

Research Article



CrossMark

Open Access

블루베리 인력적화 시기와 방법이 과실특성에 미치는 영향

김홍림¹, 채원병², 김진국³, 이목희¹, 이한철¹, 김승희⁴, 곽용범^{4*}

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 남해출장소, ²단국대학교 생명자원과학대학 환경원예학과,
³국립 경상대학교 농업생명과학대학 원예학과, ⁴국립 한국농수산대학 과수학과

Fruit Quality of Rabbiteye Blueberry as Affected by Manual Floral Buds Thinning

Hong Lim Kim¹, Won-Byoung Chae², Jin-Gook Kim³, Mock-hee Lee¹, Han-Cheol Rhee¹, Seung-Hui Kim⁴ and Yong-Bum Kwack^{4*} (¹Namhae Branch, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Namhae 52430, Korea, ²Department of Environmental Horticulture, College of Life and Resource Science, Dankook University, Cheonan 31116, Korea, ³Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea, ⁴Department of Fruit Science, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea)

Received: 14 August 2019/ Revised: 18 September 2019/ Accepted: 24 September 2019

Copyright © 2019 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>

Yong-Bum Kwack

<https://orcid.org/0000-0003-2506-7693>

Abstract

BACKGROUND: Increase in the ratio of small berries in blueberry production decreases the farmers' profits due to weakening market competitiveness and lowering harvest efficiency. One of the reasons for increased small berries is over fruit-load. For improving productivity and competitiveness of blueberry in Korea, hand-thinning can be applied to increase fruit quality before the developing adequate chemical thinning methods. This study was conducted to investigate the proper timing and methods for floral buds thinning in rabbiteye blueberry.

METHODS AND RESULTS: Eight years old bushes of rabbiteye blueberries 'Brightwell' as a primary cultivar and 'Powderblue' as a pollinizer were used for this study. Fruit size distribution by leaf-to-fruit ratio was investigated by counting the number of leaves and fruits in canes of 127 'Brightwell' plants whose fruit set varied. Fifty percent of flowers/floral buds were removed in four different floral buds stages such as bud swell, late pink bud, full bloom, and

petal fall, and the consumed time for thinning and fruit characteristics were recorded to investigate the effect and proper timing of floral buds thinning. Fruit weight and soluble solids content tended to increase in proportion to leaf-to-fruit ratio and the production of the number of fruits less than 13 mm in diameter decreased when leaf-to-fruit ratio was more than 2.5. Manual floral buds thinning by hands was fastest in full bloom stage and slowest in bud swelling stage. In all cultivars, fruit size was significantly smaller in non-thinning treatment than thinning, and there was, however, no significant difference in total fruit yield. The number of fruits less than 13 mm in diameter increased in both cultivars as floral buds thinning was delayed. Consumed time for picking 90% berries out of total berries per bush was shortest in full bloom stage thinning in 'Brightwell' and bud swelling, full bloom thinning in 'Powderblue'. These were 25 and 20 days faster than no thinning, respectively.

CONCLUSION: Although the effect of floral buds thinning varied depending on the cultivars, our results confirmed that floral buds thinning was effective for the early intensive harvesting and the increase of the large fruit ratio and the harvesting productivity. Also, in order to increase thinning

*Corresponding author: Yong-Bum Kwack
Phone: +82-63-238-9170; Fax: +82-63-238-9179;
E-mail: kwack@korea.kr

efficiency, it is recommended to remove the flower buds before the full bloom stage.

Key words: Floral buds thinning, Fruit quality, Fruit size, Harvesting time, Rabbiteye blueberry

서 론

한국 블루베리는 지난 10년 동안 꾸준히 증가하여 재배 면적은 2017년 현재 3,500 ha이며, 공식 집계된 생산량은 약 14 천 톤으로 추정하고 있다(농림축산식품주요통계, 2018). 한국의 블루베리는 대부분 직거래에 의존하기 때문에 실제 유통량은 좀 더 많을 것으로 추정된다. 재배면적 증가에 따른 블루베리의 생산량 증가는 소비층 확대라는 긍정적 측면과 함께 품질 및 생산성 확보가 중요한 시대로 진입했음을 의미하고 있다. 따라서 맛을 통한 과실의 소비증가뿐만 아니라 가장 많은 생산비 증가 요인인 수확 노력, 효율 향상 역시 고려해야 한다. 일반적으로 블루베리의 품질은 맛과 크기 그리고 기능성을 들 수 있으나, 시장에서는 기능성보다는 맛과 큰 과실의 가치를 우선하고 있다(Retamales and Hancock, 2012).

한편 재배면적에 비해 생산량이 부족한 현재까지의 블루베리 산업은 착과량만큼 수익을 창출했기 때문에 품질은 고려하지 않았다. 그러나 이러한 과도한 착과량은 탄소동화산물 경쟁을 유발하여 수관 생장 억제와 소과 비율을 높이고(Léchaudel *et al.*, 2005), 낮은 엽과비로 인해 과실의 유기화합물 증대에도 부정적인 영향을 준다(El-Boray *et al.*, 2013; Seehuber *et al.*, 2011). 이와 같은 증가된 소과 비율은 수확 생산성을 낮추어 경영비 상승의 원인으로 작용한다.

큰 과실 생산을 위한 재배적인 방법 중 전정과 적화 모두 효과적이거나(Ayala and Andrade, 2009; Maust *et al.*, 1999), 전정은 꽃눈과 함께 잎눈까지 제거되기 때문에 엽과비 개선에 한계를 가지고 있다(Gough, 1994; Strik *et al.*, 2003). 반면 꽃눈만 제거하는 적화는 잎눈의 손실 없이 과실 부하를 낮추고 엽과비를 개선할 수 있는 장점이 있다(Greene *et al.*, 2001).

북미와 남미 그리고 중국 등지의 대규모 농장에서는 인력 사용에 따른 경영비 부담으로 인력에 의한 적화보다는 화학적 적화에 많은 관심을 갖고 있다(Milić *et al.*, 2018; Strik and Buller, 2004). 그러나 현재까지 생장조절제와 무기화합물을 이용한 화학적 적화는 착과량을 낮추는 효과는 인정되나, 그 결과로서 기대할 수 있는 과실비대는 미미하거나 재현성이 매우 낮았다(Cartagena *et al.*, 1994; Williamson and NeSmith, 2007).

한편 국내 블루베리 재배면적은 2017년 3,500 ha(20,615 명)이며, 이중 83.8%인 17,389농가의 재배면적이 0.3 ha 미만이다(농림축산식품주요통계, 2018), 이러한 소규모 재배면적에서는 상대적으로 경영비 부담이 적기 때문에 화학적 적화기술이 확립되기 전까지 인력에 의한 손 적화를 통해 과실의 품질을 높이는 것이 합리적이라 판단된다. 따라서 본 연구

는 과실특성에 미치는 손 적화의 시기와 방법을 구명하여 현장에 적용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 국립원예특작과학원 남해출장소에서 수행되었으며, 시험수는 8년생 래빗아이블루베리(*Vaccinium ashei* Reade) 'Brightwell'를 주 대상으로 하였으며, 타가수분에 의한 착과율을 높이기 위해 'Powderblue'를 수분수로 50% 비율로 교차 재식하여 'Powderblue'에 대해서도 부분적으로 실험을 수행하였다.

엽과비에 따른 과실크기 분포는 착과 수준이 다양한 127주의 'Brightwell'을 대상으로 주당 1개의 결과모지를 선정하여 잎과 과실수를 계수하였다. 적화효과와 효과적인 적화시기 구명을 위해 무적화 처리와 함께 맹아기(bud swell), 개화직전 홍뢰기(late pink bud), 만개기(full bloom), 낙화기(petal fall)의 4시기로 구분하여 착화량의 50%를 가지 선단으로부터 교호로 제거했으며, 이때 소요되는 시간과 과실특성을 조사, 비교하였다. 또한 한 화종에서의 효과적인 적화위치 구명을 위해 결과지에 발생한 꽃눈을 발아기에 50%로 양분하여 상단과 하단을 구분하여 제거 처리하여 과실특성을 조사, 비교하였다.

조사대상 과실은 완숙된 과실을 3일 간격으로 6~8회 전수 수확하여 과중, 크기, 가용성당도, 산함량을 분석하였다. 가용성당도는 과실 100 g을 착즙 후 굴절당도계(PR-32 α, Atago, Bellevue, WA, USA)를 이용하여 측정하였고, 산함량은 과즙 10 ml에 증류수 40ml를 첨가하여 end point를 pH 8.20으로 설정하여 0.1 N NaOH로 적정하였으며, 이때 소요된 0.1 N NaOH투여량을 구연산으로 환산하여 표기하였다. 실험디자인은 완전임의배치 5반복으로 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

블루베리 엽과비에 따른 과실특성은 Fig. 1과 같다. 과실의 크기와 가용성당도는 엽과비가 증가할수록 높아졌으나, 산함량은 차이가 없었다. 과중은 2.5수준의 엽과비에서 가장 높았으나, 당도 증가는 엽과비 3.5수준까지 지속되었다. 과실의 크기를 직경 13 mm로 구분한 과실 크기 비율은 엽과비 2.5수준에서 반전되었다. 그러나 산함량은 엽과비 1.0이하에서 부분적으로 0.5%이상을 나타냈으나, 엽과비에 따른 기울기는 수평에 가까웠다.

엽과비가 낮음에 따라 소과비율이 증가한 것은 과도한 착과량에 따라 탄소화물 경쟁이 유발되어 수관생장이 억제된 것에 기인한 것으로 추정된다(Léchaudel *et al.*, 2005). 북부형 하이부쉬 'Jersey'의 경우 엽과비 0.5이하에서는 과중과 당도가 감소하였고, 'Bluecrop'과 'Northland'는 엽과비 5.0

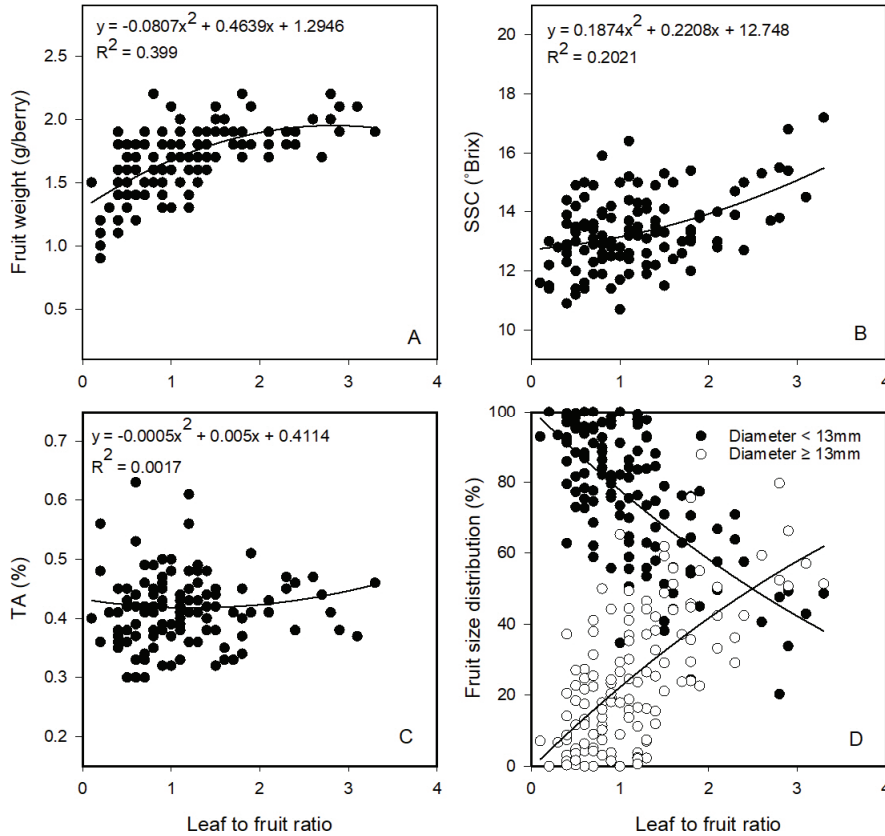


Fig. 1. Fruit characteristics of rabbiteye blueberry ‘Brightwell’ as affected by leaf to fruit ratio. **A,** Fruit weight; **B,** Soluble solids content (SSC); **C,** Titratable acidity (TA); **D,** Percentage of fruit size more than or less than 13 mm in diameter.

에서 숙기 단축과 과중이 증가하였다(Suzuki *et al.*, 1998). 따라서 블루베리 과실의 품질향상 및 수확기 단축을 위해 잎은 과실수보다 많아야 하며, 적어도 2.5수준 이상을 유지하는 것이 타당하다고 판단된다.

인력에 의한 손 적화의 속도를 꽃눈 발달단계별로 구분하여 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 꽃눈을 제거하는데 가장 많은 시간이 소요된 단계는 눈이 부풀어 올라오는 발아 초기단계(Bud Swell)로 100개의 꽃눈을 기준으로 약 0.9분이 소요되었으며, 만개기(Full Bloom)에는 0.4분으로 가장 시간이 적게 소요되었다. 낙화기(Petal Fall)와 꽃잎이 분홍색을 띠다가 옅은 색을 나타내는 개화직전 단계(Late Pink bud)는 서로 비슷한 수준인 0.7분이 소요되었다.

블루베리는 가지의 선단부에 꽃눈이 착생하며 잎눈은 꽃눈 하단부에 위치한 눈에서 발생한다. 선단부 꽃눈은 형태적 특징이 뚜렷한 반면, 중 하단에 발달한 꽃눈은 잎눈과 형태적 구분이 모호한 편이다(Gough and Shutak, 1978). 꽃눈의 발달 단계에 따른 적화시간이 만개기에 짧아진 이유는 눈의 형태적 구분이 명확해져 작업의 효율성이 높아졌기 때문으로 판단된다. 반면 낙화기 단계에서의 증가된 적화 소요시간은 성장한 가지와 잎이 우거져 적화작업을 간헐했기 때문으로 판단된다.

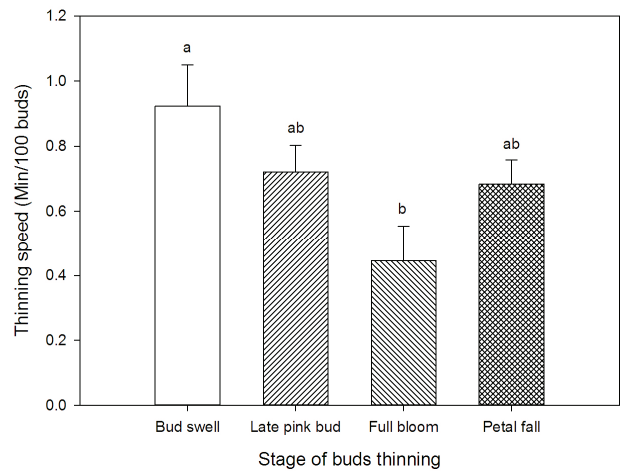


Fig. 2. Comparison of floral buds thinning speed of rabbiteye blueberry ‘Brightwell’ as affected by timing of thinning. Bars labeled with same letter are not significantly different by the Duncan’s multiple range test ($P = 0.05$). Vertical bars indicate standard error of the means.

블루베리 꽃눈은 발생위치에 따라 한 꽃눈에서 발생하는 꽃봉오리수가 다르다. 가지 선단 첫 번째 꽃눈은 약 9~10개의 꽃봉오리가 발생하고, 기부쪽으로 내려갈수록 적어져 선

단부로부터 4번째 꽃눈은 7개 이하의 꽃봉오리가 발생한다 (Ehlfeldt, 1998; Shutak, 1980). 따라서 ‘Brightwell’ 과 ‘powderblue’의 평균 과중을 고려하면 1,000 kg의 과실은 약 125 천 개의 꽃눈이 바탕이 되며(Johnson *et al.*, 2011), 꽃눈 50% (62,500개)를 제거하는데 9시간(Bud swell) ~ 4 시간(Full Bloom) 정도가 소요될 것으로 추정할 수 있다.

레빗아이 블루베리 적화처리는 조사품종에 상관없이 과중과 직경 13 mm 미만 소과비율에서 뚜렷한 통계적 차이를 나타냈으나, 주당 수량은 유의차가 없었다(Table 1). ‘Brightwell’의 무적화 처리 과중은 1.12 g으로 적화 처리구의 평균 과중 1.34 g과 비교해 약 16% 낮은 수준이었다. ‘Powderblue’의 과중도 비슷한 경향으로 무적화 처리의 과실은 적화처리의 평균과중 1.17 g과 비교해 약 17% 작은 0.97 g을 나타냈다. 이와 같은 적화처리 효과는 상품성이 낮은 소과비율에서도 뚜렷하였다. 무적화 처리의 13 mm 미만 과실비율은 ‘Brightwell’이 59.4%, ‘Powderblue’가 78.7%로 나타났으며, 이는 적화 처리구 평균과 비교하여 각각 25.3%, 25.9% 높은 수준이었다. 주당 생산량은 ‘Brightwell’, ‘Powderblue’ 무적화 처리가 각각 22.4 kg, 14.8 kg으로, 적화처리구의 평균 생산량보다 각각 17.8%, 11.4% 높았으나 통계적 유의차는 없었다. 따라서 적화로 인하여 손실된 과실 수는 평균 과중과 직경 13 mm 이상 큰 과실비율의 증가로 주당 수량의 감소를 상쇄한 것으로 판단된다.

한편, 레빗아이 블루베리 품종의 적화 유무에 따른 과실특성 차이는 처리시기에서도 발견되었다. 적화 시기별 과중은 ‘Brightwell’의 경우 1.41 g을 나타낸 만개기(Full bloom) 적화처리가 가장 높았고, ‘Powderblue’는 발아초기(Bud swell)부터 만개기(Full bloom)까지 1.18 g으로 차이가 없었다. 직경 13 mm 미만 과실 비율은 두 품종 모두 적화시기가 늦을수록 증가하는 경향이었으며, 낙화기 적화의 과실비율은 ‘Brightwell’ 과 ‘Powderblue’ 각각 40.1%와 58.8%로 무적화 처리 결과

치와 유사했다.

현재까지 대부분의 적화연구는 적용 약제의 농도를 바탕으로 이뤄져 왔기 때문에 시기에 따른 과실특성 정보가 미흡하고, 처리시기 또한 약제의 감도를 높이기 위해 만개 후부터 낙화기 사이에 고정되어 있었다(Cartagena *et al.*, 1994; Maust *et al.*, 1999; Williamson and NeSmith, 2007). 그러나 적화는 처리시기 역시 중요하며 특히 그 효과가 만개기(Full bloom) 전후로 달라짐을 확인할 수 있었다(Table 1).

적화 유무 및 시기와 함께, 착과 위치 역시 과중과 소과비율에 뚜렷한 차이를 나타냈다(Table 2). ‘Brightwell’ 품종의 경우 결과지 선단부에 발생한 화총을 상단/하단의 반으로 나눠 하단부 절반을 적화하여 상단부에 착과시킨 처리가 상단부 절반 적화처리와 비교해 과중은 약 14% 증가한 1.35g을 나타냈으며, 직경 13 mm 미만의 소과비율은 17.5% 감소한 20.7%를 나타냈다. 이와 같은 경향은 ‘Powderblue’ 품종에서도 같은 경향으로, 하단부 적화는 상단부 적화와 비교해 과중은 약 20% 높은 1.18 g을 나타냈으며, 직경 13 mm 미만의 소과비율은 28.9% 감소한 42.1%를 나타냈다. 이와 같은 차이는 선단부와 하단부의 시기적 꽃눈분화 차이에 기인한 것으로 추정된다(Huang *et al.*, 1997; Lyrene, 1984).

꽃눈의 발달시기에 따른 레빗아이 블루베리 적화처리는 수확 시기와 기간에도 영향을 주었다(Fig. 3). ‘Brightwell’의 누적 수확량이 10%에 도달한 시점은 무적화 처리가 만개 후 90일 시점이었으며, 발아초기(Bud swell), 개화직전 흥뢰기(Late pink bud) 그리고 만개기(Full bloom) 적화처리는 만개 후 78일, 낙화기(Petal fall) 적화처리는 만개 후 81일에 총 수확량의 10%에 도달했다. 한편 누적 수확량 90%에 도달한 시점은 만개기(Full bloom) 적화처리가 만개 후 110일로 가장 빨랐고, 발아초기(Bud swell), 개화직전 흥뢰기(Late pink bud), 낙화기(Petal fall) 적화처리가 만개 후 116일 그리고 무적화 처리는 만개 후 135일로 나타났다. 상대적으로

Table 1. Fruit characteristics of rabbiteye blueberries as affected by timing of floral buds thinning

Cultivar	Timing of floral buds thinning	Fruit weight (g/berry)	Yield (kg/bush)	Small fruit less than 13 mm in diameter (%)
Brightwell	Non-thinning	1.12 b ^z	22.4 a	59.4 a
	Bud swell	1.33 ab	20.3 a	32.1 b
	Late pink bud	1.33 ab	18.2 a	34.3 b
	Full bloom	1.41 a	16.1 a	30.1 b
	Petal fall	1.29 ab	19.1 a	40.1 ab
Powderblue	Non-thinning	0.97 c	14.8 a	78.7 a
	Bud swell	1.18 a	12.7 a	45.1 b
	Late pink bud	1.18 a	17.5 a	50.1 b
	Full bloom	1.18 a	11.2 a	57.3 ab
	Petal fall	1.13 ab	11.1 a	58.8 ab

^zMean separation within columns by the Duncan’s multiple range test at *P* = 0.05.

Table 2. Fruit weight and small berries rate of rabbiteye blueberries as affected by thinned position within floral buds cluster

Cultivar	Thinned position within inflorescence	Fruit weight (g/berry)	Small fruit less than 13 mm in diameter (%)
Brightwell	Upper half	1.18 b ^z	38.2 a
	Lower half	1.35 a	20.7 b
Powderblue	Upper half	0.98 b	71.0 a
	Lower half	1.18 a	42.1 b

^zMean separation within columns by the Duncan's multiple range test at *P* = 0.05.

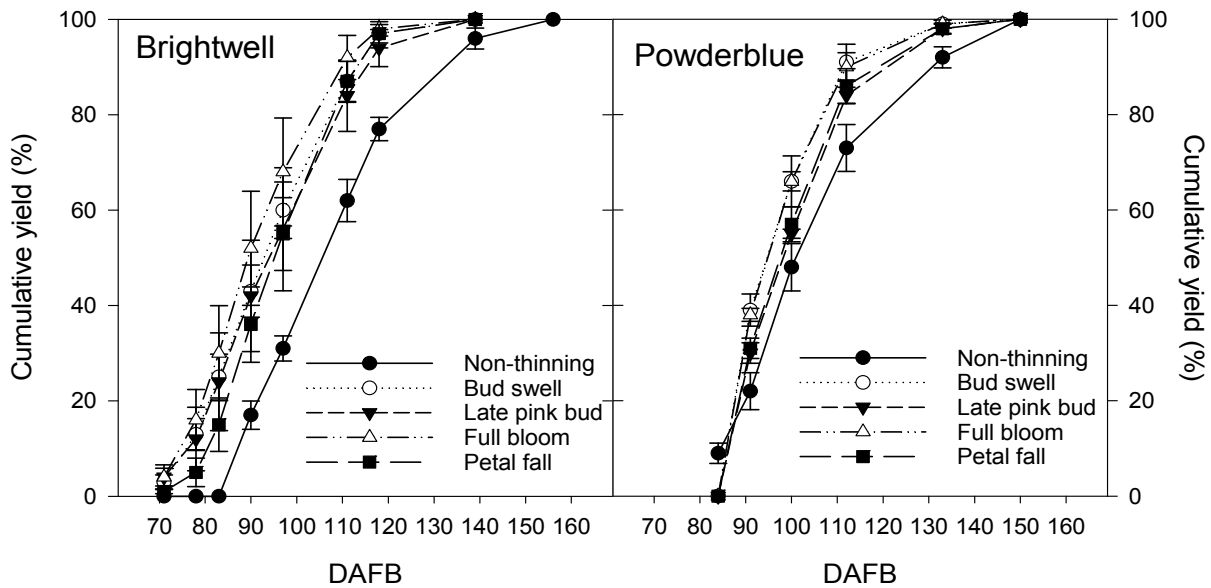


Fig. 3. Cumulative percent yield of rabbiteye blueberries 'Brightwell', 'Powderblue' as affected by timing of floral buds thinning. DAFB stands for acronym of 'Days After Full Bloom'. Vertical bars indicate standard error of the means.

만생중에 속하는 'Powderblue' 품종은 적화처리와 관계없이 만개 후 85일에 누적 수확량 10%에 도달하여 처리 간 차이가 없었다. 그러나 누적 수확량이 90%에 도달하는 시점은 무적화 처리가 만개 후 132일인데 반해, 개화직전 흥퇴기(Late pink bud)와 낙화기(Petal fall) 적화 처리는 만개 후 116일 그리고 발아초기(Bud swell), 만개기(Full bloom) 적화처리구는 만개 후 112일로 나타나 적화처리 시기에 따라 수확기간의 변화가 나타났다.

블루베리는 일반적으로 약 40~50일간의 수확기간을 갖는다. 따라서 수확 시기와 기간 단축은 경영비의 대부분이 수확에 소요되는 블루베리 재배특성으로 인해 경영생산성 측면에서 매우 중요하다. 'Powderblue'는 적화처리 시기에 따른 수확 개시기 차이를 구분하기 어려웠으나, 'Brightwell'은 적화처리 시기에 따라 무적화 대비 9~12일 빠른 조기수확이 확인되었다. 한편 수확기간에서는 두 품종 모두 무적화와 큰 차이를 나타냈다. 'Brightwell'의 무적화 처리는 누적 수확량 10%부터 90%에 도달하는데 약 45일이 소요되었으나, 만개기(Full

bloom) 적화처리는 32일이 소요되어 약 13일이 단축되었다. 또한 'Powderblue'는 무적화 처리가 누적 수확량 10%에서 90%에 도달하는데 47일이 소요된 반면, 발아초기(Bud swell)와 만개기(Full bloom) 적화처리는 27일이 소요되어 약 20일이 단축되었다.

단위 시간당 래빗아이 블루베리 수확량은 과실크기(과중)에 따라 비례적으로 증가하였다(Fig. 4). 과실직경이 13 mm에 해당하는 1 g 과실은 시간당 약 2.9 kg의 과실 수확이 가능하며, 과중이 0.5 g 증가할 때 시간당 약 1.9 kg($y=3.776 \cdot x-0.8877$) 씩 더 수확이 가능한 것으로 확인되었다.

'Brightwell'의 무적화 처리 평균 과중 1.12 g 조건에서는 국내 블루베리 농가 평균 생산량 1,200 kg(농림수산식품부, 2018)을 수확하는데 약 60명의 노동력이 소요된다. 반면, 만개기(Full bloom) 단계에서 적화처리하면 평균 과중이 1.41 g으로 증가하여 약 45명으로 수확작업이 가능한 것으로 나타났다. 'Powderblue' 역시 적화를 통해 수확에 소요되는 인원을 약 27% 절감할 수 있을 것으로 추정되었다.

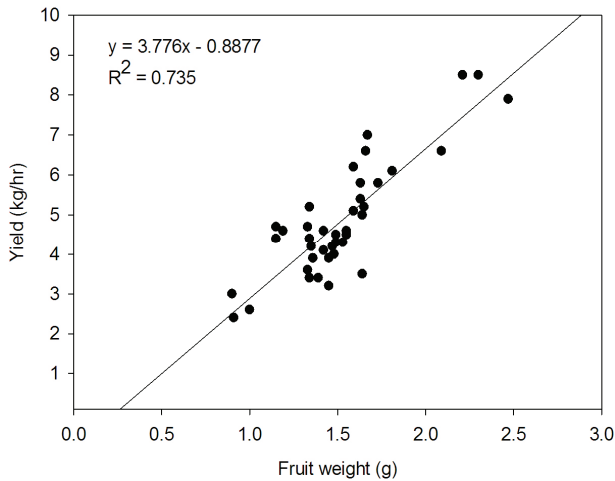


Fig. 4. Picking speed of rabbiteye blueberry 'Brightwell' as affected by fruit weight.

이상의 결과는 래빗아이 블루베리 'Brightwell', 'Powerblue'에 대한 적화처리는 과중, 과실크기 등 과실품질과 수확에 소요되는 기간에도 영향을 줄을 확인해 주었다. 특히 가장 효과적인 적화처리 시기는 만개기(Full bloom)로서 결과지 선단 화종의 하단부 꽃눈을 제거하는 것이 가장 높은 생산성과 과실품질을 유도할 수 있었다는 것을 확인하였다.

요 약

블루베리의 소과비율 증가는 시장 경쟁력 하락과 수확생산성 악화로 농가의 채산성을 악화시킨다. 본 연구는 래빗아이 블루베리를 대상으로 적화 시기, 방법에 따른 과실품질, 생산성을 구명하여 농가현장에 적용하고자 수행하였다. 시험수는 8년생 'Brightwell'를 주 대상으로 하였으며, 수분수로 'Powderblue'를 사용하였다. 엽과비에 따른 과실크기 분포는 착과량이 다양한 127주의 'Brightwell'을 대상으로, 주당 1개의 결과모지를 선정하여 일과 과실수를 계수하였다. 적화 시기에 따른 효과 구명을 위해 꽃눈 발달 단계별로 구분하여 착과량의 50%를 제거하였고, 이때 소요되는 시간과 과실품질을 조사, 비교하였다. 블루베리 과중과 당도는 엽과비와 같은 경향으로 증가했으며, 직경 13 mm 미만, 이상으로 구분한 과실크기 분포비율은 엽과비 2.5수준에서 반전되었다. 꽃눈 발달단계별 손 적화 속도는 만개기(Full bloom) 적화가 가장 빨랐으며, 발아초기(Bud swell) 적화가 가장 늦었다. 적화 시기에 따른 과중과 직경 13 mm 미만 소과비율은 조사품종 모두 무 적화와 비교해 뚜렷한 차이를 나타냈으나 주당 수량은 유의차가 없었다. 소과비율은 두 품종 모두 적화시기가 늦을수록 증가하는 경향이었으며, 낙화기(Petal fall) 적화는 무 적화와 유사한 결과를 나타냈다. 누적 수확량 90%에 도달한 시점은 'Brightwell'은 만개기(Full bloom) 적화, 'Powderblue'는 발아초기(Bud swell), 만개기(Full bloom) 적화처리에서 가장 빨리 도달했다. 이는 무 적화와 비교하여 수확이 각각 25일, 20일 빨랐다. 따라서 본 연구는 적화 정도에 따른 효과는

품종에 따라 차이가 있지만, 적화는 조기 집약수확과 대과비율 및 수확생산성 증가에 효과적이었음을 확인하였고, 적화효율성을 높이기 위해서는 만개기(Full bloom) 전에 결과지 선단 화종의 하단부 꽃눈을 제거하는 것이 효과적일 것으로 사료된다.

Note

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment

This study was funded by a research program (PJ012048) of Rural Development Administration (RDA), Korea.

References

Ayala, M., & Andrade, M. P. (2009). Effects of fruiting spur thinning on fruit quality and vegetative growth of sweet cherry (*Prunus avium*). *Ciencia e Investigación Agraria*, 36(3), 443-450.

Cartagena, J. R., Matta, F. B., & Spiers, J. M. (1994). Chemical fruit thinning of *Vaccinium ashei* Reade. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119(6), 1133-1136.

Ehlenfeldt, M. K. (1998). Enhance bud production in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in response to paclobutrazol. *HortScience*, 33(1), 75-77.

El-Boray, M. S., Shalan, A. M., & Khouri, Z. M. (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.

Gough, R. E. (1994). *The highbush blueberry and its management*, pp. 137-149. The Haworth Press, Inc. Binghamton, NY.

Gough, R. E., & Shutak, V. G. (1978). Anatomy and Morphology of cultivated highbush blueberry. *Rhode Island Agricultural Experiment Station Bulletin*, 423.

Gough, R. E., Shutak, V. G., & Hauke, R. L. (1978). Growth and development of highbush blueberry. I. Vegetative growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103, 94-97.

Greene, D. W., Hauschild, K. I., & Krupa, J. (2001). Effect of blossom thinners on fruit set and fruit size of peaches. *HortTechnology*, 11(2), 179-183.

Huang, Y. H., Johnson, C. E., & Sundberg, M. D. (1997). Floral morphology and development of 'Sharpblue' southern highbush blueberry in Louisiana. *Journal of*

- the American Society for Horticultural Science, 122(5), 630-633.
- Johnson, L. K., Malladi, A., & NeSmith, D. S. (2011). Differences in cell number facilitate fruit size variation in rabbiteye blueberry genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136(1), 10-15.
- 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.
- Lyrene, P. M. (1984). Late pruning, twig orientation, and flower bud formation in rabbiteye blueberry. *HortScience*, 19, 98-99.
- Maust, B. E., Williamson, J. G., & Darnell, R. L. (1999). Flower bud density affects vegetative and fruit development in field-grown southern highbush blueberry. *HortScience*, 34(4), 607-610.
- Milić, B., Tarlanović, J., Keserović, Z., Magazin, N., Miodragović, M., & Popara, G. (2018). Bioregulators can improve fruit size, yield and plant growth of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Scientia Horticulturae*, 235, 214-220.
- Retamales, J. B., & Hancock, J. F. (2012). *Blueberries*, pp. 213-217, CABI.
- 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.
- Shutak, V. G. (1980). The cultivated highbush blueberry: twenty years of research. Rhode Island Agricultural Experiment Station Bulletin, 428.
- Strik, B. C., & Buller, G. (2004). Effect of in-row spacing and early cropping on yield and dry weight partitioning of three highbush blueberry cultivars the first two years after planting. *Small Fruits Review*, 3(1), 141-147.
- Strik, B. C., Buller, G., & Hellman, E. (2003). Pruning severity affects yield, berry weight, and hand harvest efficiency of highbush blueberry. *HortScience*, 38(2), 196-199.
- 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.
- Williamson, J. G., & NeSmith, D. S. (2007). Effect of CPPU application on southern highbush blueberries. *HortScience*, 42(7), 1612-1615.