Korean Journal of Environmental Agriculture

Korean J Environ Agric. 2020;39(4):360-367. Korean
Published online 2020 November 30. https://doi.org/10.5338/KJEA.2020.39.4.43

Online ISSN: 2233-4173
Print ISSN: 1225-3537

Research Article

Open Access

'브라이트웰' 래빗아이 블루베리의 Ammonium thiosulfate와 UREA처리에 따른 적화와 과실생장 효과

김홍림*, 이목희, 이하경, 정경호, 이한철

농촌진흥청 국립원예특작과학원 남해출장소

Effects of ATS and UREA on Flower Thinning and Fruit Growth in 'Brightwell' Rabbiteye Blueberry

Hong Lim Kim*, Mock-hee Lee, Ha-Kyoung Lee, Kyeong-Ho Chung and Han-Cheol Rhee (Namhae Branch, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Namhae 52430, Korea)

Received: 19 October 2020/ Revised: 20 November 2020/ Accepted: 23 November 2020
Copyright ⓒ 2020 The Korean Society of Environmental Agriculture
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID
Hong-Lim Kim
https://orcid.org/0000-0001-9136-1327

Abstract

BACKGROUND: The productivity and quality of blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) greatly depend on the number of fruits in a plant. Especially, fruit set more than appropriate number negatively affects productivity and marketability due to the increased number of small fruits and delayed harvest time. This study was conducted to investigate proper timing and concentration for applying chemical blossom thinners such as ammonium thiosulfate (ATS) and UREA.

METHODS AND RESULTS: ATS at 1.25% and 1.50%, and UREA at 6% and 8% were applied in four developmental stages, bud swell, pink bud, full bloom and petal fall. Fruit thinning rate was calculated based on the number of fruits harvested divided by that of flowers before applying blossom thinners. Ratios of leaf to flower and leaf to fruit were calculated based on the number of fully developed leaves in 25 days after full blossom divided by that of flowers or fruits, respectively. Chemical injury of leaves was investigated by calculating the number of leaves with chemical injury divided by the total number of leaves. Fruit thinning rates were 48% and 66% for UREA treatments at 6% and 8%, respectively, and 49% and 62% for ATS treatments at 1.25% and 1.50%, respectively, in the full bloom stage. In the petal fall stage, fruit thinning rates were 18% and 24% for UREA treatments at 6% and 8%, respectively, and 49% and 35% for ATS treatments at 1.25% and 1.50%, respectively. Leaf to fruit ratio (L/FR) increased by 109% and 188% compared to leaf to flower ratio in ATS treatments at 1.25% and 1.50%, respectively, and L/FR increased 93 and 196% in UREA treatments at 6% and 8%, respectively, in the full bloom stage. In the petal fall stage, leaf to fruit ratio increased by 60% to 100% in ATS treatments, but did not significantly differ from the control in UREA treatments. Fruit harvest was delayed in all treatments of all developmental stages except for 1.5% ATS and 6% UREA treatments at the petal fall stage, whose fruit harvest was two or three days faster than the control.

CONCLUSION: The application of ATS and UREA for blossom thinning should be in the petal fall and full bloom stages for early and late harvest, respectively. Considering chemical injury, integrated harvesting and fruit size, however, it is appropriate to apply ATS at 1.5% in the petal

*Corresponding author: Hong-Lim Kim
Phone: +82-55-864-1505; Fax: +82-55-864-1508;
E-mail: khlloi@korea.kr

fall stage to increase fruit productivity and quality in blueberry.

Key words: ATS, Brightwell, Rabbiteye Blueberry, Thinning, UREA

서 론

블루베리 등 과수의 착과량 조절은 수세안정, 품질개선 그리고 집약수확 을 가능하게 하기 때문에 과원관리의 중요한 작업으로 인식되고 있다[1-3].

블루베리의 화아분화는 단일조건에서 당해 년도 형성되어 발달한 가지에 일어난다[4]. 꽃눈(Inflorescence bud)은 가지 선단에서 아래로 발달하여 꽃눈이 끝나는 부분부터 아래로 잎눈이 발생한다[5]. 꽃눈에 형성된 꽃수는 가지 선단으로부터 멀어질수록 적어지고, 과실 발달 역시 선단 아래로 순차적으로 발달한다. 따라서 이와 같은 블루베리의 결과습성은 첫 수확에서 마무리까지 약 30-40일의 긴 기간이 소요된다. 한편 착과량 증가는 동화산물 경쟁으로 생장 억제와 함께 소과 비율을 높이고[6], 낮은 엽과비로 과실의 유기화합물 증대에도 부정적 영향을 준다[7, 8]. 결국 블루베리의 시장성과 생산성을 위해 큰 과일을 짧은 기간 동안 집약적으로 수확할 수 있도록 착과량을 조절하는 기술이 필요하다 할 수 있다.

착과량을 조절하는 방법은 크게 인력 및 적화제 이용으로 구분할 수 있다. 인력을 이용한 착과량 조절은 처리시기와 환경에 따른 제한을 받지 않아 높은 재현성을 갖는 장점을 가지고 있지만, 생산성 측면에서 소규모 농장에 국한되는 단점을 가지고 있다[9]. 적화자재를 통한 착과량 조절은 대표적으로 생장조절물질을 이용한 방법들이 일부 잠재성이 확인된 바 있으나, 환경과 생태에 미치는 영향 때문에 범용적 적용에 한계를 가지고 있다[10-15]. 한편 Ammonium thiosulfate (ATS), Sulfcarbamide, Endothall, Pelargonic acid 그리고 Hydrogen cyanamide 등과 같은 무기자재 역시 다양한 과종에서 검토되고 있다[16-20]. 그러나 이중 Endothall, Pelargonic acid 그리고 Sulfcarbamide 등의 자재는 재현성이 낮다는 평가가 보고되고 있다[21]. 반면 ATS와 UREA은 환경과 농가 그리고 소비자에게 안전한 무기 화합물로서, 품종과 과종 그리고 처리방식에 따라 차이가 있지만 높은 수준의 적화효과가 확인되고 있다[19, 22-25].

국내 블루베리 재배현장은 전통적인 관행농과 친환경 등 다양한 작형이 적용되고 있어 현장성이 높은 범용적 착과량 조절 기술이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 이와 같은 조건에 부합한 ATS와 UREA의 처리시기와 수준을 구명하여 농가현장에 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 국립원예특작과학원 남해출장소에서 2019년에 수행하였다. 시험에 적용한 블루베리는 수관 용적이 약 6 m^3인 재식 9년차 래빗아이 블루베리(*Vaccinium ashei Reade*) 'Brightwell'이다. 꽃눈 발달단계 구분은 육안관찰을 통해 전체 수관의 꽃눈이 각 단계의 70%에 도달한 시점으로 구분하였다.

적화제 종류와 처리수준은 무처리를 포함하여 Ammonium thiosulfate (ATS) 1.25%, 1.5%와 UREA 6%, 8%로 처리하였다. 적화처리 시기는 Bud swell, Pink bud, Full bloom 그리고 Petal fall 등 4단계로 구분하였으며, 처리시기별 기상조건은 자동기상관측기(Campbell scientific, LTD, USA)를 이용하였으며 그 내용은 Table 1과 같다.

적화제의 처리는 10리터 용기의 소형 분무기를 이용하여 오전 중 수관 전체가 고르게 접촉되도록 충분히 살포하였고, 과실 특성조사를 위한 결과지는 과실 발달 조사용과 누적수확량 조사용으로 구분하여 선정하였다.

적화율은 적화제 처리 전 꽃수를 바탕으로 수확한 과실수로 계산하였다. 엽화비와 엽과비는 엽이 충분히 발달한 만개 후 25일 조사한 엽수를 바탕으로 적화제 처리 전 꽃수와 수확한 과실수를 바탕으로 계산하였다. 엽의 약해 발생률은 적화제 처리 후 약해 흔적이 있는 엽의 비율로 계산하였으며, 이때 약해의 정도는 고려하지 않았다.

적화제 처리에 따른 과실 발달은 만개 25일부터 77일까지 7~10일 간격으로 버니어캘리퍼스를 이용하여 조사하였다(만개 77일 이후에는 수확과실 발생으로 통계적 평가가 불가했다). 누적 수확량은 만개 66일부터 112일까지 4~8일 간격으로 수확하여 조사하였다.

과실 품질 중 가용성 고형물 함량은 과실 100 g을 착즙 후 굴절당도계(PR-32 α, Atago, Bellevue, WA, USA)를 이용하여 측정하였고, 산함량은 과즙 10 ml에 증류수 40 ml를 첨가하여 end point를 pH 8.20으로 설정하여 0.1 N NaOH로 적정하였으며, 이때 소요된 0.1 N NaOH 투여량을 구연산으로 환산하여 표기하였다. 실험디자인은 완전임의배치 5반복

Table 1. Temperature, humidity and wind speed in treatment timing

Date	Bud swell	Pink bud	Full bloom	Petal fall
	3/18	4/2	4/22	5/3
Temperature (℃)	6.9 ~ 8.5	7.9 ~ 8.7	19.3 ~ 20.5	18.6 ~ 20.1
Relative humidity (%)	63 ~ 68	44 ~ 56	62 ~ 68	27 ~ 38
wind speed (km/h)	2.9 ~ 3.6	4.0 ~ 5.8	3.6 ~ 4.3	2.9 ~ 4.0

- Campbell Scientific AWS (2019.3.18. ~ 5.3.)

으로 실시하였다.

시험결과의 통계분석은 SAS 통계패키지(SAS Institute, ver. 9.2, USA)를 이용해 분산분석을 실시했으며, 처리간 유의성 검정은 던칸의 다중검정법(P=0.05)을 이용했다.

결과 및 고찰

래빗아이 블루베리 '브라이트웰' 품종의 꽃눈 발달 단계별 ATS와 UREA의 적화효과는 Fig. 1과 같다. 꽃눈 발달 초기 단계인 bud swell과 pink bud 단계에서는 처리에 따라 최대 20%내외 적화효과를 나타냈으나, 무처리와의 통계적 유의차는 없었다. 그러나 full bloom과 petal fall단계에서는 처리간 유의차가 뚜렷하였다. full bloom 단계의 적화율은 UREA 6과 8%처리가 각각 48%와 66%를 나타냈으며, ATS 1.25와 1.5%처리가 각각 49%와 62%를 나타내 가장 적화율이 높은 시기였다. petal fall단계에서는 UREA 6%와 8%처리가 각각 18%와 24%를 나타냈으며, ATS 1.25%와 1.5%처리가 각각 49%와 35%를 나타내 full bloom 단계에 비해 다소 적화율은 낮지만 bud swell과 pink bud에 비해 적화효과가 높았다. 특히 full bloom단계와 달리 ATS처리에서 더 높은 적화율을 나타냈다.

블루베리 암술의 꽃가루 유효수분기간은 개화 후 6~8일까지 이다[26-29]. ATS와 UREA와 같은 가성(Caustic)자재는 암술대를 포함한 생식기관의 화학적 태움을 통해 불임과 낙화를 유도한다[12, 20, 22, 23]. bud swell과 pink bud 단계의 최대 20% 미만의 낮은 적화율은 생식기관의 미성숙과 꽃잎에 가려진 미개방성 때문으로 판단된다. 또한 petal fall 단계의 낮은 적화율은 처리시기의 중요성뿐 만 아니라, ATS와 UREA같은 가성 자재는 수정되어 착과된 과실의 적과제로써 적합하지 않다는 것을 확인해 주었다.

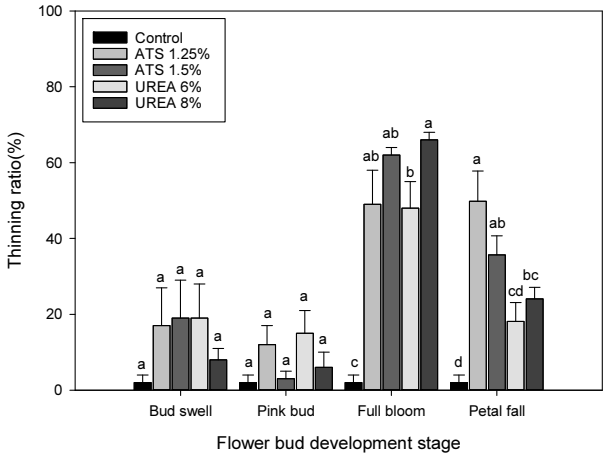

Fig. 1. The thinning effect of ATS and UREA in flower bud development stage of 'Brightwell' rabbiteye blueberry. Bars labeled with same letter are not significantly different by the Duncan's multiple range test (P = 0.05). Vertical bars indicate standard error of the means.

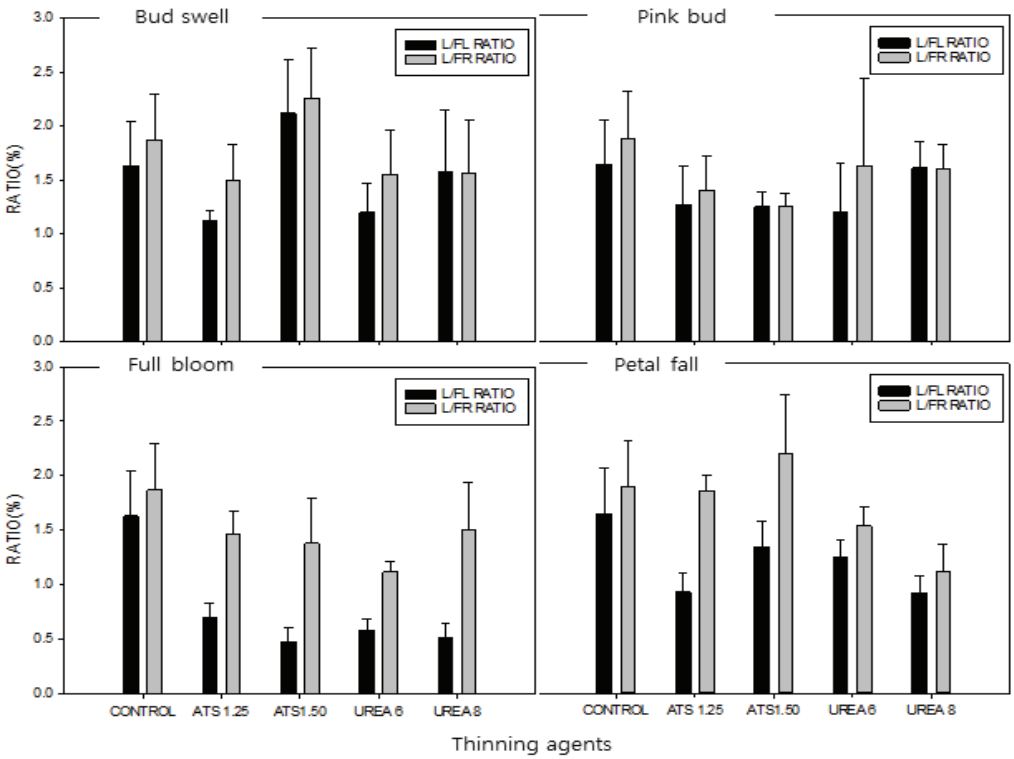

Fig. 2. The thinning effect of ATS and UREA in flower bud development stage on L/FL and L/FR of 'Brightwell' rabbiteye blueberry. L/FL, Leaf to flower ratio; L/FR, Leaf to fruit ratio. Vertical bars indicate standard error of the means.

적화 처리 전 엽화비와 꽃눈 발달 단계별 적화 처리 후 엽과비는 Fig. 2와 같다. 무처리구의 엽과비는 1.84%로 엽화비 대비 약 14%증가하여 생장 중 자연낙화 및 낙과가 미미함을 알 수 있었다. 꽃눈 발달 단계별 가장 적화효과가 컸던 full bloom 단계에서는 ATS 1.25%와 1.5%처리가 각각 109와 188%로, UREA 6과 8%처리에서는 각각 93%와 196%로 엽 비율이 증가하여, 자재의 종류보다는 처리농도에 따른 차이가 뚜렷하였다. 한편 petal fall 단계에서는 ATS처리가 60~100%정도의 엽 비율 증가를 나타냈으나, UREA는 처리효과가 매우 미미하여 농도보다는 자재에 따른 차이를 분명히 하였다.

한편 착과량 조절 목적은 엽에 대한 과실비율을 낮춰 품질과 생산성을 높이는데 있고 이를 위한 블루베리 엽과비는 2.5 이상이 되어야 한다고 알려져 있다[9, 30]. 그러나 본 처리는 시기와 농도에 따라 엽 비율의 증가가 가능하다는 것을 확인시켜 주었으나, 단일한 처리를 통한 기대 엽과비 확보는 일정 부분 한계를 가지고 있다는 것 역시 확인시켜 주었다. 따라서 기대 엽과비 충족을 위해 필요에 따라 적화제 처리 후 적과작업이 동반 되어야 한다고 본다.

적화제 처리에 따른 약해 발생현상과 발생량은 Figs. 3과 4와 같다. 약제에 따라 Fig. 3과 같이 부분적인 잎 뒤틀림과 끝이 타는 현상 그리고 착과된 과실에 노출되었을 때 과경부의 크라운 성장이 멈추는 현상 등을 확인할 수 있었다. 이와 같은 약해 발생량은 full bloom 단계의 UREA 8%처리가 약 38%의 발생량을 나타내 가장 높았다. UREA 6%와 ATS 처리는 농도 간 유의차이 없이 약 10~15% 이내의 발생량을 나타냈다. 한편 petal fall 단계는 ATS 1.25%처리가 상대적으로 높았으나, full bloom 단계와 비교하여 모든 처리가 5% 이내로 매우 낮은 수준이었다.

이상의 결과로 ATS는 full bloom에서 petal fall 단계까지 적화효과를 기대할 수 있지만, UREA는 full bloom 단계로 제한됨을 확인할 수 있었다. ATS와 UREA는 강력한 산화제이나 소성을 위해서는 적정한 상대수분이 요구된다[31]. 블루베리의 꽃눈 발달단계는 지역과 품종에 따라 다르지만 일반적으로 한국에서의 full bloom 단계는 4월 하순에서 5

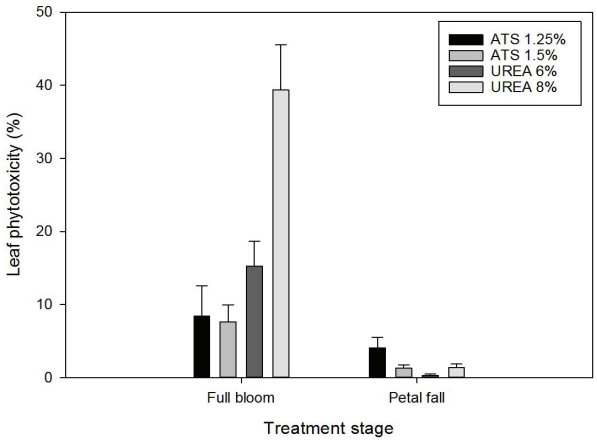

Fig. 4. Incidence rate of leaf phytotoxicity caused by ATS and UREA treatment. Bars labeled with same letter are not significantly different by the Duncan's multiple range test ($P = 0.05$). Vertical bars indicate standard error of the means.

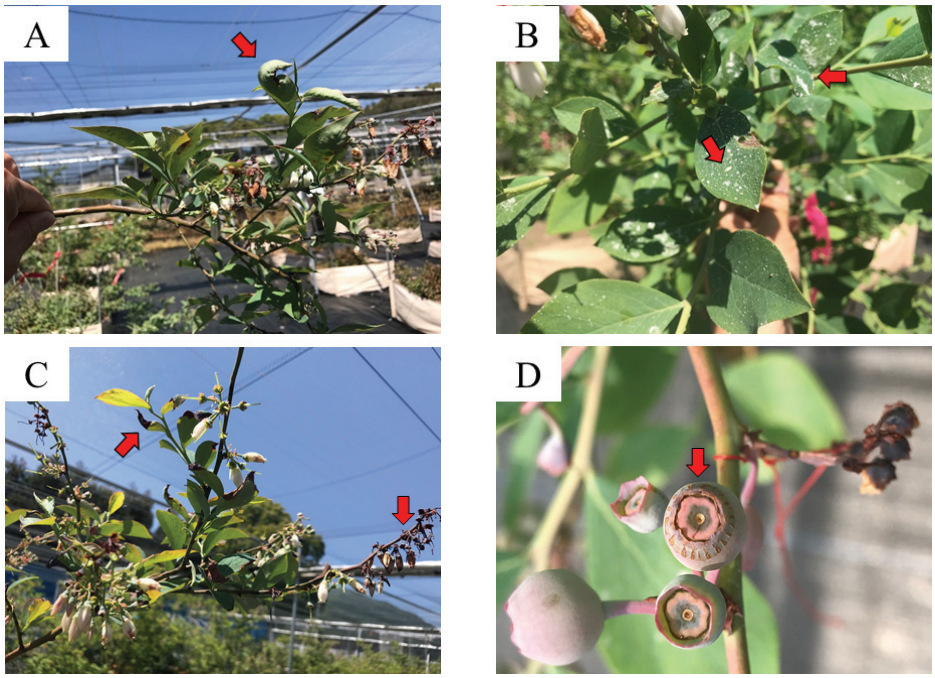

Fig. 3. Symptom of leaf and fruit phytotoxicity caused by ATS and UREA treatment. A, crinkled leaves by ATS treatment; B, dry urea dust in UREA treatment; C, burned leaves and shoots by UREA treatment; D, fruit crown disorder by ATS treatment in Petal fall stage.

월 초순에 진행되며, petal fall 단계는 5월 중하순에 진행된다. 본 처리가 진행되었던 시기의 기상환경은 full bloom 단계가 petal fall 단계보다 온도가 낮고 습도가 높은 조건이었다(Table 1). 따라서 full bloom 단계의 높은 적화효과는 미수정된 꽃눈의 비율이 낮고, 산화제의 소성효과를 발현하는데 유리한 조건이었기 때문으로 판단되며, 이는 full bloom 단계의 약해 발생량에서도 확인할 수 있었다.

꽃눈 발달 단계별 적화제 처리가 과실 발달에 미치는 영향은 Fig. 5와 같다. 모든 처리에서 과실 크기는 만개 후 60일 전후로 급속한 생장을 나타냈다. 각 처리별 적화처리 결과가 엽과비와 경향이 달라 과실 발달 특성을 적화효과로 특정할 수 없으나, full bloom과 Petal fall 단계에서는 무처리와 비교하여 과실 발달이 각각 늦거나 빠른 경향을 확인할 수 있었다.

full bloom 단계의 모든 적화제 처리에 따른 과일크기는 만개 25일과 77일 기준 각각 무처리 대비 13~31%와 5~14% 적은 수준으로 과실 발달 초기와 후기 모두 과실 생장 속도가 늦는 경향이 뚜렷하였다. 반면 Petal fall 단계에서의 적화제 처리는 과실 발달 초기인 만개 후 25일 모든 처리구가 무처리 과실 10.2 mm와 비교하여 5~15% 낮은 수준이었으나, 만개 후 77에서는 14.4 mm의 무처리 과실 대비 2~10% 높은 수준을 나타냈다. 이와 같은 특징적인 과실 발달 경향은 Full bloom 단계의 적화처리 대상이 먼저 발달한 꽃이었다면, Petal fall 단계에서는 늦게 발달한 꽃이 대상이기 때문으로 판단된다. 이와 같은 경향은 누적 수확량에서도 비슷한 경향이었다.

처리별 누적 수확량 변화는 bud swell과 pink bud 그리고 full bloom 단계와 petal fall 단계로 구분되었다. 수확 생산성을 고려한 경제성 있는 누적수확량 80%시점에서 bud swell과 pink bud 그리고 full bloom 단계의 적화제 처리는 무처리에 비해 각각 4~9일, 2~8일 그리고 4~11일 정도 숙기가 지연되는 경향이었다. 특히 full bloom 단계에서의 ATS 1.25%처리는 무처리 대비 약 11일 가량 숙기가 늦어지는 경향을 나타냈다. 반면 petal fall 단계에서는 자재의 종류와 농도에 대한 경향은 나타나지 않았으나, 앞선 3단계의 누적수확량 패턴과 달리 수확 20%시점에서는 ATS 1.25%처리를 제외한 모든 처리가 무처리 보다 높은 누적량을 나타냈으며, 수확 80%시점에서는 무처리와 비교하여 ATS 1.25%와 UREA 8%는 약 1~4일 늦었지만, ATS 1.5%와 UREA 6%는 약 2~3일 빠른 결과를 나타냈다.

꽃눈 발달 단계별 적화제 처리에 따른 16 mm 이상의 과실크기 분포는 Table 1과 같다. bud swell과 pink bud 단계의 처리에서는 무처리구와 통계적 유의차 없이 60~70%내외의 분포를 나타냈다. full bloom 단계에서는 ATS 1.25% 처리가 61.7%로 적화처리구 중에서는 가장 높은 수준이었으

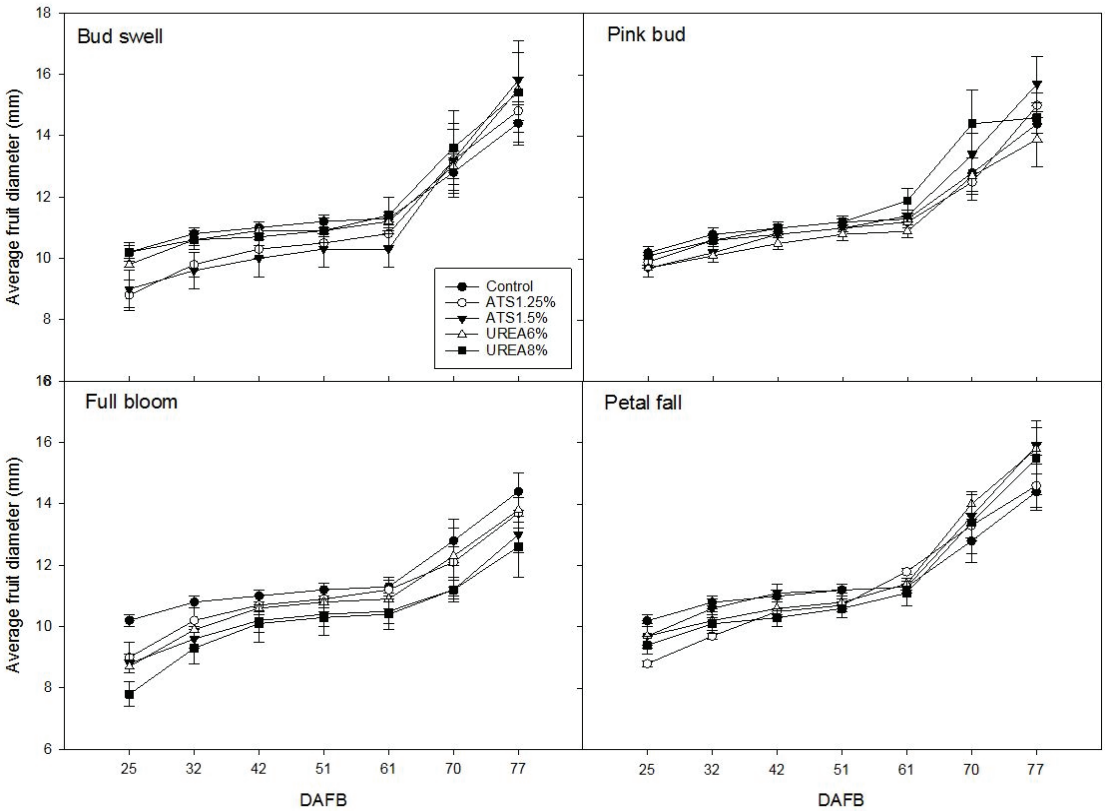

Fig. 5. The thinning effect of ATS and UREA in flower bud development stage on fruit development of 'Brightwell' rabbiteye blueberry. DAFB stands for acronym of 'Days After Full Bloom'. Vertical bars indicate standard error of the means.

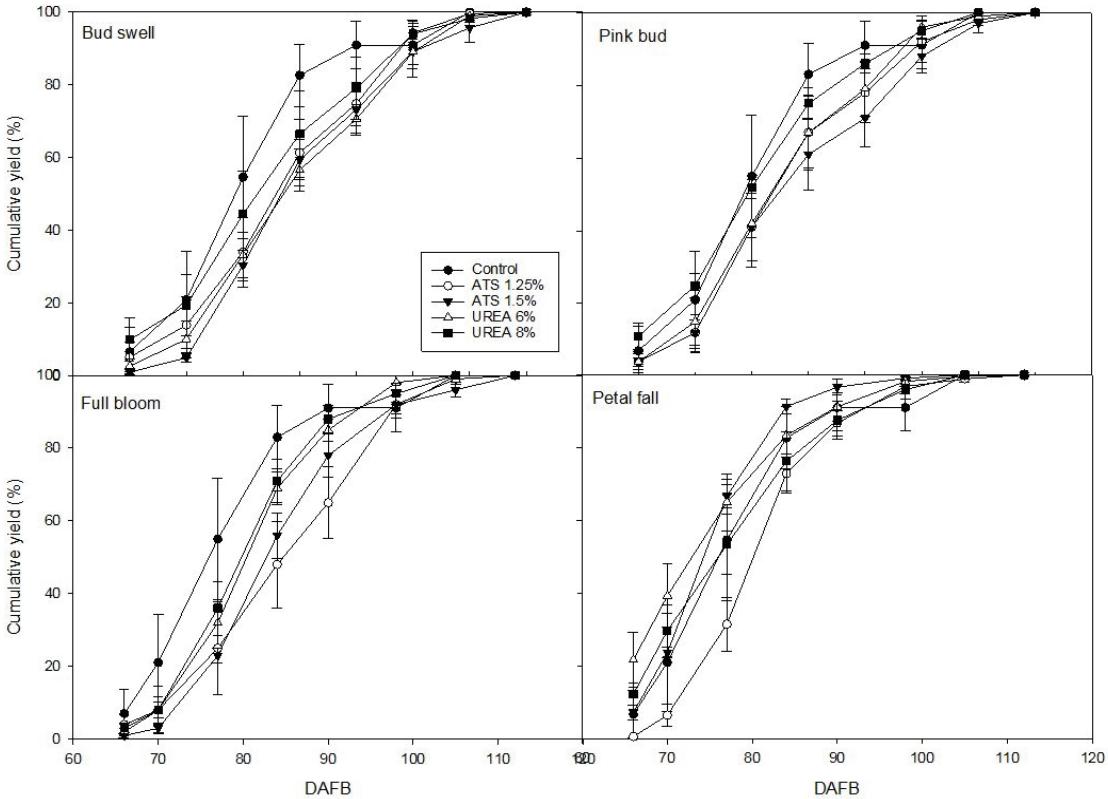

Fig. 6. The thinning effect of ATS and UREA in flower bud development stage on cumulative percent yield of 'Brightwell' rabbiteye blueberry. DAFB stands for acronym of 'Days After Full Bloom'. Vertical bars indicate standard error of the means.

Table 2. The thinning effect of ATS and UREA in flower bud development stage on over 16mm berry size distribution of 'Brightwell' rabbiteye blueberry

Control	Bud swell	Pink bud	Full bloom	Petal fall
	70.4a[z]	70.4a	70.4a	70.4a
ATS 1.25%	61.3a	67.5a	61.7ab	49.7b
ATS 1.50%	64.8a	69.0a	59.2ab	74.6a
UREA 6%	66.4a	61.3a	48.1b	65.2a
UREA 8%	64.0a	70.3a	57.2ab	71.9a

[z] Mean separation within columns by the Duncan's multiple range test at P = 0.05.

Table 3. The thinning effect of ATS and UREA in flower bud development stage on soluble solids content and titratable acidity of 'Brightwell' rabbiteye blueberry

	Soluble solids content (°Brix)				Titratable acidity (%)			
	Bud swell	Pink bud	Full bloom	Petal fall	Bud swell	Pink bud	Full bloom	Petal fall
Control	14.2a[z]	14.2a	14.2a	14.2a	0.46a	0.46a	0.46a	0.46a
ATS 1.25%	15.0a	14.4a	15.4a	15.0a	0.41b	0.40b	0.42b	0.42abc
ATS 1.50%	14.5a	14.2a	15.2a	15.0a	0.43ab	0.39b	0.42b	0.43ab
UREA 6%	15.0a	14.7a	14.6a	14.7a	0.43ab	0.40b	0.38c	0.37c
UREA 8%	13.6a	13.4a	14.8a	14.8a	0.39b	0.45a	0.42bc	0.38bc

[z] Mean separation within columns by the Duncan's multiple range test at P = 0.05.

나, 그 분포 비율이 무처리구의 86%에 불과하였고, 다른 꽃눈 발달단계와 비교하여 상대적으로 높은 소과 비율을 나타냈다. 반면 Petal fall 단계에서는 ATS 1.50%와 UREA 8% 처리가 각각 74.6%와 71.9%를 나타내 처리농도가 높을수록 대과비율이 높은 것으로 나타났다.

적화제 처리에 따른 과실의 당과 산함량은 Table 3과 같다. 조사된 과실의 당함량은 처리단계 및 자재의 종류 그리고 농도에 따른 유의성 있는 차이를 나타내지 않고, 약 13~15 °Brix의 당도를 나타냈다. 산함량은 대체로 무처리보다 낮은 수준으로 처리시기와 자재 종류에 따른 경향은 나타나지 않았다.

블루베리의 착과조절에 관한 연구는 미미한 수준이지만 다른 작목에 연구되어 왔던 다양한 자재들이 검토되고 있다. 일부 연구결과에서는 착과량 조절을 통해 높은 과실비대 효과를 얻은 바 있다[32]. 그러나 ATS (Ammonium thiosulfate), Armothin, BA (Benzyladenine), Carbaryl, CPPU, (N1-(2-chloro-4-pyridyl)-N3-phenylurea), Ethephon, GA3 (Gibberellic acid), 그리고 HCN (Hydrogen cyanide) 등의 자재를 이용한 연구에서는 적화율에 따른 과실비대 경향의 일관성이 부족하였다[12, 32-35].

이러한 이유는 엽화비 또는 최종 엽과비의 고려 없이 적화율을 기준으로 과실의 특성을 평가했기 때문으로 추론하며, 본 연구의 결과에서도 그와 같은 평가 시 같은 경향을 나타냈다.

블루베리의 엽눈 발생은 pink bud 단계에서 시작하여 green fruit 단계까지 진행되며, 결과지의 꽃눈과 엽눈의 비율이 매우 다양하기 때문에 적화율과 목표 엽과비에는 상당한 괴리가 존재 할 수밖에 없다고 판단된다.

따라서 결론적으로 ATS 또는 UREA가 블루베리의 엽과비 조절 자재로서 잠재성이 매우 높다고 평가할 수 있으나, 적화제 처리만으로 목표 엽과비를 확보하는 데에는 한계를 가지고 있음 역시 보여주었다. 또한 숙기와 대과비율 증대에 개화시기에 따른 영향이 매우 크다는 것을 확인해 주었으며, 소성 적화제는 수정된 과실의 탈리 또는 발달에 직접적인 영향을 주지 않는다는 결과 역시 확인해 주었다.

따라서 ATS 또는 UREA를 이용한 적화처리는 각각 1.5%와 8%이내의 농도에서 숙기를 촉진한다면 petal fall단계 에서, 그리고 숙기를 지연한다면 full bloom 단계에서 처리하는 것이 바람직하다 판단한다. 또한 소성 자재는 건조와 바람에 따른 영향을 많이 받기 때문에 습하고 바람이 없는 오전중에 처리하는 것을 권장한다.

Note

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment

This study was funded by a research program (PJ01204802) of Rural Development Administration (RDA), Korea.

References

1. Link H (2000) Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. Plant Growth Regulation, 31(1-2), 17-26.
2. Looney NE (1993) Improving fruit size, appearance, and other aspects of fruit crop "quality" with plant bioregulating chemicals. Acta Horticulturae, 329, 120-127. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.329.21.
3. Stick B, Buller G, Hellman E (2003) Pruning severity affects yield, berry weight, and hand harvest efficiency of highbush blueberry. HortScience, 38(2), 196-199. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.2.196.
4. Gough RE, Shutak VG, Hauke RL (1978) Growth and development of highbush blueberry. Ⅱ. Reproductive growth, histological studies. Journal of the American Society for Horticultural Science, 103(4), 476-479.
5. Retamales JB, Hancock JF (2018) Blueberries. p. 53, CABI, UK.
6. Lechaudel M, Joas J, Caro Y, Genard M, Jannoyer M (2005) Leaf: fruit ratio and irrigation supply affect seasonal changes in minerals, organic acids and sugars of mango fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85(2), 251-260. https://doi.org/10.1002/jsfa.1968.
7. Seehuber C, Damerow L, Blanke M (2011) Regulation of source: sink relationship, fruit set, fruit growth and fruit quality in European plum (Prunus domestica L.) using thinning for crop load management. Plant Growth Regulation, 65(2), 335-341. https://doi.org/10.1007/s10725-011-9606-x.
8. El-Boray MS, Shalam AM, Khouri ZM (2013) Effect of different thinning techniques on fruit set, leaf area, yield and fruit quality parameters of prunus persica, L., Batsch cv. Floridaprince. Trends in Horticultural Research, 3(1), 1-13. https://doi.org/10.3923/thr.2013.1.13.
9. Kim HL, Chae WB, Kim JG, Lee MH, Rhee HC, Kim SH, Kwack YB (2019) Fruit quality of rabbiteye blueberry as affected by manual floral buds thinning. Korean Journal of Environmental Agriculture, 38(3), 166-172. https://doi.org/10.5338/KJEA.2019.38.3.29.
10. Chatterje SK, Leopold AC (1964) Kinetin and gibberellin actions on abscission processes. Plant Physiology, 39(3), 334–337. https://doi.org/10.1104/pp.39.3.334.
11. Kondo S, Mizuno N (1989) Relation between early drop of apple fruit and endogenous growth regulators, and effects of MCPB, GA3, plus GA4 and BA sprays on fruit abscission. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 58(1), 9-16. https://doi.org/10.2503/jjshs.58.9.

12. Koron D, Stopar M (2004) Effect of thinners on yield, fruit size and ripening time of highbush blueberry. Acta Horticulturae, 715, 273-278. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.715.39.
13. Lewis LN, Bakhshi JC (1968) Interactions of indoleacetic acid and gibberellic acid in leaf abscission control. Plant Physiology, 43(3), 351–358. https://doi.org/10.1104/pp.43.3.351.
14. Williams MW (1979) Chemical thinning of apples. Horticultural Reviews, 1, 270-300.
15. Young E, Edgerton LJ (1979) Effects of (2-chloroethyl) phosphonic acid and its interaction with gibberellic acid on thinning peaches. Proceedings Plant Growth Regulator Working Group, 156-160.
16. Byers RE (1999) Effects of bloom-thinning chemicals on peach fruit set. Journal of Tree Fruit Production, 2, 59-78. https://doi.org/10.1300/J072v02n02_06.
17. Byers RE, Lyons Jr CG (1985) Peach flower thinning and possible sites of action of desiccating chemicals. Journal of the American Society for Horticultural Science, 110(5), 662-667.
18. Fallahi E (1997) Blossom thinning effects of pelargonic acid, endothalic acid, and hydrogen cyanamide in apple and peach. HortScience, 32(3), 524E-525. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.32.3.524E.
19. Greene DW, Hauschild KI, Krupa J (2001) Effect of blossom thinners on fruit set and fruit size of peaches. HortTechnology, 11(2), 179-183. https://doi.org/10.21273/HORTTECH.11.2.179.
20. Williams MW (1993) Sulfcarbamide, a blossom thinning agent for apples. HortTechnology, 3(3), 322–324. https://doi.org/10.21273/HORTTECH.3.3.322.
21. Wertheim SJ (2000) Developments in the chemical thinning of apple and pear. Plant Growth Regulation, 31, 85-100. https://doi.org/10.1023/A:1006383504133.
22. Basak A (2000) Use of benzyladenine, endothall and ammonium thiosulfate for fruitlet thinning in some apple cultivars. Acta Horticulturae, 517, 217–226. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.517.25.
23. Fallahi E, Willemsen KM (2002) Blossom thinning of pome and stone fruit. HortScience, 37(3), 474–477.
24. Rahemi M, Ramezanian A (2007) Potential of ethephon, NAA, NAD and urea for thinning pistachio fruitlets. Scientia Horticulturae, 111(2), 160-163. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.10.002.
25. Zilkah S, Klein I, David I (1988) Thinning peaches and nectarines with urea. Journal of horticultural science, 63(2), 209-216. https://doi.org/10.1080/14620316.1988.11515849.
26. Brevis PA, NeSmith DS, Seymore L, Hausman DB (2005) A novel method to quantify transport of self- and outcross-pollen by bees in blueberry plantings. HortScience, 40(7), 2002-2004. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.7.2002.
27. Brevis PA, NeSmith DS, Wetzstein HY, Hausman DB (2006) Production and viability of pollen and pollen-ovule rations in four rabbiteye blueberry cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science, 131(2), 181-184. https://doi.org/10.21273/JASHS.131.2.181.
28. Moore JN (1964) Duration of receptivity to pollination of flowers of the highbush blueberry and the cultivated strawberry. In Proceeding American Society for Horticultural, 85, 295-301.
29. Young MJ, Sherman WB (1978) Duration of pistil receptivity, fruit set, and seed production in rabbiteye and tetraploid blueberries [Cross-pollination]. HortScience, 13(3), 278-279.
30. Suzuki A, Shimizu T, Aoba K (1998) Effects of leaf/fruit ratio and pollen density on highbush blueberry fruit quality and maturation. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 67(5), 739-743. https://doi.org/10.2503/jjshs.67.739.
31. Janoudi A, Flore JA (2005) Application of ammonium thiosulfate for blossom thinning in apples. Scientia Horticulturae, 104(2), 161-168. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.08.016.
32. Williamson JG, NeSmith DS (2007) Effects of CPPU applications on southern highbush blueberries. HortScience, 42(7), 1612-1615. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.7.1612.
33. Cartagena JR, Matta FB, Spiers JM (1994) Chemical fruit thinning of Vaccinium ashei Reade. Journal of the American Society for Horticultural Science, 119(6), 1133-1136. https://doi.org/10.21273/JASHS.119.6.1133.
34. Eck P (1970) Influence of Ethrel upon highbush blueberry fruit ripening. Horticultural Science, 5, 23-25.
35. Williamson JG, Maust BE, NeSmith DS (2001) Timing and concentration of hydrogen cyanamide affect blueberry bud development and flower mortality. HortScience, 36(5), 922-924. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.36.5.922.