


Fatty alcohol 및 6-Benzyladenine 처리가 ‘후지’ 사과의 착과와 과실품질에 미치는 영향

신현우¹⁺ · 유진기^{1,2+} · 김우성³ · 권중근¹ · 나이묘원⁴ · 강인규^{1*} 

¹경북대학교 원예학과, ²워싱턴주립대학교 과수연구소, ³장유산업, ⁴국립원예특작과학원 사과연구소

Effect of Fatty Alcohol and 6-Benzyladenine on Fruit Set and Fruit Quality of ‘Fuji’ Apples

Hyun-Woo Shin¹⁺, Jingi Yoo^{1,2+}, Woo-Sung Kim³, Jung-Geun Kwon¹, Nay Myo Win⁴, and In-Kyu Kang^{1*} 

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

²Tree Fruit Research and Extension Center, Washington State University, Wenatchee, WA 98801 USA

³JahngRyu Industries Co., Ltd., Cheongju-si, Chungcheongbuk-do 28101, Korea

⁴Apple Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Gunwi 39000, Korea

*Corresponding author: kangik@knu.ac.kr

[†]These authors contributed equally to this work.

Abstract

This study was investigated the effect of fatty alcohol (FA) and 6-benzyladenine (6-BA) thinning treatments on the fruit set and fruit quality attributes of ‘Fuji/M.9’ apples. Trees were treated with FA (single, ×500 dilution), FA (double), 6-BA (×1,000 dilution), 6-BA (×500 dilution), FA (single) + 6-BA (×1,000 dilution), FA (double) + 6-BA (×500 dilution), and carbaryl. FA (80.5% a.i.) treatment was applied at 80% blossom of terminal flowers and 60–80% blossom of lateral flowers, and 6-BA (7.4% a.i.) and carbaryl treatments were applied at 8-mm size of central fruit. The total fruit set rate per cluster was observed 61.0% for terminal flowers and 37.3% for lateral flowers in the control but it was decreased to 35.2–50.6% for terminal flowers and 9.7–23.8% for lateral flowers in the thinning treatments, respectively. The rate of central fruit per terminal flower cluster was observed 92.6% in the control but it was 65.2–94.4% in FA and 6-BA treatments. However, the rate of non-fruit set per terminal flower cluster was observed 2.9% in the control but it was increased to 7.5–14.2% in the thinning treatments, and the rate of one fruit set per terminal flower cluster was 14.1% in the control but it was increased to 20.6–33.9% in the thinning treatments. In addition, the rate of non-fruit set per lateral flower cluster was observed 19.6% in the control but it was decreased to 32.2–69.0% in the thinning treatments. The fruit quality attributes were not different in all treatment groups at harvest, except fruit weight. Therefore, our results reveal that FA and 6-BA treatments have the significant effects in reducing the fruit rate in ‘Fuji’ apple.

Additional key words: carbaryl, central fruit, fruit set ratio, lateral flower, terminal flower

Received: June 27, 2022
Revised: July 8, 2022
Accepted: August 22, 2022

 OPEN ACCESS



HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY
41(1):36-44, 2023
URL: <http://www.hst-j.org>

pISSN : 1226-8763
eISSN : 2465-8588

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright©2023 Korean Society for Horticultural Science.

서 언

사과(*Malus domestica* Borkh.)는 국내 주요 과실로 2020년 재배면적은 31,598ha에서 2021년 33,439ha로 꾸준히 증가하고 있는 추세이다(KOSIS, 2021). 사과재배는 전정, 적화, 적과, 수확 등 다양한 작업이 진행되지만, 특히 국내에서는 적과작업은 고품질 과실생산을 목적으로 격년 결실을 방지하고 불필요한 양분 소모를 줄여 과실비대 축진을 위한 필수적인 작업으로 많은 노동력이 필요하다(Dennis, 2000; Kook et al., 2009; Greene and Costa, 2013; Yoo et al., 2014; Fruk et al., 2017). 그러나 현재 우리나라의 농업인 수는 2013년 2,133,798명에서 2021년 1,823,982명으로 14.5% 감소하였고, 70세 이상 고령 농업인 비율이 2013년 30.3%에서 2021년 38.2%로 매년 증가하여 농촌 고령화가 빠르게 진행되고 있어 농촌의 노동력 부족과 인건비 상승이 심각해지고 있는 실정이다(KOSIS, 2021). 이러한 노동력 부족 문제를 해결하기 위해서는 사과원에서 노동력이 집중되는 적화 및 적과 작업을 대체할 수 있는 기술 개발이 필요함에 따라 적화제와 적과제의 연구가 진행되어 왔다.

적화제로는 석회유황합제(lime sulfur)가 적용되고 있으나(Guak et al., 2002; Chun et al., 2012) 사용 방법 및 개화 정도에 따라 효과가 차이를 보이며(Yoo et al., 2016; Kamiab et al., 2020; Win et al., 2022), 또한 처리농도와 처리 횟수가 증가하면 과실의 동독과 엽소장해가 발생하는 경우도 있다고 보고되었다(Jang et al., 1998; Dennis, 2000). 또한 국내에서는 fatty alcohol의 종류 중 하나인 octyl alcohol이 적화제로서 효과가 있다고 보고되었다(Yoo et al., 2019). 그리고 적과제로는 carbaryl이 효과적이지만(Batjer and Billingsley, 1964) 화분매개곤충인 꿀벌을 죽이는 부작용으로 현재 사용에 많은 제한을 받고 있어 이를 대체할 적과제가 필요한 실정이다(Dennis, 2000). 외국의 경우는 적과제로 Maxcel(1.9% BA)를 적용하고 있지만(Greene and Autio, 1989; Greene et al., 1992; Wismer et al., 1995; Bound et al., 1997; Stover et al., 2001; Kim and Guak, 2010), 국내에서는 carbaryl을 대체할 유효한 적과제는 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내 주요 품종인 '후지' 사과를 대상으로 적화를 위한 fatty alcohol과 적과를 위한 6-BA 처리가 결실과 과실품질 변화에 미치는 영향을 구명하여 적화제 및 적과제로서 실용화 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험은 경북 상주시 사과 재배 농가에서 관행적인 방법으로 재배하고 있는 '후지'(M.9, 12년생) 품종에 비교적 수세가 안정되고 균일한 나무를 대상으로 하였다. 과실 수확은 2021년 10월 28일에 실시하였고, 저장 과실은 상처 및 감염과를 제외하고 실험재료로 사용하였다.

약제처리

적화제로는 fatty alcohol(80.5%, 상표명 : KOTSOKO, 장유산업, 청주, 대한민국) 유제 500배액을 중심화 만개 80%(4월 18일)와 액화 60-80% 개화시(4월 21일)에 각각 처리하였다. 적과제로는 6-benzyladenine(6-BA 7.4%, 상표명 : ALSOKI, 장유산업, 청주, 대한민국) 유제 1,000배액과 500배액을 각각 중심과 평균 8mm 일 때(4월 27일) 살포하였다. 그리고 적화제와 적과제 혼용처리로는 fatty alcohol 1회(4월 18일) + 6-BA 1,000배액(4월 27일), fatty alcohol 2회(4월 18일, 21일) + 6-BA 500배액(4월 27일)을 처리하였다. 대조구로 carbaryl(50%) 수화제 800배액을 중심과 평균 8mm일 때(4월 27일) 처리하였다. 모든 약제는 전동분무기로 ATR60(할로론, Albuz) 노즐을 사용하여 오전 7시경에 3,500L·ha⁻¹(2.8L/1주) 정도가 되도록 살포하였다.

착과율 조사

착과수 조사는 개화량이 충분한 측지 3개를 선정 후 정화아와 액화아로 구분하였고, 과총당 착과수는 전체 착과 여부, 중심과 착과 여부, 무착과, 1과, 2과 및 3과 이상 착과로 하여 조사하였다. 착과율 조사는 농가에서 인력적과를 실시하기 전 완전히 결실이 확인된 5월 18일에 조사하였다. 모든 조사 대상은 각 처리 별 반복 당 3주로 하여 3반복 총 9주를 조사하였다.

과실품질 특성

과실품질 특성은 10월 28일 수확하여 과중, 과피색도, 과중, 종자 수는 처리 구 당 30과씩 9주에 대하여 270과를 대상으로 조사하였다. 그리고 과실의 경도, 가용성 고형물, 산 함량 및 내생 에틸렌 발생량은 반복 당 10과씩 총 30과를 대상으로 조사하였다. 과실의 경도는 직경 11mm plunger를 장착한 경도계(Compac-100 II, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 과실 적도부의 과피를 제거한 후 3회 측정 후 평균 값을 Newton(N)으로 나타내었다. 과피의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 양광면 3회, 바탕면 3회를 측정하였다. 가용성 고형물 함량은 과즙을 디지털 당도계(PR-201 α , Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하였고, 산 함량은 과즙 5mL에 증류수 45mL를 더한 후 전위차 적정기(DL-15, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 0.1N NaOH로 pH 8.1까지 적정 후 사과산으로 환산하였다. 내생 에틸렌 발생량은 과실의 꽃받침 부위에 주사기를 삽입하여 씨방에서 gas 1mL 채취하였고, FID(flame ionization detector)를 장착한 gas chromatography(GC-2010, Shimadzu Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 분석조건은 Porapak Q column(80427-800, Restek Co., Bellefonte, PA, USA)를 이용하여 injector temperature 100°C, oven temperature 90°C, detector temperature 200°C로 설정하고, carrier gas는 He, flow rate 25mL·min⁻¹로 설정하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS 프로그램(IBM SPSS Statistics 26, IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 ANOVA 결과 분석 후 처리 간 착과수와 과실품질 항목별로 Duncan 다중검정으로 분석하였다.

결과 및 고찰

적화제 및 적과제 처리가 '후지' 사과의 착과에 미치는 영향은 Fig. 1과 같다. 정화아의 총 착과율을 보면, 무처리구는 61.1%였고, fatty alcohol(FA) 1회와 FA 2회 처리구는 45.3%와 44.9%였고, 6-BA 1,000배와 500배 처리구는 50.6%와 44.3%였다. 그리고 FA 1회 + 6-BA 1,000배, FA 2회 + 6-BA 500배 및 carbaryl 처리구는 각각 47.3, 44.0, 35.2%로 무처리구와 비교하여 낮은 착과율을 보였다(Fig. 1A). 그리고 정화아의 중심과 착과율을 보면(Fig. 1B) 무처리구는 92.6%, 6-BA 1,000배 처리구는 94.4%를 보였고, FA 2회, FA 2회 + 6-BA 500배, 6-BA 500배 및 carbaryl 처리구는 각각 78.3, 73.3, 75.4, 65.2%로 무처리구 보다 낮은 중심과 착과율을 보였지만 결실량을 확보하는 데는 문제가 없다고 판단되었다.

액화아의 총 착과율을 보면(Fig. 1C), 무처리구는 37.3%인 반면, FA, 6-BA, FA + BA 혼용 처리구 들에서는 9.7 - 19.5%로 무처리구와 비교하여 현저히 낮은 착과율을 보였으며, carbaryl은 23.8% 착과율을 보였다. 그리고 액화아 중심과 착과율의 경우(Fig. 1D) 무처리구가 78.9%를 보였으나 적화제 및 적과제 처리구들은 17.6 - 48.7%로 현저히 낮은 착과율을 보였으며, 사과에서 액화아의 경우는 적과시 모두 제거하는 것이 원칙으로 착과율이 낮을수록 우수한 효과가 있다.

정화아의 과총당 착과수를 조사한 후 그 비율을 조사하였다(Fig. 2). 결실이 되지 않은 무착과율을 보면(Fig. 2A), 무처리구는 2.7%, 6-BA 1,000배 처리구는 2.9%로 가장 낮았고, 이외의 FA와 6-BA 처리구들은 무착과율이 7.5 - 14.2%로 높은 경향을 보였다. 그리고 정화아의 가장 이상적인 결실형태인 1과만 착과된 비율은 무처리구는 14.1%로 낮았지만 약제 처리구들은

20.6–33.9%로 높은 착과율을 보였다(Fig. 2B). 또한, 과총당 2과만 착과된 비율은 무처리구는 16.8%로 FA 1회, FA 2회, FA 1회 + 6-BA ($\times 1,000$), 6-BA ($\times 500$)와 통계적 유의성은 없었으나, FA 2회 + 6-BA ($\times 500$), 6-BA ($\times 500$), carbaryl 처리구는 각 27.3, 26.6, 36.6%로 높은 결과를 보였다(Fig. 2C). 그리고 3과 이상 착과율을 보면 무처리구는 66.5%로 높은 비율을 보였지만, FA와 6-BA 처리구들은 37.5–54.1%로 무처리구에 비하여 낮은 착과율을 보였다(Fig. 2D). 특히, 모든 처리구들의 착과수가 2개 이하로 착과된 비율을 보면, 정화아의 경우 무처리는 33.5%인데 반하여 FA 1회 처리구는 57.2%, FA 2회 처리구는 58.9%, FA 2회 + BA ($\times 500$) 처리구는 62.5%, 6-BA ($\times 500$) 처리구는 57.7% 그리고 carbaryl 처리구는 79.9%로 처리구들간에 다소 차이를 보였지만 우수한 적과효과를 보였다.

액화아의 과총당 착과수의 비율을 보면 Fig. 3과 같다. 무착과율을 보면 무처리구는 19.6%로 가장 낮은 착과율을 보여 80% 이상 대부분 착과가 되었지만, FA 1회, FA 2회, 6-BA 1,000배 및 500배 처리구들의 무착과율이 53–68%로 현저히 낮았다(Fig. 3A). 그리고 1과와 2과만 착과된 비율을 보면 다소 차이를 보이지만 통계적 유의성은 없었다(Fig. 3B and 3C). 또한, 3과 이상 착과된 비율을 보면 무처리구는 36.6%로 매우 높은 착과율을 보였지만, FA와 6-BA 모든 처리구들은 10.1% 이하로 매우 낮은 착과율을 보였다(Fig. 3D). 앞에서 언급하였듯이 액화아에서 결실된 경우 모두 제거를 하기 때문에 적화제 및 적과제 처리시 착과율이 낮을수록 우수한 효과를 보인다고 판단할 수 있다.

석회유황합제(lime sulfur)와 Potassium-bi-carbonate(Armicarb[®])의 경우 암술의 주두에 피해를 주어 수분과 수정을 방해함으로써 적과 효과가 있어(Dennis, 2000; Weibel et al., 2012) '후지' 사과에 석회유황합제(Bé 22°) 120배액을 정화아의 중

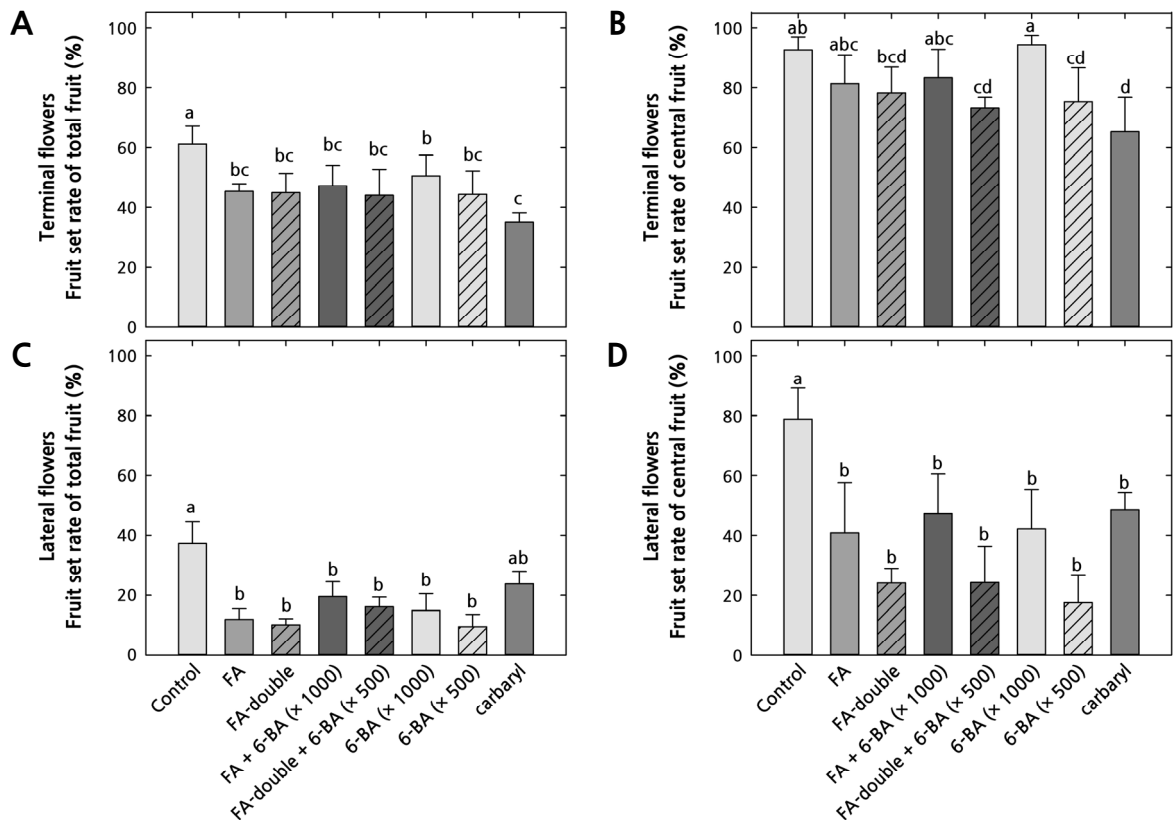


Fig 1. Effects of fatty alcohol (FA) and 6-benzyladenine (6-BA) on the fruit set rate in 'Fuji' apples. FA was treated at 80% flowering of terminal flower, which was April 18. FA-double were treated at April 18 and 21 (60–80% flowering of lateral flower). 6-BA and carbaryl were treated at 8mm diameter of central fruit in terminal flower, which was April 27. Data are presented as mean \pm standard error ($n = 240$). Different letters indicate statistically significant differences at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

심화 만개 2일과 3일 후에 처리하였을 때 액화아의 무착과율이 19.8% 수준으로 착과수를 감소시켰다고 하였다(Yoo et al., 2019). 그리고 fatty alcohol 종류 중 하나인 octyl alcohol은 암술의 주두에 피해를 주고, 또한 식물조직에 처리되면 가수분해 되어 에틸렌 방출을 유도하여 이층형성에 의한 탈리를 촉진하는 작용이 있는 것으로 추정되어 이를 중심화 만개 1일 후, 2일 후, 3일 후에 처리하였을 때 액화아의 무착과율이 각각 19.1, 51.3, 39.5%로 적과 효과가 있었고(Yoo et al., 2019), 6-BA는 cytokinin계 성장조절제로 잎과 과실에서 광합성률이 낮아지고 과실로 당(sugar)의 이동을 감소시켜 적과되는 효과가 있다(Greene et al., 1992; Yuan and Greene, 2000). Kook et al.(2009)은 '홍로' 사과에 적과제로 Maxcel(BA 1.9%) 100mg·L⁻¹을 처리하였을 때 과실의 무게가 무처리구에 비해 증가하였고, 1과 착과율이 무처리구 43.2%에 비하여 Maxcel 처리구는 53.2% 적과 효과를 보였으며, Greene et al.(2011)은 'McIntosh' 사과에 75mg·L⁻¹ 처리하였을 때 무처리구에 비하여 착과율이 32% 감소하여 적과 효과가 있다고 하였다. 그리고 6-BA 처리시키는 '홍로'와 '후지'의 중심과 크기가 6-10mm 사이에 처리하였을 때 적과 효과가 우수하였다고 하였다(Yoo et al., 2016). 따라서 적화제인 FA 단독처리구와 적과제인 6-BA 단독처리구 및 FA + 6-BA 혼용 처리구들에서 착과율에 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과를 미루어 보면 적화제 단독처리만으로도 우수한 적과효과를 볼수 있으며, 혹은 적화제의 살포시기를 늦췄다하더라도 이후 적과제 적용만으로도 적과효과를 볼수 있다고 판단할 수 있었다.

적화제 및 적과제 처리에 따른 수확시 '후지' 사과의 품질에 미치는 영향을 조사하였다(Tables 1 and 2). 과중은 약제처리구

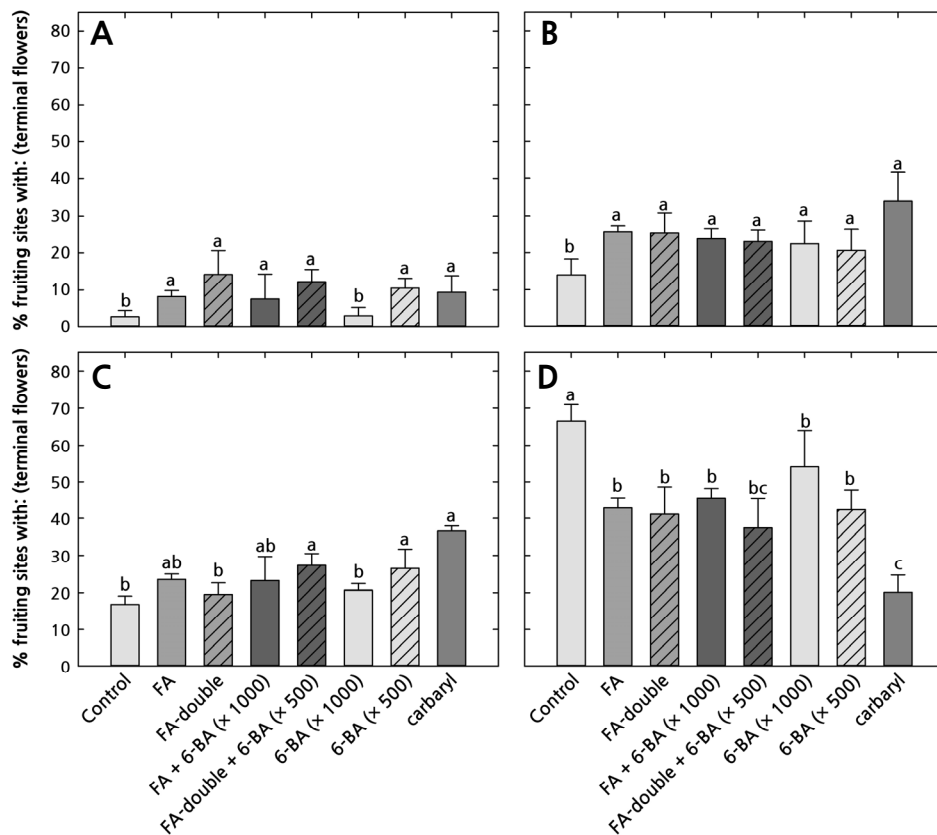


Fig 2. Effects of fatty alcohol (FA) and 6-benzyladenine (6-BA) on fruit set rate per cluster in terminal flowers of 'Fuji' apples. FA was treated at 80% flowering of terminal flower, which was April 18. FA-double were treated at April 18 and 21(60-80% flowering of lateral flower). 6-BA and carbaryl were treated at 8mm diameter of central fruit in terminal flower, which was April 27. A, non-fruit set (FS); B, single FS; C, double FS; D, more than triple FS. Data are presented as mean \pm standard error ($n = 240$). Different letters indicate statistically significant differences at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

들이 무처리 과실에 비하여 증가하였고, 종자수는 FA 2회 처리구와 6-BA 500배 처리구에서 감소하는 경향을 보였지만 뚜렷한 경향은 없었다. 그리고 과형지수, 과실의 경도, 가용성 고형물 및 산 함량, 내생 에틸렌 발생량 등은 모든 처리구들에서 뚜렷한 경향을 보이지 않았고(Table 1), 과피의 착색도 양광면(Sunny side) 및 바탕면(Background) 모두에서 처리구들 간 통계적 유의성은 없었다(Table 2). 또한 FA와 6-BA의 모든 처리구들에서 과피의 동녹을 비롯한 장해 증상은 발생하지 않았다(Data not shown). MaxCel(1.9% BA)을 적과제로 처리시 적과 효과를 보이면서 과실의 무게가 증가한다고 하였고(Greene et al., 2011), 또한 국내의 경우 과중은 나무의 세력 및 착과 위치에 따른 과실간의 차이와 인력적과를 실시하므로서 적과제 처리에 따른 과중 증가에 대한 효과라고 판단하는 데는 무리가 있다고 추정하기도 하였다(Guak et al., 2009; Kook et al., 2009). 본 결과에서는 적화 및 적과제 처리에 따른 과중이 처리구들 간에 차이는 있지만 무처리구에 비하여 증가하는 경향을 보인 것은 착과수 감소로 인한 과실간의 양분 경쟁을 다소 억제시킨 결과라고 판단할 수 있었다.

수확후 저온저장동안 90일 후 과실품질 변화를 조사한 결과(Table 3), 과실의 경도, 산 및 가용성 고형물 함량, 에틸렌 발생량 등 모든 처리구들에서 차이가 없어 약제 처리에 따른 저장 중 과실품질에 미치는 영향은 없는 것으로 판단되었다.

따라서 본 연구결과에서 '후지' 사과에 적용한 FA와 6-BA 처리는 정화아와 액화아에서 무처리구와 비교하였을 때 우수한 적화 및 적과 효과를 보였다. 그리고 정화아와 액화아의 과충당 착과수에서도 정화아는 1과만 착과한 비율이 FA와 6-BA 처리구가 높았으며, 반대로 3과 이상 착과된 비율이 낮아 우수한 적과 효과를 보였다. 그러나 적화제는 기상 상황에 따라 개화되는

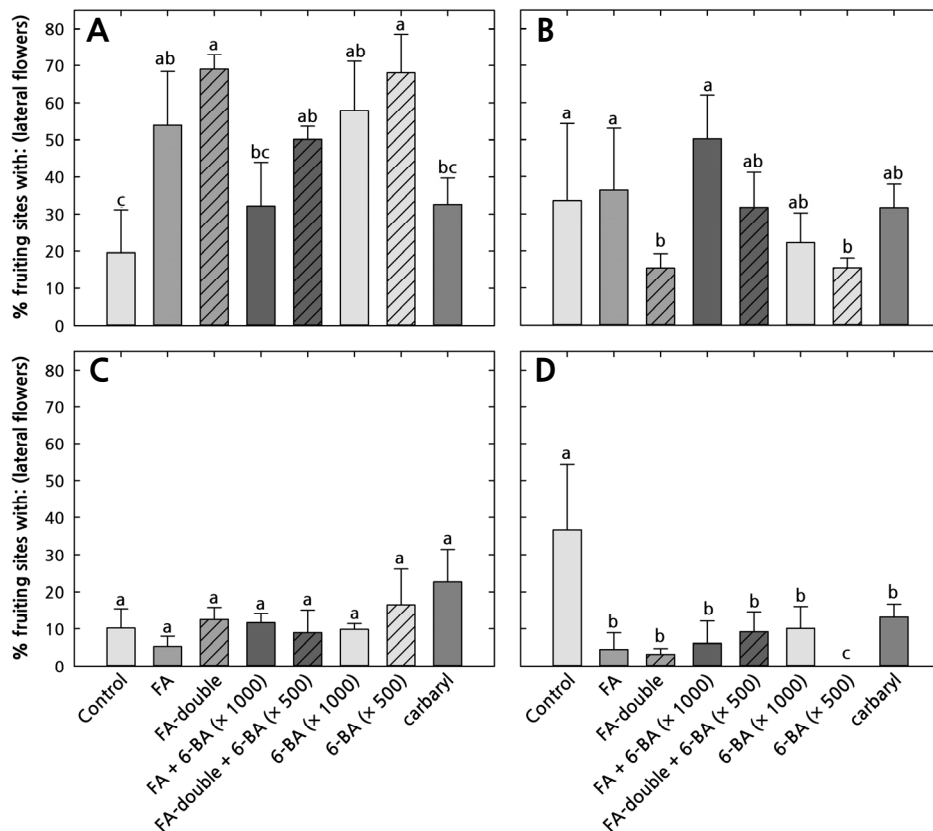


Fig 3. Effects of fatty alcohol (FA) and 6-benzyladenine (6-BA) on fruit set rate per cluster in lateral flowers of 'Fuji' apples. FA was treated at 80% flowering of terminal flower, which was April 18. FA-double were treated at April 18 and 21(60-80% flowering of lateral flower). 6-BA and carbaryl were treated at 8mm diameter of central fruit in terminal flower, which was April 27. A, non-fruit set (FS); B, single FS; C, double FS; D, more than triple FS. Data are presented as mean \pm standard error ($n = 240$). Different letters indicate statistically significant differences at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

Table 1. Effects of fatty alcohol (FA) and 6-benzyladenine (6-BA) on fruit quality attributes of 'Fuji' apples at harvest

Treatments ^z	Rate of dilution (a.i.)	Fruit quality attributes						
		Fruit weight (g)	L/D ratio	Seeds No. (ea)	FF (N/Φ11mm)	SSC (°Brix)	TA (%)	IEC (μL·L ⁻¹)
Control	-	311.0 d ^y	0.92 a	5.47 bcd	59.7 ab	14.0 a	0.31 ab	0.67 ab
FA	(×500)	336.7 bc	0.93 a	6.80 ab	56.4 cd	12.5 b	0.28 bc	0.31 b
FA-double	(×500) + (×500)	348.7 ab	0.91 a	4.13 d	58.9 abc	13.3 ab	0.29 ab	0.47 b
FA + 6-BA	(×500) + (×1,000)	344.8 bc	0.91 a	6.07 abc	60.6 ab	14.0 a	0.32 a	0.44 ab
FA-double + 6-BA	(×500) + (×500)	366.8 a	0.94 a	4.73 cd	60.5 ab	12.7 b	0.31 ab	0.27 b
6-BA	(×1,000)	325.4 cd	0.94 a	5.47 bcd	58.0 abc	13.5 a	0.25 c	0.61 ab
6-BA	(×500)	351.7 ab	0.91 a	4.67 cd	61.0 a	13.6 a	0.29 ab	0.56 ab
Carbaryl	(×800)	327.6 cd	0.93 a	7.20 a	55.1 c	13.6 a	0.30 ab	0.92 a

^zFA was treated at 80% flowering of terminal flowers, which was April 18.

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

*FA-double were treated on April 18 and 21 (60–80% flowering of lateral flower). 6-BA and carbaryl were treated at 8mm diameter of central fruit in terminal flowers, which was April 27. FF, flesh firmness; SSC, soluble solids content; TA, titratable acidity; IEC, internal ethylene concentration.

Table 2. Effects of fatty alcohol (FA) and 6-benzyladenine (6-BA) on peel color variables of 'Fuji' apples at harvest

Treatments ^z	Rate of dilution (a.i.)	Peel color variables					
		Sunny side			Background		
		<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Control	-	40.65 a ^y	23.99 a	10.43 a	52.54 a	7.13 a	16.62 a
FA	(×500)	39.98 a	23.43 a	9.81 a	51.27 a	7.09 a	16.26 a
FA-double	(×500) + (×500)	39.81 a	22.47 a	9.98 a	50.32 a	8.98 a	15.48 a
FA + 6-BA	(×500) + (×1,000)	40.38 a	22.57 a	10.12 a	50.90 a	6.75 a	15.84 a
FA-double + 6-BA	(×500) + (×500)	41.21 a	23.72 a	10.32 a	51.70 a	7.10 a	16.39 a
6-BA	(×1,000)	39.65 a	23.73 a	9.48 a	50.82 a	8.37 a	15.50 a
6-BA	(×500)	38.64 a	23.91 a	9.50 a	51.99 a	8.04 a	15.28 a
Carbaryl	(×800)	39.37 a	23.72 a	10.17 a	51.63 a	6.78 a	15.27 a

^zFA was treated at 80% flowering of terminal flower, which was April 18.

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

*FA-double were treated on April 18 and 21 (60-80% flowering of lateral flower). 6-BA and carbaryl were treated at 8mm diameter of central fruit in terminal flower, which was April 27.

Table 3. Effects of fatty alcohol (FA) and 6-benzyladenine (6-BA) on fruit quality attributes of 'Fuji' apples at 0°C after 90 days

Treatments ^z	Rate of dilution (a.i.)	Fruit quality attributes			
		FF (N/Φ11mm)	SSC (°Brix)	TA (%)	IEC (μL·L ⁻¹)
Control	-	56.1 b	13.3 a	0.29 a	0.13 a
FA	(×500)	59.2 ab	13.4 a	0.26 a	0.15 a
FA-double	(×500) + (×500)	60.6 ab	13.4 a	0.26 a	0.15 a
FA + 6-BA	(×500) + (×1,000)	61.3 a	13.4 a	0.30 a	0.14 a
FA-double + 6-BA	(×500) + (×500)	58.7 ab	13.0 a	0.29 a	0.12 a
6-BA	(×1,000)	59.9 ab	13.1 a	0.29 a	0.18 a
6-BA	(×500)	60.0 ab	13.4 a	0.26 a	0.16 a
Carbaryl	(×800)	56.9 ab	13.7 a	0.28 a	0.38 a

^zFA was treated at 80% flowering of terminal flower bud, which was April 18.

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

*FA-double were treated on April 18 and 21 (60-80% flowering of lateral flower). 6-BA and carbaryl were treated at 8mm diameter of central fruit in terminal flower, which was April 27. FF, flesh firmness; SSC, soluble solids content; TA, titratable acidity; IEC, internal ethylene concentration.

정도에 많은 차이를 보여 처리 시기에 따라 착과에 미치는 영향은 다르게 나타나기 때문에 살포시기에 대한 면밀한 검토가 필요하여(Yoo et al., 2016), 또한 생장조절제를 적과제로 사용하는 경우 착과된 후 기상에 따른 효과에 차이를 보이기 때문에 살포 농도와 살포 시기도 더 세밀한 연구가 필요하다고 판단되었다. 그러므로 화분 매개충에 피해를 주지 않는 장점을 고려해 본다면 FA와 6-BA는 사과에 적화 및 적과제로서 실용화 가능성이 있다고 판단되었다.

초 록

본 연구는 fatty alcohol(FA)과 6-benzyladenine(6-BA) 처리가 '후지/M.9' 사과의 착과와 과실품질에 미치는 영향을 조사하였다. FA 처리 농도는 500배로 정화 중심화 80% 개화시 1회와 정화 중심화 80% 개화+액화 60-80% 개화시 2회를 각각 처리하였고, 6-BA는 처리 농도 1,000배와 500배를 중심과 8mm 일 때 각각 처리하였다. 그리고 FA + 6-BA 혼용처리는 FA 1회 + 6-BA 1,000배와 FA 2회 + 6-BA 500배를 각각 처리하였고, carbaryl은 800배를 중심과 8mm 일 때 처리하였다. 과총당 총 착과율을 보면, 무처리구는 정화아는 61.0%였고, 액화아는 37.3%였지만 약제처리구들은 정화아는 35.2-50.6%, 액화아는 9.7-23.8%로 감소하였다. 그리고 정화아 중심과 착과율은 무처리구는 92.6%였고, 약제처리구들은 65.2-94.4%였으나, 액화아의 무처리구는 78.9%였으나 약제처리구들은 17.6-48.7%로 현저히 감소하였다. 정화아의 과총당 무착과율은 무처리구는 2.9%였지만, 약제처리구는 7.5-14.2%로 높았고, 1과 착과율의 경우도 무처리구는 14.1%였으나 약제처리구들은 20.6-33.9%로 높았다. 그리고 액화아는 무착과율이 무처리구는 19.6%였으나, 약제처리구들은 32.2-69.0%로 현저히 높았다. 그리고 수확시 과실품질은 과중을 제외하고는 모든 처리구들에서 차이를 보이지 않았다. 따라서 FA와 6-BA 처리에 따른 '후지' 사과의 착과율을 현저히 감소시키는 효과를 보였다.

추가 주요어 : 카바릴, 중심과, 착과율, 액화, 정화

Literature Cited

- Batjer LP, Billingsley HD (1964) Apple thinning with chemical sprays. Washington State Expt Sta Blu 636:651-659
- Bound SA, Jones KM, Oakford MJ (1997) Post-bloom thinning with 6-benzyladenine. Acta Hort 463:493-499. doi:10.17660/ActaHortic.1998.463.62
- Chun I, Zheng W, Choi C, Song Y, Kang I, Hirst P (2012) Multiple applications of lime sulfur for fruit thinning of 'Fuji' and 'Hongro' apple trees. J Bio-Env Con 21:445-451. doi:10.12791/KSBEC.2012.21.4.445
- Dennis FJ (2000) The history of fruit thinning. Plant Growth Regul 31:1-16. doi:10.1023/A:1006330009160
- Fruk M, Vuković M, Jatoi MA, Fruk G, Buhin J, Jemrić T (2017) Timing and rates of NAA as blossom and fruitlet chemical thinner of apple cv. Braeburn. Emir J Food Agric 29:156-162. doi:10.9755/ejfa.2016-07-910
- Greene D, Costa G (2013) Fruit thinning in pome-and stone-fruit: State of the art. Acta Hort 998:93-102. doi:10.17660/ActaHortic.2013.998.10
- Greene DW, Autio WR (1989) Evaluation of benzyladenine as a chemical thinner on 'McIntosh' apples. J Am Soc Hortic Sci 114:68-73. doi:10.21273/JASHS.114.1.68
- Greene DW, Autio WR, Erf JA, Mao ZY (1992) Mode of action of benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. J Am Soc Hortic Sci 117:775-779. doi:10.21273/JASHS.117.5.775
- Greene DW, Schupp JR, Winzeler HE (2011) Effect of abscisic acid and benzyladenine on fruit set and fruit quality of apples. HortScience 46:604-609. doi:10.21273/HORTSCI.46.4.604
- Guak S, Beulah M, Looney NE (2002) Thinning of 'Fuji' and 'Gala' apple with lime sulphur and other chemicals. Acta Hort 636:339-346. doi:10.17660/ActaHortic.2004.636.41
- Guak S, Kim E, Kook J, Choi D (2009) MaxCel® as a postbloom thinner for 'Hongro' and 'Fuji' apples. Hortic Environ Biotechnol 50:181-187
- Jang HI, Han JW, Lee HJ, Hong KH, Choi JJ, Kim KY (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
- Kamiab F, Rasouli P, ZamaniBahramabadi E (2020) Application of some bloom thinning techniques to overcome alternate bearing in

- pistachio (*Pistaciavera* L.). *Hortic Environ Biotechnol* 61:31-39. doi:10.1007/s13580-019-00187-9
- Kim E, Guak S** (2010) Chemical thinning of 'Fuji' apple with ammonium thiosulfate and benzyladenine. *Hortic Environ Biotechnol* 51:520-524
- Kook J, Kim E, Choi D, Guak S** (2009) Chemical thinning of 'Hongro' apple with ammonium thiosulfate and Maxcel. *Hortic Environ Biotechnol* 50:79-83
- Korean Statistical Information Service (KOSIS)** (2021) https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1AG20411 Accessed 12 November 2021
- Stover E, Fargione M, Risio R, Yang X, Robinson T** (2001) Fruit weight, cropload, and return bloom of 'Empire' apple following thinning with 6-benzyladenine and NAA at several phenological stages. *HortScience* 36:1077-1081. doi:10.21273/HORTSCI.36.6.1077
- Weibel FP, Lemcke B, Monzelio U, Giordano I, Kloss B** (2012) Successful blossom thinning and crop load regulation for organic apple growing with potassium-bi-carbonate (Armicarb®): results of field experiments over 3 years with 11 cultivars. *Eur J Hortic Sci* 77:145-153
- Win NM, Lee D, Park J, Song YY, Cho YS, Lee Y, Park MY, Kweon HJ, Kang IK, et al.** (2022) Effects of Bloom Thinning with Lime Sulfur on Fruit Set, Yield, and Fruit Quality Attributes of 'RubyS' Apples. *Hortic Sci Technol* 40:253-260. doi:10.7235/HORT.20220024
- Wismer PT, Proctor JTA, Elfving DC** (1995) Benzyladenine affects cell division and cell size during apple fruit thinning. *J Am Soc Hortic Sci* 120:802-807. doi:10.21273/JASHS.120.5.802
- Yoo J, Kang BK, Kim DH, Lee J, Lee DH, Kweon H, Choi IM, Jung HY, Chung M, et al.** (2016) Effect of flower and fruit thinner on fruit set and fruit quality of 'Gamhong' apples. *Hortic Sci Technol* 34:24-31. doi:10.12972/kjhst.20160006
- Yoo J, Kwon J, Cho Y, Jung H, Kim W, Kang I** (2019) Effects of octyl alcohol treatments on fruit set and fruit quality attributes in 'Fuji' apples. *Hortic Sci Technol* 37:455-462. doi:10.7235/HORT.20190046
- Yoo J, Park M, Kang I** (2014) Effect of fruit thinner on fruit set and quality in 'Hongro' and 'Fuji' apples. *Hortic Sci Technol* 32:577-583. doi:10.7235/hort.2014.14007
- Yuan R, Greene DW** (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* 125:169-17. doi:10.21273/JASH S.125.2.169