

GA₃와 Streptomycin 복합처리가 블랙베리 무핵화 유기에 미치는 영향

정해민¹ · 김은주¹ · 최동근^{2*}

¹전라북도농업기술원, ²전북대학교

Effects of GA₃ and Streptomycin on Seedless Fruit Formation in Blackberry

HeaMin Jeong¹, Eun Ju Kim¹, and Dong Geun Choi^{2*}

¹Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea

²Department of Horticulture, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

*Corresponding author: choidg61@jbnu.ac.kr

Abstract

This study was carried out to determine the effects of various application times and concentrations of GA₃ with streptomycin (SM) on fruiting, the rate of seedless drupelet formation, and fruit quality in 'Super' blackberry. Flower clusters were sprayed with GA₃ at 12.5, 25.0, 50.0, and 100 mg·L⁻¹ combined with 200 mg·L⁻¹ SM. Single treatments were conducted using a hand sprayer at 30% and 50% of full bloom (FB), and duplicate treatments were conducted by spraying twice at 30% and 50% FB, respectively. The application of GA₃ + SM on flower clusters had no effect on fruit set, harvest time, or various fruit qualities (fruit firmness and SSC). The rate of seedless drupelet formation for control fruit was approximately 2.5%. Under single treatment, the rate of seedless drupelet formation was higher at a spray time of 50% FB compared with 30% FB treatment, and the rate was highest at a GA concentration of 25.0 mg·L⁻¹. The highest seedless drupelet rate was 56.7% for fruits sprayed twice at 30% and 50% FB with GA + SM. Single treatment at 30% FB with 100 mg·L⁻¹ GA₃ + SM induced 22.2-35.2% seedless drupelet formation, whereas single treatment at 50% FB and duplicate treatments at 30 and 50% FB led to the formation of seedless drupelets at a rate of 31.6-42.2% and 22.6-56.7%, respectively. Among GA concentrations, 25.0 mg·L⁻¹ GA₃ treatment led to the highest rate of seedless drupelet formation (35.3-56.7%). The occurrence of malformed berries was higher in the GA + SM treatment group than in the control, and the incidence increased with increasing GA concentration. GA₃ + SM treatment slightly increased fruit length but had no effect on fruit diameter.

Additional key words: fruit quality, fruit set, harvest time, malformed berries, seedless drupelets

서 언

블랙베리(blackberry, *Rubus allegheniensis* Porter)는 장미과(*Rosaceae*) 나무딸기속(*Rubus*)에 속하는 소과류의 관목성 식물(Clark and Finn, 2011)로 20세기 이후 유럽과 북미 등에서 재배가 시작되었으며, 주요 생산지로는 북아메리카 동부와 태평양 연안이다. 블랙베리의 줄기는 1-2m까지 자라고 직경은

Received: September 22, 2017

Revised: March 31, 2018

Accepted: April 2, 2018

 OPEN ACCESS



HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY
36(5):658-665, 2018
URL: <http://www.kjhst.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©2018 Korean Society for Horticultural Science.

15cm까지 굵어지며, 잎은 보통 3-5장의 타원형으로 이루는데 엽장은 10-15cm, 엽폭은 15-20cm로 뒷면 잎 가장자리에 톱니가 있다. 개화시기는 5월이며 꽃은 하얀색 또는 분홍색으로 줄기 끝에 무리를 지어 핀다. 수확기는 6월 말-7월 중순이며 수확량은 10a당 2,000-3,000kg 내외이다.

최근 기능성 베리류에 대한 소비자의 관심이 높아지면서 블랙베리를 이용한 주스, 잼, 파이 등(Ono et al., 2003)의 가공품이 활발하게 생산되고 있다. 블랙베리에는 다량의 엽산, 철, 칼륨, 비타민 A, C, E 등의 수용성 물질(Wang, 2007)과 항산화물질인 anthocyanin(Pantelidis et al., 2007), 생리활성 물질인 β -carotene, ellagic acid 등의 성분이 풍부하게 함유되어 있어 항산화작용, 심장병 예방, 고혈압, 동맥경화, 간 기능 개선 등의 효과가 있다고 보고되었다(Wang, 2007). 베리류의 주산지인 전북의 블랙베리 재배면적은 완주 54ha, 정읍 28ha, 임실 3ha로 전국 생산량의 약 60%를 차지하며, 국내에서 가장 많이 재배되고 있는 블랙베리 주요 품종으로는 ‘슈퍼’, ‘V3’, ‘메이플’ 등이 있다(전북농업기술원, 미발표 자료). 이에 따라, 농가에서는 신소득 작물로 소비자에게는 건강기능성 및 다이어트 식·의약품 소재로도 널리 활용될 수 있을 것으로 기대를 모으고 있지만 블랙베리는 소핵과 속에 씨가 있어 생과로 이용할 때 식감을 낮추고 가공용으로 이용할 경우에는 이를 제거해야 하는 등 여러 가지 불편함이 있다.

따라서 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위하여 국내에서 가장 많이 재배되고 있는 품종인 ‘슈퍼’를 대상으로 포도 무핵과 유기에 널리 사용하고 있는 GA₃(Cainn et al., 1983; Emershad and Ramming, 1984; Gray et al., 1990; Jung et al., 2016; Weinberger and Harmon, 1964)와 GA₃와 혼용할 경우 무핵과 유기 효과가 크다고 보고되어있는 streptomycin (Fukunaga and Kurooka, 1987; Ishikawa et al., 2001; Kimura et al., 1996; Lee et al., 2003)을 복합처리하여 무핵화 가능성을 살피고 처리시기와 농도에 따른 과실품질의 차이를 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험재료 및 시험포 관리

전라북도 익산시 월성동에 소재한 전북농업기술원 블랙베리 시험포장에 2.5m × 60cm로 재식되어 있는 5년생 ‘슈퍼’ 블랙베리를 이용하여 2016년에 수행하였다. 시험포의 토양 표면은 흑색부직포로 피복하고 관수는 점적호스 2조를 설치하여 발아기부터 과실 성숙기까지 토양수분함량이 30%가 유지 되도록 관리하였다. 기비는 3월에 한 주당 복합비료(N-P-K: 21-17-17) 20g을 시비하였고 같은 양으로 추비는 5월 중순과 8월 상순에 2회 실시하여 수관 하부에 고루 살포하였다

생장조절제 처리

무핵화를 유기시키기 위해 GA₃ 3.1% 수용제(지베렐린 수용제, 경농)와 streptomycin(SM, 아그렙토 20% 수화제, 경농)을 1회처리구(단용처리구)는 블랙베리 개화기에 화방당 꽃이 30% 개화되었을 때(30% full blooming(FB), 5월 13일)와 50% 개화되었을 때(50% FB, 5월 17일), 그리고 중복처리구(2회처리구)는 30%일 때와 50%일 때 2회 처리한 처리구를 두었다. 처리 농도는 Jung et al.(2015)의 생장조절제 처리 방법을 변형하여 수세가 비슷한 나무를 선정하고 GA₃ 12.5, 25.0, 50.0, 100mg·L⁻¹ 처리 약액에 Streptomycin 200mg·L⁻¹을 각각 혼합하여 가정용 분무기로 반복당 10화방을 3반복씩 분무처리(화방 당 10mL)하였다.

조사 항목

생육반응을 보기 위하여 1차 생장정지기인 7월 하순에 각 처리별로 신초수, 신초장, 신초경, 엽장 및 엽폭을 조사하였고, 엽장과 엽폭은 반복당 5개의 잎을 대상으로 측정하였다. GA₃ + SM 복합처리에 따른 과실의 생장 반응을 조사하기 위해 반복당 5개의 과방을 선정하여 착과율, 과실의 성숙 진행과정 및 기형과율을 조사하였다. 착과율은 6월 26일에 조사하였고, 과실의

성숙 진행과정과 기형과율은 착과기 이후부터 수확기 전까지 조사하였으며, 처리에 따른 기형과 발생정도는 GA₃ 단독처리, GA₃ + SM 복합처리를 무처리와 비교하여 관찰하였다(Fig. 2).

생장조절제 처리별 무핵소과율과의 관계를 알아보기 위하여 수확된 과실 중 반복 당 6개의 과방을 무작위로 채취하여 유핵 소과와 무핵소과의 개수를 조사하여 무핵소과율을 계산하였다. 수확한 과실 특성을 알아보기 위하여 반복 당 10개의 과방을 임의로 정하여 과방중, 횡경, 종경 및 경도를 측정하였다. 경도는 물성 측정기(SD-700, Sun Scientific Co., Japan)로 직경 3mm의 어댑터를 사용하여 측정하였다. 당도는 디지털당도계(PR-100, Atogo Co., Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였으며, 산 함량은 과즙 5mL를 증류수 20mL에 희석한 후 0.1N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하고 구연산 값으로 환산하였다.

생장조절제 처리별 블랙베리 종자의 백립중은 종피가 파괴된 종자, 분할된 종자, 이물질 등을 제거하고 선별한 건전립 100립을 취하여 3반복으로 무게를 측정하였다. 종자의 종경, 횡경 및 경도는 20립을 취하여 3반복으로 측정하였으며, 관능검사는 10명을 선정하여 씹힘성(chewiness)을 평가하였으며 측정방법은 7점 채점법으로 실시하였다(Seong et al., 2008). 평가방법은 대단히 나쁘다: 1점, 매우 나쁘다: 2점, 조금 나쁘다: 3점, 보통이다: 4점, 조금 좋다: 5점, 매우 좋다: 6점, 대단히 좋다: 7점으로 숫자가 클수록 선호도가 높은 것으로 나타내었다.

통계분석

GA₃ + SM 복합 처리시기 및 처리농도별 유의성 검정은 window용 SAS system, release 8.01 (SAS Institute Inc, Cary, N.C., U.S.A)을 이용하여 분석을 수행하였으며, 실험결과의 통계분석은 5% 유의수준에서 분산분석하고 유의성이 있는 조사항목은 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

GA₃ + SM 복합처리 후 7월 중순에 신초수, 신초장, 신초경, 엽장 및 엽폭을 조사한 결과, 무처리구의 신초수 83개, 신초장 36.4cm, 신초경 4.94mm, 엽장 10.46cm, 엽폭 13.72cm에 비해 처리구의 신초 성장량이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 화기에 처리된 생장조절제 처리는 영양성장량에 따라 신초 성장량에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다(자료 미제시).

Fukunaga and Kurooka(1987)는 포도에서 GA₃ + SM 복합처리 과실은 무처리구보다 8-10일정도 착색이 빨라진다고 보고 되었는데, 본 연구에서 과실의 성숙 진행 과정과 수확시기를 조사한 결과, 첫 수확 시는 무처리구(6월 29일)에 비해 GA₃ + SM 혼합 30% FB 1회 처리는 6월 27-28일, 50% FB 1회 처리는 6월 26-27일, 30 + 50% FB 중복처리는 6월 25-27일로 나타났으며, GA₃ 처리 농도별로는 12.5mg·L⁻¹에서 대체적으로 빨라지는 경향을 보였다. 특히 GA₃ 12.5mg·L⁻¹ 처리의 50% FB 1회 처리와 30 + 50% FB 중복처리가 2-3일 빨라져 생장조절제 처리에 의한 수확기 변화를 확인할 수 있었다(Fig. 1).

Table 1은 GA₃ + SM 복합처리 후 2차 생리적 낙과가 끝난 만개 40일 후인 6월 26일에 착과율 및 기형과율과 만개 45일 후인 7월 1일에 무핵소과율을 조사한 결과로, GA₃ + SM 복합처리가 전체 착과율에는 영향을 주지 않았으며, 기형과율은 무처리구 2.9%에 비해 30% FB 1회처리시 13.4-35.3%, 50% FB 1회 처리 시 15.7-29.5%, 30 + 50% FB 중복처리 시 15.7-34.4%로 처리 시기가 늦어질수록 증가하는 경향을 보였다. 수확 후 무핵소과율은 GA₃ + SM 복합처리에서 22-57%로 증가되었으며, 30% FB 1회 처리, 50% FB 1회 처리, 30 + 50% FB 중복처리 모두 GA₃ 25mg·L⁻¹ + SM에서 높게 나타났다. 30 + 50% FB 중복처리 중 GA₃ 25mg·L⁻¹ + SM는 56.7%의 무핵소과가 발생되어 GA₃ + SM 혼용이 무핵화 유기에 효과적인 것을 알 수 있었다. 특히 GA₃ 단독처리보다는 GA₃ + SM 복합처리에서 기형과 발생이 증가하였다(Fig. 2). 무핵소과율은 기형과율과 유의한 정의 상관 관계를 보이는데(Fig. 3), 이러한 이유는 어느 시점인지 알 수 없으나 배 발생의 억제로 소핵과의 성장이 빠르게 멈추어 무핵소과가 유기되기 때문으로 보인다(Naito, R. and T. Hayashi. 1976). GA₃ + SM처리에 의하여 유핵소과와 무핵소과가 혼재된 과실이 생산되는데, 유핵소과는 무핵소과에 비하여 가늘고 긴 타원형의 형태로 소과가 발달하였다(Fig. 4).



Fig. 1. Seasonal changes in fruit development in ‘Super’ blackberry treated with various levels of GA₃ + streptomycin (SM) at different flowering times including 30%, 50%, and 30 + 50% full bloom.

Table 1. Effects of combined treatment with GA₃ + streptomycin (SM) on fruit set, malformed fruit production, and seedless drupelet formation in ‘Super’ blackberry

Application time	Treatment (mg·L ⁻¹)	Fruit setting (%)	Malformed fruit (%)	Seedless drupelets (%)
30% full bloom	Control	85.7	2.9 c ^z	2.5 c
	GA ₃ 12.5 + SM 200	84.6	13.4 b	22.2 b
	GA ₃ 25.0 + SM 200	87.4	35.3 a	35.3 a
	GA ₃ 50.0 + SM 200	91.0	19.2 b	22.2 b
	GA ₃ 100 + SM 200	87.3	15.2 b	26.9 ab
50% full bloom	Control	85.7	2.9 b	2.5 c
	GA ₃ 12.5 + SM 200	90.3	16.2 ab	31.6 b
	GA ₃ 25.0 + SM 200	93.3	26.5 a	42.2 a
	GA ₃ 50.0 + SM 200	92.0	29.5 a	35.2 ab
	GA ₃ 100 + SM 200	93.3	15.7 ab	37.7 ab
30% and 50% full bloom	Control	85.7	2.9 d	2.5 d
	GA ₃ 12.5 + SM 200	96.7	15.7 c	22.6 c
	GA ₃ 25.0 + SM 200	96.0	24.9 b	56.7 a
	GA ₃ 50.0 + SM 200	96.0	16.6 c	31.7 b
	GA ₃ 100 + SM 200	94.3	34.4 a	37.4 b
Significance				
Application time (A)		NS	NS	**
GA ₃ (B)		NS	**	**
A × B		NS	**	**

^zMean separation within columns for each time of application by Duncan’s multiple range test at $p \leq 0.05$.

NS, **Non-significant and significant at $p \leq 0.01$, respectively.

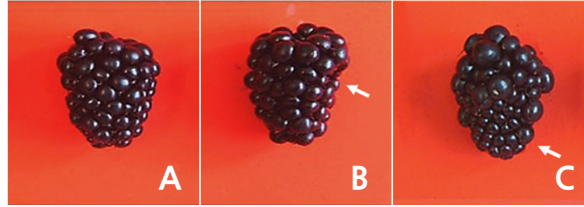


Fig. 2. Malformed fruits of ‘Super’ blackberry treated with 100 mg·L⁻¹ GA₃ (B) and combined treatment with 25 mg·L⁻¹ GA₃ + 200 mg·L⁻¹ SM (C) compared to the control (A) at 45 days after blooming. Arrows indicate drupelets lacking seeds.

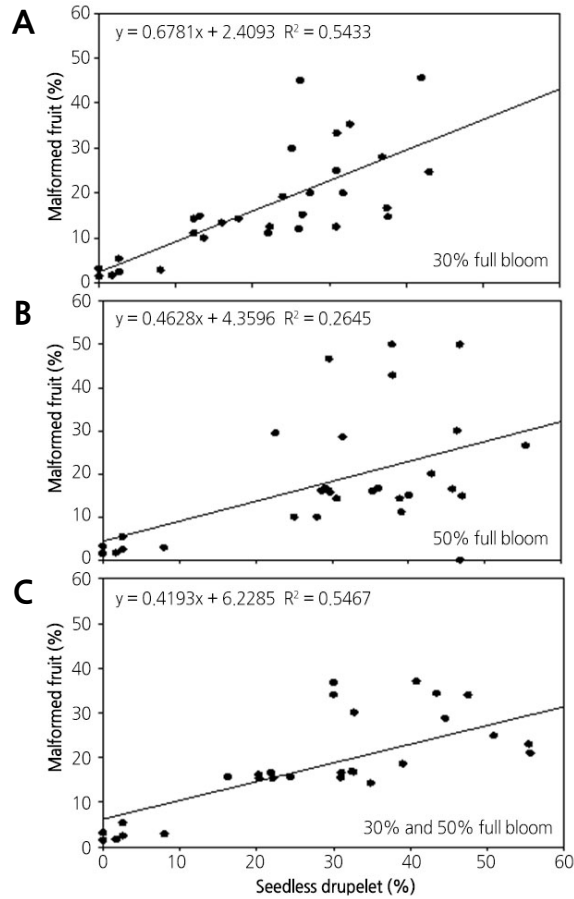


Fig. 3. Relationships between seedless drupelet and malformed fruit formation in ‘Super’ blackberry in response to GA₃ + streptomycin (SM) treatment at different flowering times including 30%, 50%, and 30 + 50% full bloom.

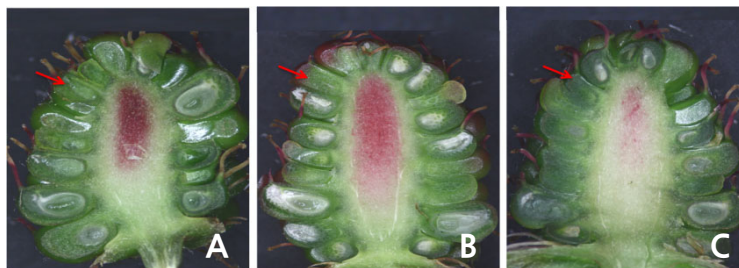


Fig. 4. Longitudinal sections of ‘Super’ blackberry fruits treated with GA₃ 100 mg·L⁻¹ (B) and combined treatment with 25 mg·L⁻¹ GA₃ + 200 mg·L⁻¹ SM (C) compared to the control (A). Fruits were sampled 12 days after blooming. GA₃ and SM were applied to flowers twice at 30% and 50% full bloom. Arrows indicate drupelets lacking seeds.

종자의 백립중, 종경, 횡경, 경도를 조사한 결과(Table 2), GA₃ + SM 복합처리에서 GA₃ 농도가 증가할수록 종자의 백립중과 종경은 감소하는 경향을 나타냈지만 경도는 반대로 증가하였다. 이러한 결과로 씹힘성에 대한 관능검사에서 50% FB 1회 처리 시 무처리 1.0에 비해 4.0으로 더 높은 평가를 얻어 가공식품 및 의약품 원료 생산을 위하여 다양하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

GA₃ + SM 복합처리 시 수확기 과실품질을 조사한 결과(Table 3), 과중은 30% FB 1회 처리 시 평균 7g, 50% FB 1회 처리 시 7g, 30 + 50% FB 중복처리 시 6g으로 30 + 50% FB 중복처리에서 과중이 감소하였고, 고농도 처리일수록 과중이 감소되었다. 종경은 무처리구에 비해 GA₃ + SM 복합처리에서 높게 나타났고 경도에서는 통계적으로 유의한 차이를 볼 수 없었다. 당도는 GA₃ + SM 복합처리에서 통계적인 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, 산도에서는 GA₃ 농도가 증가할수록 높아졌다. 포도 ‘거봉’에 대한 GA₃ 처리에서는 처리시기에 관계없이 산도가 무처리구와 비슷한 수준으로 조사되었다고 보고(Jeong et al., 1998)하였는데 이와 같은 결과는 작물에 따라 GA₃ 반응성이 다르게 나타난다는 것을 시사한다.

이러한 결과를 종합해 보았을 때, GA₃ + SM 복합처리는 과실의 외형 변화에는 영향을 주지만(Kishi and Tasaki, 1960) 일부 과실 내부 품질에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 그러나 과실의 기형과 발생 및 무핵소과립과 무핵률이 낮은 한계점이 나타나 생장조절제 처리시기의 조정, 침지처리의 방법, SM 처리농도, 처리 후 적립효과 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

Table 2. Effects of combined treatment with GA₃ + streptomycin (SM) on seed quality in ‘Super’ blackberry treated during blooming

Application time	Treatment (mg·L ⁻¹)	Seed weight per 100 seeds (g)	Seed length (mm)	Seed diameter (mm)	Seed firmness (g/Φ3mm)	Chewiness (index)
30% full bloom	Control	0.41 a ^z	3.26 a	2.03 a	3213.2 a	1.0 c
	GA ₃ 12.5 + SM 200	0.32 b	2.64 b	1.60 bc	3307.1 a	2.6 b
	GA ₃ 25.0 + SM 200	0.32 b	2.64 b	1.71 b	3112.8 a	2.8 ab
	GA ₃ 50.0 + SM 200	0.23 c	2.44 c	1.47 d	3179.6 a	3.0 ab
	GA ₃ 100 + SM 200	0.25 c	2.41 c	1.50 cd	3155.7 a	3.7 a
50% full bloom	Control	0.41 a	3.26 a	2.03 a	3213.2 a	1.0 b
	GA ₃ 12.5 + SM 200	0.29 b	2.52 bc	1.79 ab	3265.7 a	4.3 a
	GA ₃ 25.0 + SM 200	0.24 bc	2.56 b	1.56 b	3262.0 a	3.9 a
	GA ₃ 50.0 + SM 200	0.24 bc	2.43 bc	1.52 b	3230.9 a	3.6 a
	GA ₃ 100 + SM 200	0.22 c	2.38 c	1.73 ab	3261.6 a	4.0 a
30% and 50% full bloom	Control	0.41 a	3.26 a	2.03 a	3213.2 c	1.0 b
	GA ₃ 12.5 + SM 200	0.25 b	2.51 b	1.64 b	3466.2 ab	3.8 a
	GA ₃ 25.0 + SM 200	0.22 b	2.57 b	1.62 b	3219.5 c	3.8 a
	GA ₃ 50.0 + SM 200	0.20 b	2.44 b	1.54 b	3295.8 bc	3.7 a
	GA ₃ 100 + SM 200	0.20 b	2.51 b	1.57 b	3557.1 a	3.9 a
Significance						
Application time (A)		**	NS	NS	*	**
Treatment (B)		**	**	**	NS	**
A × B		NS	NS	NS	NS	NS

^zMean separation within columns for each time of application by Duncan’s multiple range test at $p \leq 0.05$.

NS, *, ** Non-significant and significant at $p \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 3. Effects of combined treatment with GA₃ + streptomycin (SM) on fruit quality in 'Super' blackberry treated during blooming

Application time	Treatment (mg·L ⁻¹)	Fruit weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit diameter (mm)	Fruit firmness (g/Φ3mm)	SSC (°Brix)	Titratable acidity (%)
30% full bloom	Control	7.5 ab ^z	25.70 b	21.04 ab	74.6	9.2	0.8 b
	GA ₃ 12.5 + SM 200	7.7 ab	26.94 b	22.63 a	84.8	7.9	0.9 ab
	GA ₃ 25.0 + SM 200	8.3 a	31.23 a	21.47 ab	82.8	8.5	0.9 ab
	GA ₃ 50.0 + SM 200	5.7 c	26.32 b	19.59 b	85.4	7.7	1.0 ab
	GA ₃ 100 + SM 200	6.8 b	25.89 b	20.72 ab	61.4	8.0	1.1 a
50% full bloom	Control	7.5 ab	25.70 a	21.04 ab	74.6	9.2	0.8 b
	GA ₃ 12.5 + SM 200	7.3 ab	28.08 a	20.08 abc	91.8	7.9	0.8 ab
	GA ₃ 25.0 + SM 200	6.4 b	26.59 a	19.34 bc	77.6	9.8	0.7 b
	GA ₃ 50.0 + SM 200	8.1 a	28.51 a	21.30 a	86.6	9.0	1.1 a
	GA ₃ 100 + SM 200	6.6 b	26.34 a	19.07 c	80.8	10.8	1.1 a
30% and 50% full bloom	Control	7.5 a	25.70 b	21.04 a	74.6	9.2	0.8 ab
	GA ₃ 12.5 + SM 200	6.9 ab	28.61 a	20.68 a	81.4	8.8	0.7 b
	GA ₃ 25.0 + SM 200	7.3 ab	28.76 a	20.13 a	79.6	8.5	1.0 a
	GA ₃ 50.0 + SM 200	5.1 c	25.37 b	18.35 b	85.4	7.5	1.0 a
	GA ₃ 100 + SM 200	6.6 b	28.61 a	20.19 a	89.2	8.9	0.9 ab
Significance							
Application time (A)		**	NS	*	NS	NS	NS
Treatment (B)		**	**	*	NS	NS	**
A × B		**	*	**	NS	NS	NS

^zMean separation within columns for each time of application by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

NS, *, ** Non-significant and significant at $p \leq 0.05$ or 0.01 , respectively.

초록

본 연구는 GA₃와 Streptomycin(SM) 복합처리 시기와 농도가 블랙베리 '슈퍼'의 착과율, 무핵소과율 및 과실품질에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다. GA₃ 농도를 12.5, 25.0, 50.0, 100mg·L⁻¹로 하고 SM 200mg·L⁻¹을 각각 혼용하였고, 처리시기는 1회 처리는 30% 개화했을 때(30%FB)와 50% 개화했을 때(50%FB), 그리고 중복처리는 30%와 50% 개화했을 때 2회 처리(30 + 50% FB)하였다. GA₃ + SM 복합처리가 착과율과 과실 품질(경도, 당도, 산도)에는 영향이 없었지만, 과중은 모든 GA₃ + SM 처리에서 낮아졌으며 특히 중복처리(30 + 50% FB)에서 더 낮아졌다. 그러나 무핵소과율은 GA₃ 처리농도가 증가할수록 높게 나타났는데, 이러한 효과는 30% FB 1회 처리보다 50% FB 1회 처리와 30% + 50% FB 중복처리구에서 더 크게 나타났으며, 무처리구의 무핵소과율은 2.5%이었으나 30% FB 1회 처리구는 22.2-35.2%, 50% FB 1회 처리구는 31.6-42.2%, 30% FB + 50% FB 중복처리구는 22.6-56.7%로 나타났다. GA 처리농도별로는 GA₃ 25mg·L⁻¹ + SM에서 35.3-56.7%로 높았다. 기형과율은 무처리에서는 2.9%이었으나 GA₃ 처리농도가 증가할수록 높게 나타나 13.4-35.3% 수준으로 나타났다. 과실의 중경은 GA₃ 농도가 증가할수록 약간 길어졌으나 횡경은 처리시기별 차이가 없었다.

추가 주요어 : 과실 품질, 기형과, 무핵소과, 수확기, 착과

Literature Cited

- Cain DW, Emershad RL, Tarailo RE (1983) In-ovule embryo culture and seedling development of seeded and seedless grape (*Vitis vinifera* L.). *Vitis* 22:9-141
- Clark JR, Finn CE (2011) Blackberry breeding and genetics. *Fruit Vegetable Cereal Sci Biotechnol* 5:27-43
- Emershad RL, Ramming DW (1984) In-ovulo culture of *Vitis vinifera* L. cv. 'Thompson Seedless'. *Am J Bot* 71:873-877. doi:10.1002/j.1537-2197.1984.tb14152.x
- Fukunaga S, Kurooka H (1987) Studies on seedlessness of 'Kyoho' grapes induced by gibberellin in combination with streptomycin. *Bull Univ Osaka Pref Ser B* 40:1-10
- Gray DJ, Mortensen JA, Benton CM (1990) Ovule culture to obtain progeny from hybrid seedless bunch grapes. *J Am Soc Hortic Sci* 115:1019-1024
- Ishigawa K, Takahashi H, Kato H, Ikeda F (2000) Effect of CPPU on fruit enlargement of seedless grape 'Fujiminori' induced by streptomycin. *J Jpn Soc Hortic Sci* 69(Suppl I):188
- Ishikawa K, Yazawa S, Baba T, Takahashi H, Kato H, Ikeda F (2001) Different influences of GA on berry enlargement and quality of the artificial seedless 'Fujiminori' grape. *J Jpn Soc Hortic Sci* 70(Suppl I):82
- Jeong SB, Lee HJ, Chung SJ (1998) Effect of gibberellic acid on seedlessness induction and berry development in 'Cambell Early' and 'Kyoho' grapes by GA grown in non-heated plastic house. *J Kor Soc Hortic Sci* 39:555-559
- Jung CJ, Hur YY, Moon JS, Jung SM (2017) Pre-bloom application of gibberellin in 'Tamnara' grape increases γ -aminobutyric acid (GABA) production at full bloom. *Hortic Environ Biotechnol* 58:568-575. doi:10.1007/s13580-017-0062-z
- Kimura PH, Okamoto G, Hirano K (1996) Effects of gibberellic acid and streptomycin on pollen germination and ovule and seed development in Muscat Bailey A. *Am J Enol Vitic* 47:152-156
- Kishi K, Tazaki M (1960) Study on the application of gibberellin in grapes (I): In 'Delawar' cultivar. *Agric Hortic* 35:381-384
- Lee JC, Park IY, Kim JK, Lee KS, Hwang YS (2003) Induction of seedlessness in 'Kyoho' and 'Pione' grapes (*Vitis labruscana*) with application of streptomycin, GA₃, and thidiazuron. *J Kor Soc Hortic Sci* 44:87-91
- Naito R, Hayashi T (1976) Promotion of berry set in grapes by growth retardants. III. Effects of the prebloom application of SADH and CCC on gibberellin and cytokinin activity in florets of grape varieties, Kyoho and Muscat of Alexandria. *J Jap Soc Hort Sci* 45:135-142
- Ono M, Tateishi M, Masuoka C, Kobayashi H, Igoshi K, Komatsu H, Ito Y, Okawa M, Nohara T (2003) A new triterpene glucosyl ester from the fruit of the blackberry (*Rubus allegheniensis*). *Chem Pharm Bull* 51:200-202. doi:10.1248/cpb.51.200
- Pantelidis GE, Vasilakakis M, Manganaris GA, Diamantidis G (2007) Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and cornelian cherries. *Food Chem* 102:777-783. doi:10.1016/j.foodchem.2006.06.021
- Seong HK, Park JH, Seung SY (2008) Quality characteristics of Seockryu-pyun added pomegranate juice and pomegranate concentrate. *Korean J Food Cookery Sci* 24:722-728
- Wang, SY (2007) Antioxidant capacity and phenolic content of berry fruits as affected by genotype, preharvest conditions, maturity, and handling. In Y Zhao, ed, *Berry Fruit: Value Added Products for Health Promotion*. Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL: CRC Press. pp. 147-186
- Weinberger JH, Harmon FN (1964) Seedlessness in vinifera grapes. *Proc Am Soc Hortic Sci* 85:270-274. doi:10.1201/9781420006148.ch5