ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อคุณภาพผลมัลเบอร์รี

Effect of Plant Growth Regulators on Fruit Quality of Mulberry

พัชรพิงค์พิมพ์ ณ เชียงใหม่* และ นพพร บุญปลอด

Patcharapingpim Na Chiangmai* and Nopporn Boonplod

สาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้เชียงใหม่

Division of Plant Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai

Received : 31 October 2018

Revised : 12 December 2018

Accepted : 26 January 2019

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อคุณภาพผลมัลเบอร์รี โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (PGRs) 3 ชนิด คือ บราสิโนสเตอรอยด์ (BRs) ความเข้มข้น 0 0.5 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) ความเข้มข้น 0 30 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3,5,6-TPA (Maxim®) ความเข้มข้น 0 20 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลังการแตกตาดอก 7 วัน ผลการวิจัยพบว่า การใช้ BRs ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มัลเบอร์รีมีอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) มากที่สุดเท่ากับ 17.96% และมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุดเท่ากับ 4.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด การใช้ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) มากที่สุดเท่ากับ 12.16 องศาบริกซ์ การใช้ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA) มากที่สุดเท่ากับ 1.54% และมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดเท่ากับ 187.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด อย่างไรก็ตามการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตไม่มีผลต่อน้ำหนักผล ขนาดผล และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในผลมัลเบอร์รี

คำสำคัญ : บราสิโนสเตอรอยด์, กรดจิบเบอเรลลิก, 3,5,6-TPA

Abstract

The effect of plant growth regulators (PGRs) on fruit quality of mulberry were studied. The PGRs were Brassinosteroids (BRs) at concentrations 0 0.5 and 1.0 mg/l., Gibberellic acid (GA_3) at concentrations 0 30 and 50 mg/l. and Auxin 3,5,6-TPA (Maxim®) at concentrations 0 20 and 30 mg/l. The PGRs applications were spraying at 7 days after flower bud breaking. The results showed that BRs at concentrations 1.0 mg/l. Gave the highest TSS/TA and Vitamin C as 17.96% and 4.50 mg/100 g FW respectively, 3,5,6-TPA at concentrations 20mg/l. gave the highest TSS as 12.16 ^{o}Brix. While, 3,5,6-TPA at concentrations 30 mg/l. gave the highest %TA and Anthocyanin as 1.54% and 187.71 mg/100 g FW respectively, However PGRs applications had no effect on fruit weight, fruit size and total phenolic compounds.

Keywords : Brassinosteroids, Gibberellic acid, 3,5,6-TPA.

***Corresponding author. E-mail** : Patcharapingpim.n@gmail.com

บทนำ

มัลเบอร์รี (Mulberry) เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีวิตามิน และสารต้านอนุมูลอิสระ คือแอนโทไซยานิน ที่มีคุณสมบัติช่วยในการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจ โรคมะเร็ง ปัจจุบันเป็นที่นิยมบริโภคทั้งในและต่างประเทศ การปลูกมัล-เบอร์รีให้ได้คุณภาพที่ดีนั้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น พื้นที่การปลูก การดูแลจัดทรงต้น ขนาดและอายุของกิ่งที่ทำการจัดทรงต้นและตัดแต่งกิ่ง รวมถึงระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการออกดอก การติดผล และการเก็บเกี่ยวผลผลิต นอกจากนี้การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชก็เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพของผล โดยลักษณะคุณภาพที่ดีตรงตามความต้องการของตลาด ควรจะมีลักษณะผลใหญ่ มีสีแดงคล้ำ หรือสีม่วง รสชาติหวานกลมกล่อม (Nuipirom, 2002)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช คือ สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นภายในโดยตรง (Plant Hormones) หรือสารที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นโดยกรรมวิธีเคมี (Synthetic plant growth regulator) และเมื่อใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะสามารถช่วยกระตุ้น ยับยั้ง หรือทำให้พืชเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยาของพืชได้ (Thongampai, 1994) โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่นิยมใช้ ได้แก่ กลุ่มออกซิน กรดจิบเบอเรลลิก บราสิโนสเตอรอยด์ มีคุณสมบัติในการกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการขยายขนาดของเซลล์ (Thongampai, 1986) 3,5,6–trichloro-2-pyridyloxyacetic acid (3,5,6-TPA) มีชื่อทางการค้าคือ Maxim® จัดอยู่ในกลุ่มของออกซินสังเคราะห์ ที่มีคุณสมบัติในการเร่งการเจริญเติบโต กระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ และกระตุ้นการเกิดราก รวมถึงมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายออกซิน จึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่นการใช้ 3,5,6-TPA กับลิ้นจี่ ทำให้มีประสิทธิภาพในการเพิ่มขนาดของผล และน้ำหนักของผลลิ้นจี่ ที่มีคุณภาพดีตอบสนองความต้องการของตลาดได้ (Stern *et al*., 2007) กรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid) จัดเป็นสารที่พืชสร้างได้เองเช่นเดียวกับออกซิน และยังมีเชื้อราบางชนิดสร้างสารนี้ได้ จึงมีการเลี้ยงเชื้อราเพื่อนำมาสกัดสารจิบเบอเรลลินออกมาใช้ประโยชน์ ทำหน้าที่ในการควบคุมการยืดตัวของเซลล์ การติดผล การเกิดดอก เร่งการเจริญเติบโตของต้นพืช ช่วยในการยืดช่อผล และปรับปรุงคุณภาพผลผลิตองุ่นโดยทั่วไป บราสซิโนสเตอรอยด์ (Brassinosteroids) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มใหม่ที่มีโครงสร้างเป็นสเตียรอยด์ เป็นสารที่มีการออกฤทธิ์ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำมาก ๆ เมื่อมีการใช้งานเพียงเล็กน้อยแต่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยาของพืชได้มาก ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสามารถชะลอการนิ่มของผล ชะลอการเปลี่ยนสีภายนอก มีการเพิ่มขึ้นแอนโทไซยานิน มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารประกอบฟีนอลิก พร้อมกับลดอัตราการย่อยสลายของ TSS และ %TA ในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตได้ (Champa *et al*., 2014)

ดังนั้นการศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อคุณภาพผลของมัลเบอร์รีครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึง ชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการพัฒนาผลมัลเบอร์รีให้มีคุณภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรต่อไปได้

วิธีดำเนินงานวิจัย

คัดเลือกต้นมัลเบอร์รีอายุ 1 ปี ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน จากนั้นเลือกสุ่มกิ่งที่สมบูรณ์จำนวน 7 กิ่ง เพื่อทำการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) มี 7 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ต้น โดยทำการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ บราสสิโนสเตอรอยด์ (BRs) กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) และออกซิน (3,5,6-trichloro-2-pyridinyloxyacetic acid ชื่อการค้า Maxim®) ในช่วงหลังจากการแตกตาดอก 1

สัปดาห์ ตามกรรมวิธีดังต่อไปนี้ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (น้ำเปล่า) กรรมวิธีที่ 2 GA_3 ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร กรรมวิธีที่ 3 GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร กรรมวิธีที่ 4 BRs ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร กรรมวิธีที่ 5 BRs ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร กรรมวิธีที่ 6 3,5,6–trichloro-2-pyridyloxyacetic acid (3,5,6-TPA) ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และกรรมวิธีที่ 7 3,5,6–trichloro-2-pyridyloxyacetic acid (3,5,6-TPA) ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

การวิเคราะห์คุณภาพผลมัลเบอร์รี ใช้ผลมัลเบอร์รีที่มีอายุ 30 วัน หลังจากแตกตาดอก กรรมวิธีละ 10 ผล ทำการวัดน้ำหนักผล ขนาดผล ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ปริมาณวิตามินซี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรด (TSS/TA)

ผลการวิจัย

1. **ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อน้ำหนักผล และขนาดผลของมัลเบอร์รี**

ผลการทดลอง พบว่า การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อน้ำหนัก และขนาดผลมัลเบอร์รี ซึ่งแต่ละกรรมวิธีมีน้ำหนักผล ความกว้าง และความยาวผลเฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 3.12-4.23 กรัม 25.99-31.91 และ 28.81-35.65 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อน้ำหนักผล และขนาดผลในผลมัลเบอร์รี

กรรมวิธี	น้ำหนักผล	ขนาดผล (มิลลิเมตร)	
	(กรัม)	ความกว้าง	ความยาว
1. กรรมวิธีควบคุม	3.12	29.03	31.52
2. GA_3 30 มก./ล.	3.70	31.31	33.46
3. GA_3 50 มก./ล.	4.23	31.91	35.65
4. BRs 0.5 มก./ล.	3.20	27.56	34.24
5. BRs 1.0 มก./ล.	3.36	25.99	32.01
6. 3,5,6-TPA 20 มก./ล.	3.41	31.20	28.81
7. 3,5,6-TPA 30 มก./ล.	3.38	29.17	32.65
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	16.41	15.41	12.65

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. **ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA) และอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดของผลมัลเบอร์รี (TSS/TA)**

ผลการทดลอง พบว่า การใช้ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ TSS มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 12.16 ^{o}Brix รองลงมา คือ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร BRs ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร GA_3 ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 10.10, 10.06 และ 9.86 ^{o}Brix ตามลำดับ ในขณะที่ GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และ

BRs ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณ TSS ใกล้เคียงกับ กรรมวิธีควบคุมน้อยที่สุด อยู่ในช่วง 9.60-9.66 °Brix (ตารางที่ 2)

การใช้ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ %TA มีค่ามากที่สุด 1.54% รองลงมาคือ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร BRs ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และ GA_3 ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 1.12, 1.26, 1.19 และ 0.98% ในขณะที่ BRs ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และกรรมวิธีควบคุม มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.56 และ 0.77% ตามลำดับ

การใช้ BRs ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีปริมาณ TSS/TA มีค่ามากที่สุด 17.96 % รองลงมา คือ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร กรรมวิธีควบคุม (น้ำเปล่า) และ GA_3 ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 10.86, 12.55, 10.06% ตามลำดับ ในขณะที่ GA_3 ความเข้มข้น 50 ernมิลลิกรัมต่อลิตร BRs ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร น้อยที่สุด เท่ากัน 8.15, 7.62 และ 6.55% ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA) และอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรด (TSS/TA) ในผลมัลเบอร์รี

กรรมวิธี	TSS (°Brix)	TA (%)	TSS/TA (%)
1. กรรมวิธีควบคุม	9.66^{d}	0.77^{d}	12.55^{b}
2. GA_3 30 มก./ล.	9.86^{c}	0.98^{c}	10.06^{c}
3. GA_3 50 มก./ล.	9.70^{d}	1.19^{b}	8.15^{d}
4. BRs 0.5 มก./ล.	9.60^{d}	1.26^{b}	7.62^{d}
5. BRs 1.0 มก./ล.	10.06^{b}	0.56^{e}	17.96^{a}
6. 3,5,6-TPA 20 มก./ล.	12.16^{a}	1.12^{bc}	10.86^{bc}
7. 3,5,6-TPA 30 มก./ล.	10.10^{b}	1.54^{a}	6.55^{d}
F-Test	**	**	**
CV (%)	0.54	7.36	6.87

หมายเหตุ ** = มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ค่าเฉลี่ย (Mean) ใน Column เดียวกัน ตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณแอนโทไซยานิน และปริมาณวิตามินซีของมัลเบอร์รี

ผลการทดลอง พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งแต่ละกรรมวิธีมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 366.38-553.29 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด

การใช้ การใช้ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีค่ามากที่สุด 187.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมา คือ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 126.24 ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีปริมาณสารแอนโทไซยานินน้อยที่สุด อยู่ในช่วง 77.53-108.62 มิลลิกริมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด

การใช้ BRs ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ปริมาณวิตามินซี มีค่ามากที่สุด 4.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือ GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 4.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด กรรมวิธีควบคุม (น้ำเปล่า) เท่ากับ 2.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุด อยู่ในช่วง 0.47-1.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และปริมาณวิตามินซีในผลมัลเบอร์รี

กรรมวิธี	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (µg GAE/gFW)	ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg/100gFW)	ปริมาณวิตามินซี (mg/100gFW)
1. กรรมวิธีควบคุม	553.29	108.62^{b}	2.47^{c}
2. GA_3 30 มก./ล.	461.17	77.53^{b}	0.47^{e}
3. GA_3 50 มก./ล.	366.38	83.94^{b}	4.00^{b}
4. BRs 0.5 มก./ล.	430.65	107.47^{b}	0.53^{e}
5. BRs 1.0 มก./ล.	381.65	93.69^{b}	4.50^{a}
6. 3,5,6-TPA 20 มก./ล.	370.57	126.24^{ab}	1.30^{d}
7. 3,5,6-TPA 30 มก./ล.	416.86	187.71^{a}	1.50^{d}
F-Test	ns	**	**
CV (%)	30.42	24.21	9.49

หมายเหตุ ns, ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ค่าเฉลี่ย ตามลำดับ (Mean) ใน Column เดียวกัน ตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีผลต่อมัลเบอร์รี พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อน้ำหนัก และขนาดผลมัลเบอร์รี ซึ่งแต่ละกรรมวิธีมีน้ำหนักผล ความกว้าง และความยาวผลเฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 3.12-4.23 กรัม 25.99-31.91 และ 28.21-35.65 มิลลิเมตร ตามลำดับ แตกต่างจาก Chatbanyong *et al*., 2010 การใช้ GA_3 ที่ความเข้มข้น

50 มิลลิกรัมต่อลิตร ในองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless หลังดอกบานทำให้องุ่นมีความกว้าง ความยาว และน้ำหนักเฉลี่ยของผลมากที่สุด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เป็นค่าที่ใช้วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (%TA) เป็นค่าบ่งชี้ถึงรสเปรี้ยว และอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) เป็นค่าที่ใช้วัดคุณภาพด้านรสชาติ สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดในการบ่งบอกถึงรสชาติได้ดีกว่าพิจารณาเฉพาะค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ หรือปริมาณกรดที่ไทเทรตเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง (Boonyakiat, 2005) สาร 3,5,6-TPA (3,5,6–trichloro-2-pyridyloxyacetic acid) ชื่อทางการค้าคือ Maxim® จัดอยู่ในกลุ่มของออกซินสังเคราะห์ ที่มีคุณสมบัติในการเร่งการเจริญเติบโต กระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ และกระตุ้นการเกิดราก รวมถึงมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งการใช้ 3,5,6-TPA ในผลมัลเบอร์รี ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA) มีค่ามากที่สุด แตกต่างจากการรายงานของ Yıldırım *et al*., 2011 พบว่า การใช้ 3,5,6-TPA ในส้มพันธุ์วาเลนเซียไม่มีผลต่อ TSS และ %TA ภายในผล จึงบอกได้ว่าการใช้ 3,5,6-TPA ในมัลเบอร์รีมีผลตอบสนองต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) สาร Brassinosteroids (BRs) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มใหม่ที่มีโครงสร้างเป็นสเตียรอยด์ ออกฤทธิ์ในระดับความเข้มข้นในที่ต่ำมาก มีประโยชน์ในด้านการออกฤทธิ์ที่สัมพันธ์กับออกซินธรรมชาติคือ IAA การใช้สาร BRs ในมัลเบอร์รี พบว่า ทำให้ TSS/TA มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ การทดลองการพ่น BRs เพื่อเพิ่มคุณภาพขององุ่นพันธุ์ Flame Seedless มีผลต่อการเพิ่มสูงขึ้นของค่า TSS/TA เมื่อผลผลิตสุก ในการทดลองการใช้บราสซิโนสเตอรอยด์ในการปรับปรุงคุณภาพผลผลิตองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์ Flame Seedless โดยใช้วิธีการฉีดพ่นทางใบ ในการทดลองใช้ BRs ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะ Veraison พบว่า กลุ่มช่อผลที่ได้รับ BRs ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีน้ำหนัก ความกว้าง ความยาว และคุณภาพผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ BRs ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีประสิทธิภาพสามารถชะลอการนิ่มของผล ชะลอการเปลี่ยนสีภายนอก มีการเพิ่มขึ้นแอนโทไซยานิน มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารประกอบฟีนอลิก พร้อมกับลดอัตราการย่อยสลายของ TSS และ %TA ในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตได้ (Champa *et al.,* 2014) สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารประกอบที่พืชสังเคราะห์ขึ้น สารประกอบฟีนอลิกที่สำคัญที่พบในมัลเบอร์รี คือ แอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารสีที่ละลายได้ในน้ำ ทำให้เกิดสีแดง ชมพู ม่วง หรือน้ำเงิน และแอนโทไซยานินยังมีคุณค่าทางโภชนาการ ในการช่วยลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคมะเร็งได้ (Leelahemaratana, 2013) ผลการใช้สาร 3,5,6-TPA ทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินในมัลเบอร์รีสูงสุด สอดคล้องกับ Amoros *et al*., 2004 ที่รายงานว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่อยู่ในกลุ่ม Auxin จะทำให้มีการสะสมของสารสีที่เป็นส่วนประกอบของแอนโทไซยานินเพิ่มมากขึ้น และจากการรายงานของ Teresa *et al.,* 1998 รายงานว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชนั้น สามารถเพิ่มการสะสมของปริมาณสารแอนโทไซยานินในผลสตรอว์เบอร์รีได้ จึงบอกได้ว่า การใช้ Auxin 3,5,6-TPA มีผลต่อการสร้างปริมาณแอนโทไซยานินในมัลเบอร์รี ส่วนปริมาณวิตามินซีในมัลเบอร์รี การทดลองพ่น BRs พบว่า ปริมาณวิตามินซีมีค่ามากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาการใช้เอทิลีนและบราสสิโนสเตอรอยด์ต่อการสุกขององุ่นหลังจากพ่นในแปลง (Ayub *et al*., 2017) ที่รายงานว่าการใช้ BRs ในสตรอว์เบอร์รี หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตจะทำให้มีการเพิ่มขึ้นของกรดแอสคอร์บิก และมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของวิตามินซี สามารถบอกได้ว่าการใช้ BRs ในมัลเบอร์รีมีผลตอบสนองต่อการเพิ่มปริมาณกรดแอสคอบิก และปริมาณวิตามินซีหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต

สรุปผลการวิจัย

การใช้ BRs ความเข้มข้น 1.0 มิลลิลิตร ทำให้ TSS/TA มีค่ามากที่สุด 17.96% และทำให้ปริมาณวิตามินซี มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 4.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ในขณะที่ การใช้ 3,5,6-TPA ความเข้มข้น 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ TSS และ %TA มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 12.16 °Brix และ 1.54% ตามลำดับ นอกจากนี้ ทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 187.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด แต่ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อน้ำหนัก และขนาดผลมัลเบอร์รี ซึ่งแต่ละกรรมวิธีมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ในช่วง 3.12-4.23 กรัม ความกว้างผล ความยาวเฉลี่ยมากที่สุด 25.99-31.91, 28.81-35.65 มิลลิเมตรตามลำดับ และไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งแต่ละกรรมวิธีมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 366.38-553.29 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.ภาคเหนือ) ที่สนับสนุนทุนวิจัย ขอขอบคุณฝ่ายนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง และอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพร บุญปลอด ที่กรุณาช่วยให้คำปรึกษา รวมถึงคำแนะนำตลอดการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Amoros, A, P. Zapata, M.T. Pretel, M.A. Botella, M.S. Almansa, and M. Serrano. (2004). Role of naphthalene acetic acid and phenothiol treatments on increasing fruit size and advancing fruit maturity in loquat. *Sci Hort* ,*101,* 387-398.

Ayub, R. A., Reis, L., Lopes, P. Z., & Bosetto, L. (2018). Ethylene and brassinosteroid effect on strawberry ripening after field spray. *Revista Brasileira de Fruticultura, 40*(3).

Boonyakiat, D. (2005). Postharvest practices for fruits and vegetables. Odeon Store Publishing, Bankok. 142. (in Thai)

Champa, W. H., Gill, M. I. S., Mahajan, B. V. C., & Arora, N. K. (2014). Pre-harvest treatments of brassinosteroids on improving quality of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. flame seedless. *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*, *2*.

Chatbanyong, R. Nilnond, S. and Siripok, V. (2010). Fruit Response of 'Marroo Seedless' Grape to GA3 Application. *Agriculture Science Journal, 41*(3/1) (Suppl.), 421-424 (2010). (in Thai)

Leelahemaratana, S. (2013) Determination of phenolic compounds, antioxidant capacity and stability of anthocyanins in Mulberry Pmmace Extract. Master of Sciene (Food Science), Major Field: Food Science, Department of Food Science and Technology. (in Thai)

Nuipirom, W. (2002). Mulberry fruit and fruit product. Chiangmai: The Queen Sirikit Department of Sericulture. Department of Agriculture. (in Thai)

Stern, R. A., Flaishman, M., Applebaum, S., & Ben-Arie, R. (2007). Effect of synthetic auxins on fruit development of 'Bing' cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia horticulturae, 114*(4), 275-280.

Teresa, M., M. Esperanza, M.C. Maria, and J.L.A. Francisco. (1998). Effects of gibberellic acid (GA_3) on strawberry PAL (phenylalanine ammonia-lyase) and TAL (tyrosine ammonialyase) enzyme activities. *J. Food Sci. Agri. 77*(2), 230-234.

Thongampai, P. (1986). Plant Hormones and Plant Hormones and Plant Growth Regulator, Usage Guidelines in Thailand. Dynamic Printing Part., Ltd. 196. (in Thai)

Thongampai, P. (1994). Usage Guidelines in Thailand, *Plant Hormones and Plant Growth Regulator*. (196) Wichai Printing: Bangkok. (in Thai)

Yıldırım, B., Ye**Ş**ilo**ğ**lu, T., Kamilo**ğ**lu, M. U., incesu, M., Çimen, B., & Yılmaz, N. (2011). Effects of 3, 5, 6–trichloro-2-pyridyloxyacetic acid on fruit size and yield of Valencia oranges (*Citrus sinensis* Osb.). *Journal of Food*, *Agriculture & Environment, 9*(1), 275-279.