.ac.kr

※ Received 21 January 2014; Revised 24 March 2014; Accepted 2 April 2014. 본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ008451)의 지원에 의해 수행되었음.

© 2014 Korean Society for Horticultural Science

는 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Bound et al., 1997; Elfving and Cline, 1993; Greene and Autio, 1989; Greene et al., 1992; Guak et al., 2002; Stover et al., 2001; Wismer et al., 1995). 그리고 BA는 carbaryl과 다르게 개화기에 살포하여도 화분매개충에 피해를 주지 않는다고 보고된 바 있다(Greene and Autio, 1994). 그 외에도 naphthaleneacetic acid(NAA)는 에틸렌 생합성을 촉진하여 내생 에틸렌으로 하여금 잎의 광합성율을 저하시키고 과실생장을 억제하여 낙과를 유발하지만(Robinson et al., 1998) 과실이 작아지는 문제점이 나타났고(Black et al., 1995; Byers and Carbaugh, 1991; Jones et al., 1989; Schumacher et al., 1978), 광합성 억제 기작을 가진 제초제인 simazine도 적과 효과와 함께 화분매개충의 피해가 없는 것으로(Byers and Carbaugh, 1991; Park et al., 1998) 알려져 왔으나 과실이 작아지는 문제와 제초제라는 부정적 이유로 실용화되지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 ‘홍로’와 ‘후지’ 품종을 대상으로 화학적 약제 적용이 과실의 착과 및 품질에 미치는 영향을 구명함으로써 실용화 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

시험재료

경북 상주시 낙동면과 함창읍 소재의 농가에 재식되어 있는 10년생 ‘홍로’(M.9 대목) 품종과 6년생 ‘후지’(M.9 대목) 품종을 대상으로 수세가 안정되고 균일한 나무를 선정하여 실험재료로 사용하였다.

적과제 처리

‘홍로’ 품종에는 적과제로 benzyladenine(BA 99% purity, Sigma B-3408)과 MaxCel[®](1.9% BA, Valent BioSciences, Liberville, IL, USA)은 100mg·L⁻¹ 농도로, Fruitone[3.5% naphthaleneacetic acid(NAA), Amvac, Los Angeles, CA, USA]은 0.1mg·L⁻¹ 농도로, 그리고 MaxCel[®](100mg·L⁻¹)과 Fruitone(0.1mg·L⁻¹)을 혼용하여 중심과 과실직경 6mm(5월 2일)일 때 살포하였다. 제초제인 simazine은 400mg·L⁻¹의 농도로 중심화 만개 7일 후(5월 1일)와 14일 후(5월 8일)에 2회 살포하였다. 과실 수확은 9월 6일에 실시하였다.

‘후지’ 품종에 적용한 적과제는 ‘홍로’ 품종과 동일하게 적용하였고, BA, MaxCel[®], Fruitone, MaxCel[®] + Fruitone은 중심과 과실직경 6mm인 5월 4일에, simazine은 중심화 만개 7일 후인 5월 3일과 14일 후인 5월 10일에 2회 처리하였

고, 과실 수확은 10월 31일에 실시하였다.

적과제 처리는 20L 고압분무기를 사용하였으며 약액이 미세하게 잘 분사되도록 노즐을 조절하여 바람이 적게 부는 오전 8시-10시 사이로 맑은 날 살포하였고, 약량은 나뭇잎에 약액이 떨어지게 나무당 약 2L 정도로 충분히 살포하였다.

착과율 조사

과충당 착과수는 나무당 중심이 되는 측지 3개를 선정하여 정화아와 액화아로 구분하여 평균 값으로 나타내었다. 과충 내 착과 정도는 위와 동일한 방법으로 무착과, 1과, 2과 및 3과 이상 착과로 구분하여 평균 값으로 나타내었다. 착과율은 착과 정도를 명확히 판단할 수 있는 5월 25일에 조사하였다.

과실 품질 특성

과실의 특성은 과중, 과형지수, 종지수, 과실 경도, 가용성 고형물 함량 및 산 함량을 조사하였다. 과중은 반복당 20개 과실로 하여 처리당 60개 과실을 측정하여 평균하였고, 과형지수와 종지수도 동일한 과실수를 대상으로 조사하여 평균 값으로 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 디지털당도계(PR-201α, ATAGO, Japan)를 이용하여 측정하였다. 시험구 배치는 완전임의배치 3반복으로 하였고, 처리간 평균 값의 비교는 SPSS 프로그램(IBM SPSS Statistics 20, SPSS Inc., USA)을 이용하여 Duncan 다중검정으로 수행하였다.

결과 및 고찰

적과제 처리가 ‘홍로’ 품종의 착과에 미치는 영향을 보면 다음과 같다. 정화아의 과충당 착과수를 보면 무처리구는 2.35개였으나, MaxCel[®] + Fruitone, MaxCel[®], simazine 처리구들은 각각 1.67, 1.84, 1.81개로 적과효과를 보였다(Tables 1 and 2). 그리고 정화아의 과충 내 착과분포를 보면 무처리구는 과실이 전혀 착과되지 않았으며, 1개만 착과된 비율이 26.6%이지만 3개 이상 착과율은 42.7%로 높은 반면, MaxCel[®] + Fruitone, MaxCel[®], simazine 처리구들은 1개의 과실이 착과된 비율이 각각 36.9, 33.9, 34.0%였고, 3개 이상 착과된

비율이 21.8, 28.0, 26.8%로 낮아 적과효율이 높은 것으로 나타났다(Table 1). 액화아의 경우도 무처리구는 1.75개였으나 MaxCel[®] + Fruitone, MaxCel[®], simazine 처리구들은 0.88, 1.20, 1.27개로 적과효과를 보였으며, 과충내 착과분포도 정화아와 동일한 결과를 보였다. 특히, 무처리구는 무착과 과충 비율이 매우 낮으나 적과제 처리구들은 무착과 과충 비율이 높아 액화아에 미치는 적과제의 효과가 정화아보다 더 우수하였음을 알 수 있었다(Table 2).

적과제 처리가 ‘후지’ 품종의 착과에 미치는 영향은 다음과 같다(Tables 3 and 4). 정화아의 과충당 착과수를 보면 무처리구는 2.56개였으나, MaxCel[®] + Fruitone, Fruitone, MaxCel[®] 처리구들은 각각 1.29, 1.60, 1.76개로 적과효과를 보였다. 그리고 과충 내 착과분포를 보면 무처리구는 3개 이상 착과된 비율이 51.6%로 높은 반면 MaxCel[®] + Fruitone, MaxCel[®], Fruitone 처리구들은 각각 20.2, 29.0, 30.5%로 낮

은 결과를 보였다. 그러나 Fruitone과 MaxCel[®] + Fruitone 처리구들은 무착과 과충 비율이 40.3%와 34.4%로 과다 적과되어 정화아 착과를 권장하는 국내의 경우 적과 효율성이 떨어지는 것으로 판단되었다(Table 3). 액화아의 경우도 무처리구는 1.34개였으나, 적과제 처리구들에서 과충당 착과수가 0.34-0.89개로 우수한 적과효과를 보였다. 그리고 과충내 착과분포를 보면 무처리구는 2개의 과실이 착과된 비율이 35.2%로 높은 반면 적과제 처리구들은 무착과 비율이 44.4-76.7%로 높아 ‘홍로’ 품종과 마찬가지로 적과제들이 액화아의 착과율을 감소시키는데 더 효과적임을 확인하였다 (Table 4). 그리고 모든 처리구들에서 약제살포 후 화분매개충인 꿀벌들의 고사 정도를 조사한 바 그 피해는 나타나지 않았다(데이터 미제시). 현재까지 알려진 합성 cytokinin류인 BA의 경우 사과에서 처리 14-15일 후에 잎과 과실에서 광합성율이 저하되어 적과효과가 나타나는데(Yuan and Greene,

Table 1. Effects of fruit thinning agents on fruit set of terminal flowers in ‘Hongro’ apples.

Treatments ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	Fruit number per cluster	% fruiting sites with: (on terminal flowers)			
			0 ^y	Single	Double	≥ 3
Control	-	2.35 a ^x	0.0 b	26.6 a	30.6 a	42.7 a
BA	100	2.05 ab	12.0 a	20.7 a	34.0 a	33.3 ab
MaxCel [®]	100	1.84 b	9.9 a	33.9 a	28.2 a	28.0 ab
Fruitone	0.1	2.10 ab	7.8 ab	24.2 a	33.4 a	34.6 ab
MaxCel [®] + Fruitone	100 + 0.1	1.67 b	11.5 a	36.9 a	29.7 a	21.8 b
Simazine	400	1.81 b	11.0 a	34.0 a	28.2 a	26.8 ab

^zBA, benzyladenine 99%; MaxCel[®], benzyladenine 1.9%; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. All PGRs were applied at 8 days after full bloom at 6 mm of fruit diameter, while simazine was treated twice at 7 and 14 days after full bloom.

^yThe number of fruit per cluster.

^xMeans separation within columns by Duncan’s multiple range test, *p* = 0.05.

Table 2. Effects of fruit thinning agents on fruit set of lateral flowers in ‘Hongro’ apples.

Treatments ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	Fruit number per cluster	% fruiting sites with: (on lateral flowers)			
			0 ^y	Single	Double	≥ 3
Control	-	1.75 a ^x	7.0 c	37.8 a	31.6 a	23.6 a
BA	100	1.36 ab	19.2 b	40.1 a	27.8 a	13.0 ab
MaxCel [®]	100	1.20 bc	27.6 b	37.5 a	24.7 a	10.2 b
Fruitone	0.1	1.44 ab	21.9 b	33.5 a	28.7 a	15.8 ab
MaxCel [®] + Fruitone	100 + 0.1	0.88 c	40.4 a	36.6 a	18.4 a	4.5 b
Simazine	400	1.27 bc	24.8 b	39.7 a	23.2 a	12.3 ab

^zBA, benzyladenine 99%; MaxCel[®], benzyladenine 1.9%; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. All PGRs were applied at 8 days after full bloom at 6 mm of fruit diameter, while simazine was treated twice at 7 and 14 days after full bloom.

^yThe number of fruit per cluster.

^xMeans separation within columns by Duncan’s multiple range test, *p* = 0.05.

Table 3. Effects of fruit thinning agents on fruit set of terminal flowers in 'Fuji' apples.

Treatments ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	Fruit number per cluster	% fruiting sites with: (on terminal flowers)			
			0 ^y	Single	Double	≥ 3
Control	-	2.56 a ^x	14.8 b	13.4 b	20.2 a	51.6 a
BA	100	2.18 ab	24.7 ab	11.5 b	16.3 a	47.6 a
MaxCel [®]	100	1.76 bc	16.5 b	33.2 a	21.3 a	29.0 b
Fruitone	0.1	1.60 bc	40.3 a	12.5 b	16.7 a	30.5 b
MaxCel [®] + Fruitone	100 + 0.1	1.29 c	34.4 a	27.3 a	18.1 a	20.2 b
Simazine	400	2.34 ab	14.9 b	21.0 ab	19.0 a	45.1 a

^zBA, benzyladenine 99%; MaxCel[®], benzyladenine 1.9%; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. All PGRs were applied at 8 days after full bloom at 6 mm of fruit diameter, while simazine was treated twice at 7 and 14 days after full bloom.

^yThe number of fruit per cluster.

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

Table 4. Effects of fruit thinning agents on fruit set of lateral flowers in 'Fuji' apples.

Treatments ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	Fruit number per cluster	% fruiting sites with: (on lateral flowers)			
			0 ^y	Single	Double	≥ 3
Control	-	1.34 a ^x	31.9 c	20.0 ab	35.2 a	12.9 ab
BA	100	0.85 b	60.8 ab	13.6 b	12.0 b	13.6 a
MaxCel [®]	100	0.89 b	44.9 bc	33.4 a	15.1 b	6.6 ab
Fruitone	0.1	0.34 c	76.7 a	14.7 b	6.1 b	2.4 ab
MaxCel [®] + Fruitone	100 + 0.1	0.35 c	74.0 a	19.1 ab	5.7 b	1.2 b
Simazine	400	0.83 b	49.4 bc	28.1 ab	16.3 b	6.1 ab

^zBA, benzyladenine 99%; MaxCel[®], benzyladenine 1.9%; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. All PGRs were applied at 8 days after full bloom at 6 mm of fruit diameter, while simazine was treated twice at 7 and 14 days after full bloom.

^yThe number of fruit per cluster.

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

2000), BA(100mg·L⁻¹) 'Elstar' 사과는 14-48%, 'Jonagold' 사과는 10-47% 낙과를 유발하였다(Schroder and Bangerth, 2006). 또한 BA 처리시기를 보면 '홍로'와 '후지' 품종의 중심화 크기가 6-15mm 사이에 적용하였을 때 적과효과가 나타나며(Guak et al., 2009), 만개 20일 후에 BA를 처리하면 적과에 효과적이라고 하였다(Bound et al., 1991). NAA의 경우 사과에 처리했을 때 잎의 광합성율을 저하시키고 과실 성장을 억제하거나(Robinson et al., 1998), 또한 종자발육을 억제하여 낙과를 유발하고 한다고 하였다(Moon and Kim, 1986). Simazine은 400mg·L⁻¹ 농도로 만개 후 7일과 14일 2회 살포 시 결실율이 무처리(74.7%)에 비하여 48.7%로 우수한 적과효과가 보고되었는데(Park et al., 1998) 본 연구에서도 동일한 결과를 보였다.

따라서 '홍로'와 '후지' 품종에서 적용한 적과제가 다소 차이를 보이기는 했지만 적과효과는 인정되었다. 특히, 정화

아의 경우 '홍로' 품종에서는 MaxCel[®], MaxCel[®] + Fruitone, simazine 처리구가, 후지 품종에서는 MaxCel[®], Fruitone, MaxCel[®] + Fruitone 처리구가 우수한 적과효과를 보였다. 그리고 MaxCel[®] + Fruitone 혼용처리구에서 통계적 유의성은 없었지만 두 약제가 적과에 상승효과를 보였다. 그리고 두 품종 모두에서 이들 약제처리 효과는 액화아가 정화아보다 더 좋은 적과효과를 보였다.

따라서 두 품종 모두에서 MaxCel[®]과 MaxCel[®] + Fruitone 처리구가 정화아와 액화아에 안정적인 적과효과를 보인 것으로 판단되었다.

수확 시 '홍로' 과실의 품질을 보면(Table 5), 처리구 간에 종자수, 경도, 산 함량은 차이를 보이지 않았으나, 과중은 BA 처리구 과실 만이 무처리에 비하여 높은 경향을 보였다. 그러나 BA가 주성분인 MaxCel[®]과 BA 처리 과실들에서 과중의 차이를 보인 것은 약제효과의 차이보다는 사과나무 수

세의 차이, 나무당 과실 수의 차이, 그리고 인력 적과 시기 등에 따른 차이로 나타난 결과로 추정이 된다(Guak et al., 2009). 그리고 가용성 고형물 함량은 BA, MaxCel[®], MaxCel[®] + Fruitone 처리구가 무처리에 비해 증가하였다.

‘후지’ 과실의 경우 적과제 처리구와 무처리구 간에 과형 지수, 종자수, 정도, 산 함량은 차이를 보이지 않았으나, 과중은 BA와 MaxCel[®] 처리구에서 증가하는 경향을 보였다(Table 6). Guak et al.(2009)은 BA가 주성분인 MaxCel[®] 처리 시 ‘후지’ 품종에서 과중이 증가하였고, ‘McIntosh’와 ‘Empire’에 BA 처리 시 과실의 크기를 다소 증가시키는 효과가 있다고 하였다(Greene et al., 1990; Stover et al., 2001; Yuan and Greene, 2000). 그러나 Fruitone과 simazine 처리구 과실의 과중이 감소한 것은 NAA는 잎의 광합성률을 저하시켜 과실생장을 억제하고(Robinson et al., 1998), simazine도 광합성 억제 기작으로 과실의 생장을 저해한 결과로(Byers and

Carbaugh, 1991) 과중이 다소 감소한 것으로 판단된다. 따라서 본 결과에서 ‘홍로’와 ‘후지’ 품종에서 BA 처리구에서 과중이 증가한 것은 세포분열을 증대시켜 과실의 발육을 향상시키는 효과(Elfving and Cline, 1993; Greene et al., 1992; Guak et al., 2002; Stover et al., 2001; Wismer et al., 1995)가 있었다. 그리고 Guak et al.(2009)은 적과제 처리 시 그 효과들에 다소 차이를 보이는 것은 과수원의 위치, 나무의 세력, 시비와 관수 정도, 그리고 온도와 상대습도 등 많은 요인들에 따라 그 결과가 달라진다고 하여 본 결과도 재배 환경 등 많은 요인들에 의해 약제효과에 다소 차이를 보인 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 보면 ‘홍로’와 ‘후지’ 사과에 BA 성분의 적과제 처리가 개화기 동안 화분매개충에 피해를 주지 않으면서 안정적인 적과효과를 보이고 수확 시 과실의 품질을 다소 향상시키는데 효과적임을 확인하였다. 따라서 그

Table 5. Effects of fruit thinning agents on mean fruit weight and fruit quality characteristics at harvest in ‘Hongro’ apples.

Treatments ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	Fruit weight (g)	Fruit L/D ratio	No. of seed	Flesh firmness (N/φ 11 mm)	Soluble solids (°Brix)	Titratable acidity (%)
Control	-	244.9 b ^y	0.95 a	7.5 a	68.3 a	12.7 b	0.19 a
BA	100	268.9 a	0.92 ab	7.6 a	69.4 a	13.1 a	0.21 a
MaxCel [®]	100	250.3 b	0.91 b	7.6 a	69.9 a	13.2 a	0.21 a
Fruitone	0.1	248.1 b	0.94 a	8.1 a	69.8 a	12.6 b	0.20 a
MaxCel [®] + Fruitone	100 + 0.1	251.8 b	0.91 b	8.9 a	70.9 a	13.3 a	0.19 a
Simazine	400	243.5 b	0.91 b	8.5 a	71.7 a	12.6 b	0.22 a

^zBA, benzyladenine 99%; MaxCel[®], benzyladenine 1.9%; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. All PGRs were applied at 8 days after full bloom at 6 mm of fruit diameter, while simazine was treated twice at 7 and 14 days after full bloom.

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

Table 6. Effects of fruit thinning agents on mean fruit weight and fruit quality characteristics at harvest in ‘Fuji’ apples.

Treatments ^z	Rate (mg·L ⁻¹ a.i.)	Fruit weight (g)	Fruit L/D ratio	No. of seed	Flesh firmness (N/φ 11 mm)	Soluble solids (°Brix)	Titratable acidity (%)
Control	-	328.8 b ^y	0.86 a	7.1 a	62.7 a	13.1 c	0.36 a
BA	100	340.5 a	0.86 a	6.5 a	68.5 a	13.5 b	0.34 a
MaxCel [®]	100	335.4 a	0.85 a	6.9 a	67.5 a	14.1 a	0.36 a
Fruitone	0.1	326.6 b	0.83 a	6.6 a	62.3 a	13.9 a	0.35 a
MaxCel [®] + Fruitone	100 + 0.1	312.2 b	0.87 a	6.3 a	66.9 a	14.1 a	0.34 a
Simazine	400	315.0 b	0.85 a	7.6 a	62.4 a	13.4 bc	0.35 a

^zBA, benzyladenine 99%; MaxCel[®], benzyladenine 1.9%; Fruitone, 3.5% naphthaleneacetic acid. All PGRs were applied at 8 days after full bloom at 6 mm of fruit diameter, while simazine was treated twice at 7 and 14 days after full bloom.

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

동안 국내에서 사용하여 온 carbaryl은 우수한 적과효과를 보여왔지만 화분매개충인 꿀벌을 죽이는 살충제로 꾸준한 문제로 제기되어 왔기 때문에 이를 대체할 수 있는 안정적인 적과제로 BA성분의 적과제가 적용될 수 있을 것으로 판단되었다.

초 록

본 연구는 ‘홍로’와 ‘후지’ 품종에 benzyladenine(BA, 99% purity), MaxCel[®](1.9% BA), Fruitone(3.5% NAA), MaxCel[®] + Fruitone, simazine 등 약제들이 과실의 착과 및 과실품질에 미치는 영향을 조사하였다. BA와 MaxCel[®]은 100mg·L⁻¹ 농도로, Fruitone은 0.1mg·L⁻¹ 농도로 과실직경이 6mm인 만개 8일 후에, 그리고 simazine은 400mg·L⁻¹ 농도로 만개 7일 후와 14일 후에 2회 처리하였다. 적과제 처리 후 ‘홍로’ 품종의 정화아의 과총당 착과수는 MaxCel[®] + Fruitone, MaxCel[®], simazine 처리구가 각각 1.67, 1.84, 1.81개로 무처리구 2.35개보다 적어 적과효과를 보였고, 특히 무착과 과총 비율이 높아 적과효과가 더 우수하였다. ‘후지’ 품종의 경우 정화아의 과총당 착과수는 MaxCel[®] + Fruitone, Fruitone, MaxCel[®] 처리구가 1.29, 1.60, 1.76개로 무처리구 2.56개보다 적어 우수한 적과효과를 보였다. 또한, 두 품종 모두에서 MaxCel[®] + Fruitone 혼용처리구가 MaxCel[®] 단독처리구에 비하여 적과증진효과를 보였다. 그리고 액화아의 경우도 정화아의 결과와 유사한 결과를 보였다. 과중은 ‘홍로’ 품종의 BA 처리구에서, ‘후지’ 품종에서는 BA와 MaxCel[®] 처리구에서 증가하였다. 그리고 가용성 고형물 함량은 두 품종 모두에서 BA, MaxCel[®], MaxCel[®] + Fruitone 처리 과실들에서 증가하였지만 다른 과실특성들은 차이를 보이지 않았다.

추가 주요어 : benzyladenine, 착과율, 액화아, naphthaleneacetic acid, simazine, 정화아

인용문헌

- Batjer, L.P. and H.D. Billingsley. 1964. Apple thinning with chemical sprays. Washington State Expt. Sta. Blu. 651.
- Black, B.L., M.J. Bukovac, and J. Hull, Jr. 1995. Effect of spray volume and time of NAA application on fruit size and cropping of red chief ‘Delicious’ apple. *Sci. Hort.* 64:253-264.
- Bound, S.A., K.M. Jones, and M.J. Oakford. 1997. Post-bloom thinning with 6-benzyladenine. *Acta Hort.* 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. Hort. Sci. Biotech.* 66:789-794.
- Byers, R.E. and D.H. Carbaugh. 1991. Effect of chemical thinning sprays on apple fruit set. *HortTechnology* 1:41-48.
- Dennis, F.G. Jr. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regul.* 31:1-16.
- Elfving, D.C. and R.A. Cline. 1993. Benzyladenine and other chemicals for thinning ‘Empire’ apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:593-598.
- Greene, D.W. and W.R. Autio. 1989. Evaluation of benzyladenine as a chemical thinner on ‘McIntosh’ apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:68-73.
- Greene, D.W. and W.R. Autio. 1994. Combination sprays with benzyladenine to chemically thin spur-type ‘Delicious’ apples. *HortScience* 29:887-890.
- Greene, D.W., W.R. Autio, and P. Miller. 1990. Thinning activity of benzyladenine on several apple cultivars. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115:394-400.
- Greene, D.W., W.R. Autio, J.A. Erf, and Y.M. Zhongyuan. 1992. Mode of action of benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:775-779.
- Guak, S., E.J. Kim, J.R. Kook, and D.G. Choi. 2009. MaxCel as a postbloom thinner for ‘Hongro’ and ‘Fuji’ apples. *Hort. Environ. Biotechnol.* 50:181-187.
- Guak, S., 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. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127:165-170.
- Jang, H.I., H.J. Wha, 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.
- Jones, K.M., T.B. Koen, M.J. Oakford, and S.A. Bound. 1989. Thinning ‘Red Fuji’ apples with ethephon or NAA. *J. Hort. Sci.* 64:527-532.
- Kook, J.R., E.J. Kim, D.G. Choi, and S. Guak. 2009. Chemical thinning of ‘Hongro’ apple with ammonium thiosulfate and MaxCel. *Hort. Environ. Biotechnol.* 50:79-83.
- Moon, B.W. and C.C. Kim. 1986. Effect of NAA and carbaryl on the fruit thinning in apples. *J. Kor. Soc. Hort. 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 Hort. Soc. Fruit

- Quarterly Publ. 1:14-18.
- Schumacher, R., F. Frankhauser, and W. Stadler. 1978. Chemical thinning and natural fruit drop by modifying fruit set. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 114:245-258.
- Schroder, 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 Hort.* 727:437-443.
- Stover, E., M. Fargione, R. Risio, X. Yang, and T. Robinson. 2001. Fruit weight, crop load, 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. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:802-807.
- Wertheim, S.J. 2000. Developments in the chemical thinning of apple and pear. *Plant Growth Regul.* 31:85-100.
- 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 non-structural carbohydrates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:169-176.