



อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิต  
องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้  
พ.ศ. 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิต  
องุ่นพันธุ์ “ปีวดีซีดเลสส์”

วรากร รามะวุธ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาพืชสวน

พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก



(อาจารย์ ดร.ชินพันธ์ ชนารุจ)

วันที่ 6 เดือน มิ.ย พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



(อาจารย์ ดร.วาริน สุนนต์)

วันที่ 6 เดือน มิ.ย พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



(อาจารย์ ดร.อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ)

วันที่ 6 เดือน มิ.ย พ.ศ. 2560

ประธานอาจารย์ประจำหลักสูตร



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)

วันที่ 6 เดือน มิ.ย พ.ศ. 2560

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 6 เดือน มิ.ย พ.ศ. 2560

ชื่อเรื่อง	อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของงุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”
ชื่อผู้เขียน	นายวรากร รามะวุธ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร.ชินพันธ์ ธนารุจ

### บทคัดย่อ

งุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” (Beauty Seedless) เป็นองุ่นดำไร้เมล็ดที่ส่วนใหญ่ผลิตบนพื้นที่สูงในเขตมูลนิธิโครงการหลวง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ผู้บริโภคมีความต้องการค่อนข้างสูงแต่ปริมาณผลผลิตยังไม่เพียงพอ กับความต้องการ ปัจจุบันได้นำมาปลูกพื้นที่ราบในเขตภาคเหนือ ซึ่งให้ผลผลิตค่อนข้างดีแต่มีปัญหาเรื่องขนาดผลเล็ก จึงได้มีการทดสอบการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตมาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว โดยศึกษาความเข้มข้น และช่วงเวลาการใช้ 4-CPA ต่อปริมาณและคุณภาพของงุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ณ สวนองุ่นอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษา 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ร่วมกับช่วงเวลาในการพ่นคือ 1 วัน และ 10 วันหลังดอกบาน พบว่าการใช้สาร 4-CPA ที่ 50 ppm ที่ 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีน้ำหนักช่อมากที่สุด คือ 158.61 กรัม และมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักผลเส้นผ่าศูนย์กลางผลและความยาวผลมากที่สุดคือ 2.47 กรัม 1.60 และ 1.69 เซนติเมตร และศึกษาผลของ 4-CPA ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นต่อปริมาณ และคุณภาพของงุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” โดยใช้สาร 4-CPA ที่ 50 ppm เปรียบเทียบกับสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นและการไม่ใช้สาร ที่ 10 วันหลังดอกบาน พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับCPPU ที่ 10 ppm ทำให้องุ่นมี น้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของช่อผลมากที่สุด คือ 200.79 กรัม 11.08 และ 17.13 เซนติเมตร และการใช้ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับGA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ทำให้น้ำหนัก เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวของผลมากที่สุด คือ 2.8 กรัม 1.64 และ 1.81 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ได้ ศึกษาการใช้ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm, 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับGA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm, 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ที่ 10 วันหลังดอกบาน เปรียบเทียบการกับไม่ใช้สาร พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับGA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm และ4-CPA ที่ 50 ppmร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ทำให้องุ่นมีน้ำหนักช่อมากที่สุด คือ 227.83 และ 261.20 กรัม ซึ่งทุกสิ่งทดลองไม่มีผลต่อขนาดช่อแต่มีผลทำให้น้ำหนัก และขนาดผลสูงซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สาร และทุกสิ่งทดลองมีผลต่อคุณภาพของผลองุ่นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

<b>Title</b>	Effect of Plant Growth Regulators on Berry Quantity and Quality of “Beauty seedless” Grapes
<b>Author</b>	Mr. Waragorn Rummawut
<b>Degree</b>	Master of Science in Horticulture
<b>Advisor Committee Chairperson</b>	Dr. Chinnapan Thanarut

### ABSTRACT

The black and seedless “Beauty Seedless” grape cultivar are mainly produced in highlands of Royal Project Foundation areas in Thailand. This cultivar are popular and have a high market demand. Nowadays farmer try to plant the cultivar resulting in lowlands good production quantity however the size of the berry being too small. These experiments were done to test the effects of plant growth regulators (PGR), that can help to solve the problem of quantity as well as. The effect; of concentration and times in applying 4-CPA on the quantity and quality of “Beauty seedless” grape at the vineyard in Saraphi district, Chiang Mai province was conducted by applying 4-CPA concentrations at 10, 50, 100 and 200 ppm at 1 and 10 days after full bloom (DAFB). Results showed that the application of 50 ppm 4-CPA at 10 DAFB resulted in the highest cluster weight of 158.61 grams berry weight. Diameter and length was highest at 2.47 gram, 1.60 and 1.69 centimeters, respectively. In studying the effect of 4-CPA combination with PGA on the quantity and quality of “Beauty Seedless” grape 50 ppm 4-CPA mixed with other PGA and at 10 DAFB was applied. The results showed that 50 ppm 4-CPA mixed with 10 ppm CPPU increased the cluster weight, diameter and berry length as 200.79 g, 11.08 and 17.13 cm., respectively. When applied with 50 ppm 4-CPA mixed with 25 ppm GA<sub>3</sub> the result were found that berry weight, diameter and length of fruit were as 2.8 g, 1.64 and 1.81 cm., respectively. Applying the PGR individual mixed at 10 DAFB the results showed that 50 ppm 4-CPA mixed with 25 ppm GA<sub>3</sub>, and 50 ppm 4-CPA mixed with 10 ppm CPPU resulted increasing the highest cluster weight at 277.83 and 261.20 g, respectively. All in the experiments had no effect on cluster size but had effect on berry weight and berry size. Moreover the experiment has more significantly difference to the size than weight and cluster size. However all experiments were effected to quantity, but no effected to quality of “Beauty Seedless” grape.

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ณรงค์ชัย พิพัฒน์ชนวงศ์ รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อาจารย์ ดร.ชินพันธ์ ธนารุจ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.วาริน สุทนต์ และ อาจารย์ ดร.อรพินธุ์ สฤษดิ์น้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งได้ให้คำปรึกษาในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนช่วยสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ รวมถึงการให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไข รูปเล่มวิทยานิพนธ์จนเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

ขอขอบคุณ สวณงุ่นพรพนา จังหวัดลำพูน โดย คุณสุรพล งามพร้อม สวณงุ่นสารภี โดย คุณประเวช เตชะ และ สวณงุ่นสองดาว โดย คุณไตรรัตน์ รัตนจันทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และมีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณศิวาภรณ์ หยองเอน คุณเรวัตร์ พงษ์สกุล คุณขวัญภริมย์ จบสูงเนิน คุณสันติ อายวงค์ คุณเทียนนุช ทองอยู่ คุณกอยใจ ปูเขียว คุณอิทธิพล สุธรรมมา และ คุณ Thanh Lo Quang ผู้มีส่วนช่วยในการเก็บข้อมูลในทุกๆ ด้าน และอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง

ขอขอบคุณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ มูลนิธิโครงการหลวง รวมถึงผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน ทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือสนับสนุนให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ พระคุณบิดามารดา ครูบาอาจารย์ รวมถึงครอบครัว ญาติ พี่น้อง เพื่อนพ้อง ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนทุกๆ ด้าน จนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์

นายวรากร รามะวุธ

มิถุนายน 2560

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
สารบัญตารางผนวก	(11)
สารบัญภาพผนวก	(16)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ทั่วไปขององุ่น	4
พันธุ์องุ่นไร้เมล็ด	4
การพัฒนาตาดอกและการออกดอกขององุ่น	5
การติดผลและการพัฒนาผลขององุ่น	6
การสุกของผลองุ่น	7
การเกิดอาการฝ่อหรือไร้เมล็ดขององุ่น	8
สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulators: PGR)	8
การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับองุ่น	9
คุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้สำหรับการทดลอง	9
อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ร่วมกันต่อการพัฒนาผลขององุ่น	11
อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ร่วมกันต่อการพัฒนาผลของพืชชนิดอื่น	13

	(7)
	หน้า
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	15
วิธีการดำเนินการวิจัย	15
การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นและช่วงเวลาการให้สารละลาย 4-CPA ต่อปริมาณ และคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”	15
การทดลองที่ 2 ผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”	17
การทดลองที่ 3 ผลของการใช้สาร 4-CPA, GA <sub>3</sub> และ CPPU ต่อปริมาณและคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”	18
การเตรียมตัวอย่างและสไลด์ชิ้นส่วนของผลองุ่น	19
การวิเคราะห์ข้อมูล	19
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	22
ผลการทดลอง	22
ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นและช่วงเวลาการให้สารละลาย 4-CPA ต่อปริมาณและคุณภาพองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”	22
ผลการทดลองที่ 2 ผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพผล องุ่นพันธุ์ “ บิวตี้ซีดเลสส์ ”	30
ผลการทดลองที่ 3 ผลของการใช้สาร 4-CPA, GA <sub>3</sub> และ CPPU ต่อปริมาณและคุณภาพผล องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”	36
วิจารณ์ผลการทดลอง	49
การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นและช่วงเวลาการให้สารละลาย 4-CPA ต่อปริมาณและคุณภาพผล องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”	49
การทดลองที่ 2 ผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพผล องุ่นพันธุ์ “ บิวตี้ซีดเลสส์ ”	50
การทดลองที่ 3 ผลของการใช้สาร 4-CPA, GA <sub>3</sub> และ CPPU ต่อปริมาณและคุณภาพผล องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”	51
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	54
สรุปผล	54
ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55

ภาคผนวก

60

ภาคผนวก ก ภาพประกอบการเก็บข้อมูลวิจัยผล

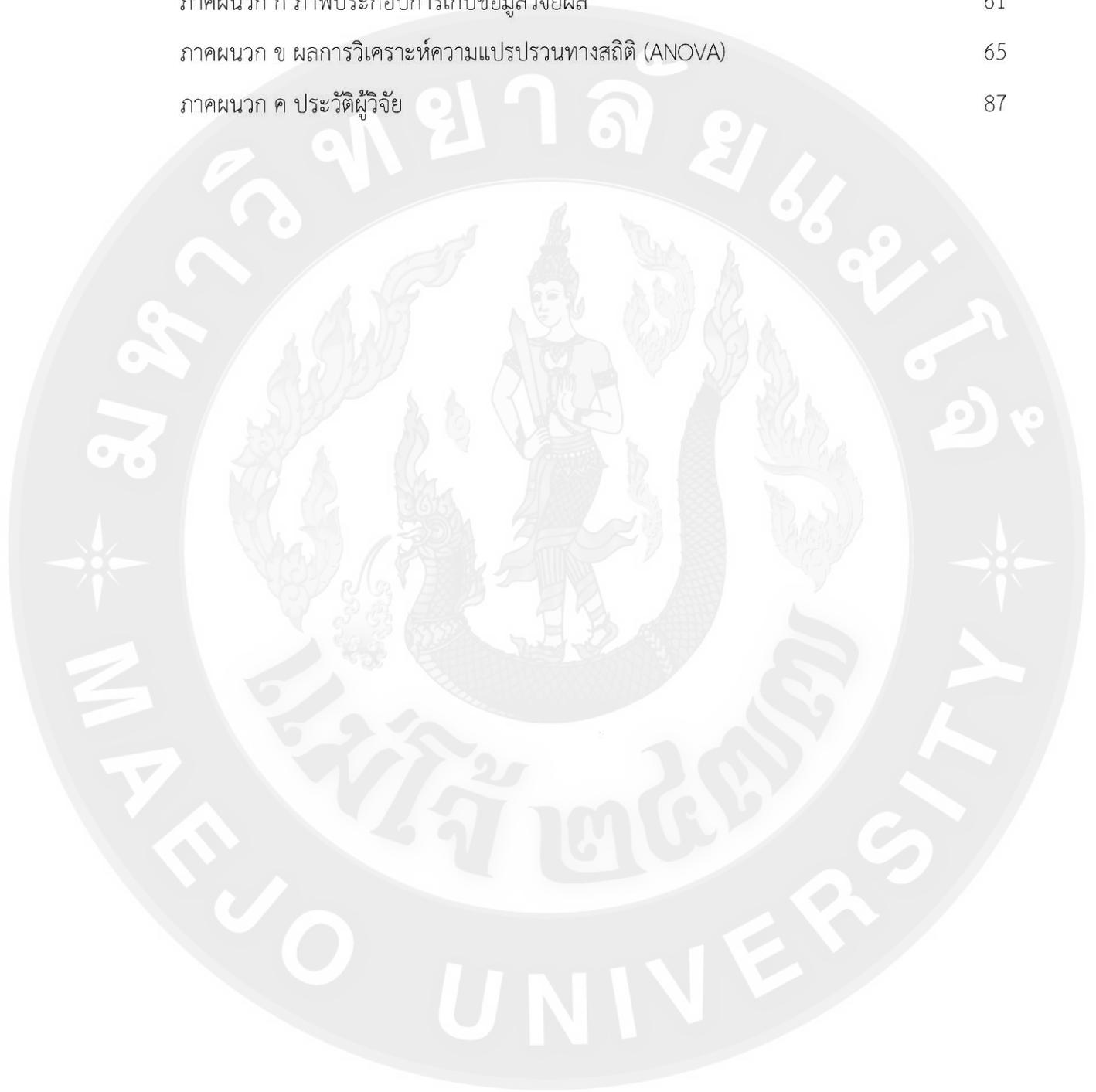
61

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA)

65

ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย

87



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปัจจัยของความเข้มข้นสาร 4-CPA และปัจจัยช่วงเวลาต่อน้ำหนักข้อผล ความยาวข้อผล ความกว้างข้อผล และน้ำหนักผล ความยาวผล เส้นผ่าศูนย์กลางผลปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพอร์เซ็นต์กรดรวม แอนโทไซยานินและสีผิวผล (L*ab) องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”	28
2	ผลของสาร 4-CPA ที่ความเข้มข้นต่างกัน และช่วงเวลาการปน ต่อน้ำหนักข้อผล ความยาวข้อผล ความกว้างข้อผล น้ำหนักผล ความยาวผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพอร์เซ็นต์กรดรวม แอนโทไซยานิน และสีผิวผล (L*ab) องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”	29
3	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อน้ำหนักข้อผล ความยาวข้อผล ความกว้างข้อผลน้ำหนักผล ความยาวผล และเส้นผ่าศูนย์กลางผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10 วันหลังดอกบาน	34
4	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพอร์เซ็นต์กรดรวมแอนโทไซยานินและสีผิวผล (L*a b) องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10 วันหลังดอกบาน	35
5	ของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อน้ำหนักข้อผล ความยาวข้อผล ความกว้างข้อผลน้ำหนักผล ความยาวผล และเส้นผ่าศูนย์กลางผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10 วันหลังดอกบาน	38
6	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพอร์เซ็นต์กรดรวมแอนโทไซยานินและสีผิวผล (L*ab) ขององุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10 วันหลังดอกบาน	39
7	แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” โดยการบันทึกการเจริญเติบโตของผลองุ่นทุก 10 วัน	46
8	แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” โดยการบันทึกการเจริญเติบโตของผลองุ่นทุก 10 วัน	46
9	แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” โดยการบันทึกการเจริญเติบโตของผลองุ่นทุก 10 วัน	47

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
1	ลักษณะการจัดทรงต้นแบบตัว H (H-shape) และการเลี้ยงกิ่งแบบก้างปลาขององุ่น	20
2	แสดงการคัดเลือกช่อดอกองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” 1 วันหลังดอกบาน	20
3	ลักษณะช่อผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่ทดสอบช่วง 10-15 วันหลังดอกบาน	20
4	ช่อองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” อายุ 70 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว	21
5	แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อน้ำหนักผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10-60 วันหลังพ่นสาร	40
6	แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10-60 วันหลังพ่นสาร	40
7	แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10-60 วันหลังพ่นสาร	41
8	ลักษณะช่อผลองุ่น 60 วันหลังพ่นสาร ก) คือ ไนโตรเจน ข) คือ GA <sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ค) คือ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA <sub>3</sub> ที่ 25 ppm และ ง) คือ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังพ่นสาร	42
9	ลักษณะผลองุ่น 60 วันหลังพ่นสาร ก) คือ ไนโตรเจน ข) คือ GA <sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ค) คือ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA <sub>3</sub> ที่ 25 ppm และ ง) คือ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm ช่วง 10 วันหลังพ่นสาร	42
10	แสดงลักษณะเซลล์ของผลองุ่นหลังพ่นสารในแต่ละสิ่งทดลองที่ 10 ถึง 50 วันหลังพ่นสาร	48

## สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักช่อผลองุ่น การทดลองที่ 1	66
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างช่อผลองุ่น การทดลองที่ 1	66
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวช่อผลองุ่น การทดลองที่ 1	67
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักผลองุ่น การทดลองที่ 1	67
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เส้นผ่าศูนย์กลางผลองุ่น การทดลองที่ 1	68
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวผลองุ่น การทดลองที่ 1	68
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลองุ่น (Total soluble solids, TSS) การทดลองที่ 1	69
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์กรดของผลองุ่น (Titratable acidity, TA) การทดลองที่ 1	69
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ของผลองุ่น การทดลองที่ 1	70
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนผลต่อช่อขององุ่น การทดลองที่ 1	70
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิว ผลองุ่น ค่า L* (lightness) การทดลองที่ 1	71
12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิว ผลองุ่น ค่า a (redness) การทดลองที่ 1	71
13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิว ผลองุ่น ค่า b (yellowness) การทดลองที่ 1	72

## ตารางผนวกที่

## หน้า

14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักช่อผลองุ่น การทดลองที่ 2	72
15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างช่อผลองุ่น การทดลองที่ 2	73
16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวช่อผลองุ่น การทดลองที่ 2	73
17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักผลองุ่นการทดลองที่ 2	73
18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เส้นผ่าศูนย์กลางผลองุ่นการทดลองที่ 2	74
19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวผลองุ่นการทดลองที่ 2	74
20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(Total soluble solids, TSS) ของผลองุ่น การทดลองที่ 2	74
21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์กรดของผลองุ่น (Titratable acidity, TA) การทดลองที่ 2	75
22	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ของผลองุ่น การทดลองที่ 2	75
23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนผลต่อช่อขององุ่น การทดลองที่ 2	75
24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลองุ่น ค่า L* (lightness) การทดลองที่ 2	76
25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลองุ่นพันธุ์ ค่า a (redness)การทดลองที่ 2	76
26	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลองุ่น ค่า b (yellowness) การทดลองที่ 2	76
27	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักช่อผลองุ่น การทดลองที่ 3	77

## ตารางผนวกที่

## หน้า

28	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างช่องผลองุ่น การทดลองที่ 3	77
29	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวช่องผลองุ่น การทดลองที่ 3	77
30	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักผลองุ่น การทดลองที่ 3	78
31	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เส้นผ่าศูนย์กลางผลองุ่น การทดลองที่ 3	78
32	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวผลองุ่น การทดลองที่ 3	78
33	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผล(Total soluble solids, TSS) การทดลองที่ 3	79
34	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์กรดของผลองุ่น (Titratable acidity, TA) การทดลองที่ 3	79
35	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณแอนโทไซยานิน(anthocyanin) ของผลองุ่น การทดลองที่ 3	79
36	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนผลต่อช่อขององุ่น การทดลองที่ 3	80
37	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลองุ่น ค่า L* (lightness) การทดลองที่ 3	80
38	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลองุ่น ค่า a (redness)การทดลองที่ 3	80
39	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลองุ่น ค่า b (yellowness)การทดลองที่ 3	81
40	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ขององุ่น 10 วันหลังพ่นสาร	81

ตารางผนวกที่	หน้า
41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ขององุ่น 20 วัน หลังพ่นสาร	81
42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ขององุ่น 30 วันหลังพ่นสาร	82
43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ขององุ่น 40 วันหลังพ่นสาร	82
44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ขององุ่น 50 วันหลังพ่นสาร	82
45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์ 10 วันหลังพ่นสาร	83
46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์ 20 วันหลังพ่นสาร	83
47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์ 30 วันหลังพ่นสาร	83
48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์ 40 วันหลังพ่นสาร	84
49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์ 50 วันหลังพ่นสาร	84
50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ(Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์10 วัน หลังพ่นสาร	84

## ตารางผนวกที่

## หน้า

51	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ 20 วัน หลังพ้นสาร	85
52	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ 30 วัน หลังพ้นสาร	85
53	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ 40 วัน หลังพ้นสาร	85
54	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ 50 วัน หลังพ้นสาร	86

## สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	ลักษณะการแตกยอดพร้อมช่อดอกอ่อน 10 วันหลังตัดแต่ง	62
2	ลักษณะช่ออ่อน อายุ 20 วัน หลังตัดแต่ง	62
3	วิธีการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulators: PGR)	63
4	สภาพทั่วไปของแปลงทดลอง	63
5	ผลอ่อน 70 วันหลังพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulators: PGR)	64

## บทที่ 1

### บทนำ

องุ่นเป็นไม้ผลที่ได้รับความนิยมมากชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยถือว่ามีศักยภาพในการผลิตองุ่นเพื่อทดแทนการนำเข้าได้ (สุรทิน, 2553) ซึ่งจากข้อมูลปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีการนำเข้าองุ่นสด 83,507 ตัน มูลค่า 3,442.67 ล้านบาท และเพิ่มเป็น 127,400 ตันมูลค่า 4,687 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2558 และจากข้อมูลการส่งออกองุ่นสดของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2556 ปริมาณเพียง 251.19 ตัน และมูลค่า 8.15 ล้านบาทเท่านั้น และในปี พ.ศ. 2558 ปริมาณ 701.6 ตัน มูลค่า 19.84 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ซึ่งมีปริมาณและมูลค่าที่น้อยมากเมื่อเทียบกับการนำเข้า แสดงถึงความต้องการบริโภคองุ่นสดในประเทศไทยที่เพิ่มมากขึ้นและการผลิตภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการซึ่งจากข้อมูลการนำเข้าและการส่งออกขององุ่นสดดังกล่าวทำให้ประเทศไทยขาดดุลย์ทางการค้าเป็นอย่างมาก

พันธุ์องุ่นไร้เมล็ดที่ปลูกบนพื้นที่สูงของไทยส่วนใหญ่ผลิตในเขตมูลนิธิโครงการหลวง เช่น องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” (Beauty Seedless) และ “เฟลมซีดเลสส์” (Flame Seedless) เริ่มนำมาปลูกครั้งแรกในเขตของมูลนิธิโครงการหลวง ที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (ชินพันธ์, 2558) เป็นพันธุ์ที่ผู้บริโภคมีความต้องการค่อนข้างสูง แต่ยังมีปริมาณผลผลิตค่อนข้างน้อยและจากการรายงานของฝ่ายตลาดมูลนิธิโครงการหลวง ระหว่างเดือน มกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559 ได้จำหน่ายองุ่นรับประทานสดพันธุ์ไร้เมล็ดดังกล่าว รวม 18.2 ตัน มูลค่า 2,809,436 บาท จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผลผลิตองุ่นมีปริมาณค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุหลักคือพันธุ์องุ่นที่ปลูกอยู่ไม่มีความหลากหลายและการผลิตที่มีการจัดการที่ค่อนข้างยุ่งยากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตองุ่นพันธุ์ไร้เมล็ดซึ่งส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคและผลมีขนาดเล็กไม่ได้คุณภาพ จึงต้องมีการจัดการโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant Growth Regulator: PGR) ในการเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตให้ดีขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงจะทำการศึกษการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตหรือ PGR จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ 4-CPA (4-chlorophenoxyacetic acid), GA<sub>3</sub> (Gibberellins) และ CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea) โดยศึกษาทั้งการใช้สารเพียงชนิดเดียวหรือใช้ร่วมกันกับช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใช้สารเพื่อแก้ไขปัญหา ผลผลิตที่มีขนาดเล็ก และพัฒนาคุณภาพผลผลิตขององุ่นรับประทานสด โดยเฉพาะพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ซึ่งปัจจุบันมีการผลิตค่อนข้างมากทั้งในพื้นที่โครงการหลวง และหลายภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ภาคเหนือ ภาคอีสาน และภาคกลาง ให้ความสนใจในการปลูกองุ่นรับประทานสดกันมากขึ้นในการปลูกองุ่นบริเวณพื้นที่ที่มีสภาพอากาศ และสภาพพื้นที่ที่มีข้อจำกัด เช่น พื้นที่ต่ำ ความชื้น

สูง หรืออุณหภูมิสูงทำให้ต้นองุ่นมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น แต่มักจะมีปัญหาด้านคุณภาพผลผลิต ซึ่งส่งผลทั้งด้านปริมาณและคุณภาพขององุ่นที่ด้อยลง

โดยการทดลองครั้งนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตที่ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง เพื่อพัฒนาการผลิตองุ่นให้ได้ปริมาณและคุณภาพภายใต้ข้อจำกัดดังกล่าว และยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับองุ่นรับประทานสดสายพันธุ์อื่น เช่น “เฟลมซีดเลสส์” “ลูสเพอร์เลทท์” และ “แบล็คโอปอล” เป็นต้น

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาการใช้ที่เหมาะสมของ 4-CPA ต่อปริมาณ และคุณภาพผลผลิตของพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้ 4-CPA ร่วมกับ  $GA_3$  และ CPPU ที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาต่างๆที่เหมาะสมต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต และช่วงเวลาการใช้ที่เหมาะสม ต่อการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ในพื้นที่ราบเขตจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน
2. สามารถนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับองุ่นพันธุ์ต่างๆ โดยใช้เป็นแนวทางสำหรับการถ่ายทอดไปสู่เกษตรกรและประชาชนในระดับที่สามารถนำไปใช้ได้จริง

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาในองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่ปลูกในเขตพื้นราบ (ความสูงประมาณ 300-500 เมตร จากระดับน้ำทะเล) ของ อำเภอสารภี (พิกัด ละติจูด 18.73 ลองจิจูด 99.06 ความสูง 253 เมตร จากระดับน้ำทะเล) อำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่ (ละติจูด 18.80 ลองจิจูด 99.24 ความสูง 503 เมตร จากระดับน้ำทะเล) และ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน (ละติจูด 18.51 ลองจิจูด 99.07 ความสูง 281 เมตร จากระดับน้ำทะเล)
2. ศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต 3 ชนิด ได้แก่ 4-CPA,  $GA_3$  และ CPPU ในระดับความเข้มข้นต่างๆ

3. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการพ่นสาร คือ ช่วง 1 และ 10 วันหลังดอกบาน ซึ่งจะมีผลต่อขนาดและคุณภาพผลผลิต



## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

#### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ทั่วไปขององุ่น

องุ่น (*Vitisvinifera* L.) ชื่อสามัญ Grape ชื่อพฤกษศาสตร์ *Vitisvinifera* L. ชื่อวงศ์ VITACEAE แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ *Vitis* และ *Muscadinia* (Robert, 1976) โดยเฉพาะสกุล *Vitis* เป็นที่รู้จักมีอยู่ประมาณ 60 ชนิด (species) (Michael et al, 1992) ส่วนสกุล *Muscadinia* มีประมาณ 3 ชนิดเท่านั้น องุ่นเป็นไม้ผลเขตหนาวและปรับตัวได้ดีในเขตกึ่งร้อนและเขตร้อน โดยในเขตอากาศหนาวองุ่นมีลักษณะเป็นพืชผลัดใบจะผลัดใบในฤดูใบไม้ร่วง พักตัวในฤดูหนาวและจะแตกตาพร้อมแตกใบและดอกในฤดูใบไม้ผลิ โดยจะเจริญเติบโตไปจนกระทั่งผลแก่ในฤดูร้อนส่วนองุ่นที่นำมาปลูกในเขตร้อนจะมีลักษณะมีใบเขียวตลอดปีไม่มีการพักตัวตามธรรมชาติจึงต้องใช้การตัดแต่ง เพื่อให้ต้นได้พักตัวและแตกตาดอกตาใบได้ แต่อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปคุณภาพขององุ่นในเขตร้อนมักมีคุณภาพด้อยกว่าองุ่นทางแถบเขตหนาว เพราะในเขตหนาวองุ่นจะสุกแก่ในช่วงฤดูร้อนซึ่งความชื้นในอากาศจะต่ำ ทำให้ต้นเติบโตได้ดีมีโรคแมลงรบกวนน้อย การสุกแก่ของผลจะพัฒนาไปอย่างช้าๆ ทำให้การพัฒนาผลด้านคุณภาพรสชาติและลักษณะเฉพาะตัวของผลเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนประกอบต่างๆ ภายในผลสมบูรณ์ส่งผลทำให้คุณภาพของผลดี ส่วนในเขตร้อนความชื้นในอากาศจะสูงตลอดปี ซึ่งเป็นผลทำให้ต้นองุ่นเติบโตได้ดีแต่จะมีโรคและแมลงศัตรูระบาดอย่างรวดเร็วเช่นกัน นอกจากนี้ปริมาณฝนที่ตกชุกมีผลทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากแก่ดอกอาจทำให้ดอกร่วงและทำให้ผลแตกเสียหาย ส่งผลให้คุณภาพของผลองุ่นในเขตร้อนมีคุณภาพต่ำทั้งที่เป็นองุ่นพันธุ์เดียวกันเพราะกระบวนการสุกเป็นไปอย่างรวดเร็วดังนั้นการปลูกองุ่นในปัจจุบันเพื่อให้มีคุณภาพที่ดีนั้นต้องปลูกภายใต้โรงเรือนพลาสติก ซึ่งจะสามารถป้องกัน อากาศ ดอกร่วง และผลแตกในช่วงฤดูฝนและโรคต่างๆ ได้ค่อนข้างดี

#### พันธุ์องุ่นไร้เมล็ด

องุ่นในประเทศไทยมีการปลูกหลากหลายทั้งองุ่นพันธุ์ที่มีเมล็ดและองุ่นพันธุ์ไร้เมล็ดซึ่งมีความนิยมปลูกในภูมิภาคต่างๆ แตกต่างกันไปด้วย ดังนี้

1. พันธุ์“บิวตี้ซีดเลสส์” (Beauty Seedless) หรือ “แบล็คบิวตี้” (Black Beauty) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แคลิฟอร์เนีย K5-59 (California K5-59) เป็นลูกผสมระหว่าง องุ่นพันธุ์ ‘ScolokertekKiralynoje’ และ ‘Black Kishmish’ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vitisvinifera* L. ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ในปี ค.ศ. 1954 โดย ดร.ฮาร์โลด ออโม่ (Harold Olmo) แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกาเป็นองุ่นรับประทานสดติดผลง่าย ผลสีม่วงดำ รูปทรงคล้ายไข่ ซ่อค่อนข้างใหญ่ ผลมีขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางผลประมาณ 1.0-1.5

เซนติเมตรผลคล้ายกับองุ่นพันธุ์ “ทอมสันซีดเลสส์” (Thompson Seedless) เปลือกผลหนา ออกดอกติดผลง่ายรสชาติอร่อยหวานกรอบแต่จะมีรสเผ็ด (ซาลีน: spicy) เล็กน้อยเป็นที่นิยมของผู้บริโภคและมีราคาแพง อายุตั้งแต่ตัดแต่งกิ่งจนถึงเก็บผล 4-5 เดือน ให้ผลผลิต 15-30 กิโลกรัมต่อต้น (ขึ้นอยู่กับระยะห่างของต้น) ปัจจุบันได้ผลิตเป็นพันธุ์การค้า (University California, 2556)

2. พันธุ์ “รูบี้ซีดเลสส์” (Ruby Seedless) ลักษณะผลยาวรี ผลมีสีแดง ช่อใหญ่เปลือกหนาคคล้ายกับพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” รสชาติ หวานกรอบอร่อย อายุตั้งแต่ตัดแต่งจนถึงเก็บผล 5-6 เดือน มีข้อเสีย คืออ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส โรคคราน้ำค้าง และโรคราแป้ง โดยเฉพาะเขตที่มีความชื้นสูงหรือหมอกจัด

3. พันธุ์ “เฟลมซีดเลสส์” (Flame Seedless) ลักษณะผลค่อนข้างกลม ผลมีขนาดปานกลาง สีชมพูเข้มขนาดช่อยาวปานกลางถึงยาว เปลือกบาง เนื้อแน่น มีกลิ่นหอม รสชาติหวาน กรอบ อร่อย

4. พันธุ์ “แบล็คโอปอล” (Black Opal) ใบค่อนข้างกลม ขอบใบหยัก ลักษณะผลกลมรียาวประมาณ 1 นิ้ว ผลเป็นสีชมพูเข้ม เปลือกผลบาง ติดผลตกเป็นพวงแน่นไม่แตกง่าย เนื้อแน่น รสชาติหวาน กรอบ อร่อย

5. พันธุ์ “ลูสเพอร์เลทท์” (Loose Perlette) ลักษณะทรงผลกลมปานกลาง สีเหลืองทอง ผลขนาดเล็กเปลือกบาง ผลแตกง่ายเมื่อโดนฝนมีกลิ่นหอมรสหวาน กรอบ

#### การพัฒนาตาดอกและการออกดอกขององุ่น

การพัฒนาตาดอกขององุ่นเกิดขึ้นหลังจากสิ้นสุดการเจริญเติบโต และโดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบริเวณซอกใบข้อที่ 4 ถึงข้อที่ 12 ของกิ่ง และเป็นตำแหน่งเดียวกันกับส่วนที่จะพัฒนาเป็นมือจับหรือหนวดหากไม่มีการพัฒนาตาดอก ในสภาวะปกติองุ่นจะออกดอกหลังจากเกิดตาดอกประมาณ 8 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและสายพันธุ์ (Ronald, 2008) และจำเป็นต้องได้รับอุณหภูมิในการพัฒนาตาดอกระหว่าง 16-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 3-4 สัปดาห์ก่อนแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและเชิงเคมีเหมือนกับพืชชนิดอื่นๆ การพัฒนาตาดอกเกิดขึ้น 2 กระบวนการ คือกระบวนการแรก จะเริ่มการเกิดตาดอก (Flower bud initiation) เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและสัณฐานวิทยาของพืช กระบวนการที่สอง คือ กระบวนการพัฒนาตาดอก (flower bud differentiation) คือการสร้างส่วนต่างๆ ของดอก โดยองุ่นมีการพัฒนาตาดอกอยู่ 3 ระยะ คือ การเกิดตำแหน่ง ของ Anlagen (flower initiation) แยกออกมาจากปลาย Apices จะเริ่มเมื่อมีใบประมาณ 8-10 ใบ ส่วนของ Anlagen พัฒนาเป็นช่อดอก มือจับหรือยอด โดยขึ้นอยู่กับสัดส่วนของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนินการพัฒนาเป็นตาดอก โดยมีโครงสร้างต่างๆ ของดอกที่สมบูรณ์

นอกจากนี้เนื่องจากองุ่นเป็นไม้ผลเขตหนาวมีการพักตัวของตา (buds dormancy) ทำให้มีความต้องการอุณหภูมิหนาวเย็น (chilling requirement) ที่ 7.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 300-1,000 ชั่วโมงในการทำลายการพักตัวของตา (break dormancy) แต่เนื่องจากสภาพอากาศของประเทศไทยอยู่

ในเขตร้อนชื้นจึงมีอุณหภูมิต่ำและระยะเวลาที่ไม่เพียงพอกับความต้องการในการทำลายการพักตัวของตา  
องุ่น จึงมีการประยุกต์ใช้สาร Hydrogen cyanamide ( $H_2CN_2$ ) ฉีดพ่นทันทีหลังตัดแต่งกิ่ง โดยใช้อัตรา 1-  
3 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทดแทนอุณหภูมิและช่วงเวลาดังกล่าวทำให้อองุ่นมีการแตกตาได้อย่างสม่ำเสมอ (Nick et al,  
1995)

### การติดผลและการพัฒนาผลขององุ่น

การติดผล (fruit set) คือ การเจริญเติบโตของรังไข่หลังการผสมเกสร อับละอองเรณู (pollen sac)  
จะแตกออกและปลดปล่อยละอองเกสรเพศผู้ (pollengrains) เกิดการถ่ายละอองเกสร (pollination) ในดอก  
โดยละอองเกสรเพศผู้ไปสัมผัสกับยอดเกสรเพศเมีย (stigma) โดยเกสรเพศผู้จะสร้างท่อ (pollentube) เข้า  
ไปในก้านชูเกสรเพศเมีย (style) เพื่อผสมกับไข่ (egg) โดยผ่านทางไมโครไพล์ (micropyle) สเปิร์มนิวเคลียส  
(spermnucleus) จะเข้าผสมกับนิวเคลียสของไข่กลายเป็นไซโกต (zygote) ส่วนสเปิร์มอีกตัวจะเข้าผสมกับ  
โพลาร์นิวเคลียส (polar nuclei) กลายเป็นเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ซึ่งจะเป็นแหล่งอาหารของต้นอ่อน  
การผสมระหว่างสเปิร์มกับไข่นี้เรียกว่าการปฏิสนธิ (fertilization) เกิดภายในรังไข่ของดอกโดยกระบวนการ  
ทั้งหมดจะใช้เวลา 2-3 วันหลังการถ่ายละอองเรณู (Ronald, 2008) และ (สมบูรณ์, 2548) หลังการปฏิสนธิ  
ส่วนของรังไข่ก็จะเปลี่ยนสภาพเจริญเติบโตแล้วพัฒนาเป็นส่วนของผล และการพัฒนาของผลจะเกิดขึ้นหลัง  
ดอกบาน และมีการเพิ่มจำนวนเซลล์ของผลในส่วนของเพอริคาร์บ (pericarp cell division) ช่วง 1-20 วัน  
หลังปฏิสนธิหลังจากนี้เซลล์ของผลจะยืดขยายทำให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้นต่อไป (Panagiotis et al. 2012) และ  
(ลิลลี่ และคณะ, 2556)

การพัฒนาของผล (fruit development) เกิดจากกระบวนการแบ่งเซลล์ และการขยายตัวของ  
เซลล์ ซึ่งผลส่วนใหญ่เกิดจากการแบ่งเซลล์ของรังไข่ จะเกิดขึ้นก่อนและหลังการถ่ายละอองเรณูหรือช่วง  
หลังปฏิสนธิเพียงเล็กน้อย ฉะนั้นการเจริญเติบโตจะขึ้นอยู่กับการเพิ่มปริมาณของเซลล์ที่มีอยู่แล้ว เช่น  
มะเขือเทศ การแบ่งเซลล์เกิดขึ้นในรังไข่ และสิ้นสุดก่อนมีการปฏิสนธิ สำหรับการขยายขนาดผล จะขึ้นอยู่กับ  
กับเมล็ดภายในผลซึ่งเป็นแหล่งของฮอร์โมน ทำให้เกิดการขยายขนาดของเซลล์และขนาดของผลด้วย (สม  
บุญ, 2548) การเจริญเติบโตของผลองุ่นเป็นแบบดับเบิลซิกมอยด์ (Double sigmoid growth type) Robert  
(1976) และ สมบูรณ์ (2548) ได้อธิบายการเจริญเติบโตของไม้ผลทั่วไปจะเป็นแบบดับเบิลซิกมอยด์ไว้ดังนี้

การเจริญเติบโตแบบนี้ประกอบด้วยช่วงการเจริญเติบโต 3 ระยะโดยมีระยะที่มีการเจริญเติบโตช้า  
คั่นกลาง ทำให้เกิดเป็นระยะซิกมอยด์ 2 รูป ได้แก่

ระยะที่ 1 เรียกว่า “First phase” เป็นระยะที่องุ่นเริ่มติดผลก่อนการเติบโตเป็นผลจากการแบ่ง  
เซลล์ในรังไข่และส่วนประกอบของรังไข่ ได้แก่ ส่วนผนังชั้นกลางของรังไข่ (mesocarp) ผนังชั้นใน  
(endocarp) และ นิวเคลียส (nucellus) ยกเว้นเอ็มบริโอ (embryo) และ เอนโดสเปิร์ม (endosperm) ซึ่ง  
ช่วงนี้จะมีการเพิ่มจำนวนเซลล์ และขยายเซลล์อย่างรวดเร็ว

ระยะที่ 2 เรียกว่า “Lag phase” เป็นช่วงที่ผนังของรังไข่ (pericarp) หยุดการเจริญเติบโต ส่วนของเอ็มบริโอและเอ็นโดสเปิร์มจะเริ่มมีการเติบโต เกิดการสังเคราะห์ลิแกินที่ผนังชั้นใน (endocarp) ระยะนี้มีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้าแต่ยังไม่ทราบอัตราการเติบโตที่แน่ชัด มีการสะสมน้ำตาล และผลองุ่นจะเริ่มมีการเปลี่ยนสีในองุ่นที่มีสีในช่วงคาบเกี่ยวกับระยะที่ 3 เรียกว่าระยะ veraison

ระยะที่ 3 เรียกว่า “Post-veraison berry ripening” ผลองุ่นจะเริ่มนิ่ม ระหว่างนี้องุ่นจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งมักเป็นผลจากการเพิ่มปริมาณของเซลล์ ทำให้ผลมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วในช่วงใกล้แก่สีผลจะมีการพัฒนาที่เด่นชัดขึ้นมีการสะสมน้ำตาลกลูโคส (glucose) น้ำตาลฟรุกโทส (fructose) แอนโทไซยานิน (anthocyanin) เกิดกลิ่นและรสชาติ (flavor compound) และโดยทั่วไปอัตราการเจริญเติบโตขององุ่นไร้เมล็ด (stenospermocarpic or parthenocarpic) จะช้ากว่าองุ่นที่มีเมล็ดทำให้แสดงถึงลักษณะการเจริญเติบโตแบบดับเบิลซีคมอยด์ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Eric et al, 2012)

### การสุกของผลองุ่น

การสุก (ripening) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและทางสรีรวิทยาของผลองุ่นตลอดทั้งการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลหลังจากผลนั้นเจริญเต็มที่แล้ว (สมบุญ, 2548) ในผลองุ่นการเริ่มสุกของผลเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงที่ผลยังมีการเจริญเติบโตอยู่ คือการสุกเริ่มขึ้นและดำเนินไปอย่างช้าๆตั้งแต่ระยะ “veraison” ซึ่งเป็นระยะที่ผลองุ่นเริ่มมีการขยายขนาดอีกครั้งภายหลังจากที่หยุดไปในขณะที่มีการพัฒนาของเมล็ด (ระยะ Lag phase) (จริงแท้, 2549) ในช่วงนี้จะมีการสะสมน้ำตาล การลดลงของกรด เกิดการนิ่มของผล (softening) เนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์เพคตินเอสยอยเพคตินของผนังเซลล์ เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในขณะที่มีการสร้างแอนโทไซยานินทำให้ผลเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีอื่นๆ ตามชนิดของพันธุ์องุ่น เช่น สีเหลือง สีส้ม สีแดง สีดำ เป็นต้น แอนโทไซยานินส่วนมากสะสมที่บริเวณผนังผลชั้นนอก (exocarp) โดยจะมีการสะสมในระยะเริ่มต้นของระยะ veraison ปริมาณของแอนโทไซยานินขึ้นอยู่กับ พันธุ์ขององุ่น ฤดูกาล รวมถึงวิธีการจัดการ (Susan, 2006) นอกจากนี้ในระหว่างการสุกของผลองุ่นยังเกี่ยวข้องกับสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิด เช่น เอทิลีน (Ethylene) และ แอบซิสสิก แอซิด (Abscisic acid) โดยเฉพาะ แอบซิสสิก แอซิด จะเพิ่มขึ้นในช่วงเริ่มการสุกของผลไม้ประเภท non-climacteric fruits และยังช่วยส่งเสริมการสะสมน้ำตาล และแอนโทไซยานินระหว่างการสุกขององุ่นด้วย (Susan, 2006; จริงแท้, 2549)

### การเกิดอาการฝ่อหรือไร้เมล็ดขององุ่น

องุ่นไร้เมล็ดแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1. Parthenocarpy มีลักษณะละอองเกสรเพศผู้ตกบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma) และงอก pollen tube ลงไปตาม style แต่ไม่มีการปฏิสนธิ จะได้ผลงุ่นที่ไร้เมล็ดเนื่องจาก embryo ไม่สมบูรณ์หลังดอกบานรังไข่ (ovule) จึงไม่มีการพัฒนาเช่นพันธุ์ “แบล็คคอรินธ์” (Black Corinth) เพียงต้องการการผสมเกสร แต่ไม่จำเป็นต้องแทงหลอดเกสรเพศผู้ลงไปที่รังไข่ซึ่งมีผลทำให้ไร้เมล็ดและไม่สามารถสร้าง auxin ผลงุ่นจึงมีขนาดเล็กมาก

2. Stenospermocarpy มีการผสมเกสรและปฏิสนธิ แต่ embryo จะฝ่อไปภายหลังปฏิสนธิ 2-4 สัปดาห์ แต่ยังมีร่องรอยของเมล็ดเล็กและลึบ (seed-traces) เช่น พันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” “มารูซีดเลสส์” และ “เฟลมซีดเลสส์” เป็นต้น (เป็นพันธุ์ส่วนใหญ่ที่ปลูกเป็นการค้าในเมืองไทย) ผลงุ่นจึงมีขนาดเล็กเพราะมีการสร้าง auxin แบบจำกัดซึ่งจำเป็นต้องมีการเพิ่ม auxin และ gibberellins จากภายนอก

3. Empty-seededness มีการผสมเกสรและมีการปฏิสนธิ zygote พัฒนาจนมี seed coat แล้ว เมล็ดก็ฝ่อแห้งไปเหลือ เมล็ดที่ฝ่อ เนื่องจากมีการสร้าง auxin ขึ้นมามากผลงุ่นจึงมีขนาดใหญ่กว่า 2 แบบแรกเกิดขึ้นได้ทั้งโดยยีนและสภาพแวดล้อมเช่น พันธุ์ “บล็อนซ์” (Bronx) เป็นต้น

### สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulators: PGR)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น หรือสารที่สังเคราะห์ขึ้น โดยกรรมวิธีทางเคมี ใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะสามารถกระตุ้นหรือยับยั้ง หรือเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยาของพืชได้ นักสรีรวิทยาให้คำจำกัดความของสารควบคุมการเจริญเติบโต ดังนี้

1. ต้องเป็นสารอินทรีย์ ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) เป็นหลัก แต่ปัจจุบันพบว่า สารอนินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นบางชนิดมีคุณสมบัติในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเช่นเดียวกัน

2. เป็นสารที่แม้ใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย 1 ส่วนในล้านส่วน (ppm) หรืออาจสูงถึง 5,000 ppm ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง เช่น การเจริญเติบโตและการพัฒนาส่วนต่างๆ ของพืชได้

3. สารนั้นไม่ใช่อาหารหรือธาตุอาหารพืช เช่น สารอินทรีย์บางอย่าง ได้แก่ น้ำตาล กรดอะมิโน และไขมันหรือปุ๋ยต่างๆ เช่น โพแทสเซียมไนเตรท และแอมโมเนียมซัลเฟต ซึ่งเป็นสารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สารเหล่านี้เป็นธาตุอาหาร จึงไม่จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (พีเรเดซ, 2529; สมบุญ, 2548)

### การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับองุ่น

สารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีวัตถุประสงค์เพื่อจะช่วยให้ช่อดอกยืดยาวขึ้น ทำให้ช่อโปร่ง พุ่มแรงในการผลิตผลนอกจากนี้ยังช่วยให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้นรสชาติดีขึ้น สีส่นสวยงามและการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดยังช่วยชะลอการสุกของผลองุ่นเพื่อการหลีกเลี่ยงจากสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมและสภาวะที่ผลผลิตมีมากเกินไปความต้องการของผู้บริโภค (Richard, 1996) การพ่นด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตปัจจุบันนิยมใช้กับองุ่นพันธุ์ “ไวท์มาลากา” (White malaga) เพื่อช่วยในการยืดช่อและขยายขนาดผลเพราะพันธุ์ “ไวท์มาลากา” ติดผลปริมาณมากส่วนพันธุ์อื่นๆที่ทดลองปลูกส่วนใหญ่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตช่วยยืดช่อและขยายผลเช่น พันธุ์ “ลูสเพอร์เลทท์” “เฟลมซีดเลสส์” และ “บิวตี้ซีดเลสส์” ซึ่งช่อผลสั้นผลดกเบียดกันมากผลมีขนาดเล็กสารควบคุมการเจริญเติบโตจะช่วยให้ช่อผลยาวโปร่งขึ้นผลมีขนาดใหญ่ขึ้นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ในการยืดช่อผลขยายขนาดของผลที่นิยมใช้ส่วนใหญ่คือสาร “จิบเบอร์เรลลิก แอซิด” ( $GA_3$ ) มีชื่อการค้าแตกต่างกัน เช่น โปรจิบ ฯลฯ การใช้สารนี้ควรทดลองในอัตราความเข้มข้นน้อยก่อนเพื่อป้องกันความเสียหาย เช่น องุ่นพันธุ์ไวท์มาลากาใช้ที่ความเข้มข้น 1-5 ppm ก่อนดอกบานประมาณ 7-10 วัน และหลังดอกบานประมาณ 10 วัน ส่วนพันธุ์ “ลูสเพอร์เลทท์” ใช้ 25-50 ppm จุ่มช่อหลังดอกบาน 10 วัน จะช่วยให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น (พีรเดช, 2529)

ช่วงเวลาใช้สารการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตนิยมใช้ 1-2 ครั้ง คือ ครั้งแรกหลังจากดอกบาน 1-7 วัน (ดอกบานทั้งช่อ) ส่วนครั้งที่ 2 อาจให้หลังจากครั้งแรกประมาณ 7-10 วัน

### คุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้สำหรับการทดลอง

1. 4-CPA (4-chlorophenoxyacetic acid) จัดอยู่ในกลุ่มออกซิน (Auxins) มีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์พบว่า ออกซินช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ในระหว่างการสร้างแวคิวโอ (vacuole) เป็นผลให้ผนังเซลล์ขยายตัวและเซลล์ยืดตัวในขณะที่สารควบคุมการเจริญเติบโตอื่นไม่มีผลเช่นเดียวกับออกซิน (ลิลลี่, 2556; Taiz, 2006) นอกจากนี้ยังกระตุ้นการเกิดรากเร่งการเกิดดอก เปลี่ยนเพศดอก เพิ่มปริมาณการติดผล เพิ่มขนาดของผลป้องกันผลหลุดร่วง และมีบทบาทในการสังเคราะห์ DNA รวมถึงการกระตุ้นการพัฒนาของสี (Zhang and Matthew, 2011) ซึ่ง 4-CPA สามารถทำให้เกิดการเจริญของผลที่ไม่ได้รับการผสม ที่เรียกว่า parthenocarpic fruit ได้หลายชนิด เช่น สตอร์เบอร์รี่ มะเขือเทศ พริก พืชตระกูลแตง และ ส้ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังควบคุมการหลุดร่วงของผล ซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาและปริมาณที่ให้แก่พืช โดยในระยะแรกของการพัฒนาผลทำให้ออกซินเพื่อการติดของผล หลังจากนั้นจะให้เพื่อการขยายขนาดผล เป็นที่น่าสนใจ คือ การมีบทบาทร่วมกันของออกซินและเอทิลีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับความเข้มข้นที่สูง ออกซินมักกระตุ้นการสร้างเอทิลีน (ลิลลี่ และคณะ, 2556)

Robert (1976) รายงานว่าได้มีการใช้สาร 4-CPA ที่ความเข้มข้น 5-15 ppm กับผลงุ่นพันธุ์ “ทอมสันซีดเลสส์” พบว่าสามารถยืดอายุการแก่ของผลและทำให้ผลมีความสม่ำเสมอและการรายงานของ ปิวิน (2504) พบว่าต้นงุ่นที่พ่นด้วย 4-CPA ผลงุ่นมักจะมีขนาดใหญ่กว่าปกติและสุกช้า การใช้สาร 4-CPA ที่ความเข้มข้น 5-15 ppm ช่วยให้อุ่นมีการติดผลดีขึ้น และยังทำให้อุ่นพันธุ์ “ทอมสันซีดเลสส์” มีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้จะทำให้ผลใหญ่ขึ้นแล้ว 4-CPA ยังทำให้ก้านผลใหญ่ขึ้นอีกด้วย เป็นเหตุให้ผลไม่หลุดร่วงง่าย

2. จิบเบอเรลลิน (Gibberellins):GA เป็นสารพวกไดเทอร์พรีนอยด์ (diterpenoid) มีคาร์บอน เป็นองค์ประกอบมีโครงสร้างแบบ entgibberellane skeleton ปัจจุบันพบจิบเบอเรลลินมากกว่า 125 ชนิด จิบเบอเรลลินแต่ละชนิดมีชื่อเรียกโดยมีสัญลักษณ์ของตัวเอง ได้แก่ GA<sub>1</sub>, GA<sub>2</sub>, GA<sub>3</sub>, และ GA<sub>4</sub> ที่นิยม ใช้ในปัจจุบันมี 3 ชนิด คือ GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub> และ GA<sub>7</sub> จิบเบอเรลลิน มีประสิทธิภาพอย่างมากในการแบ่งตัวของ เซลล์และการกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ เช่น กระตุ้นการงอกของเมล็ดและการแตกตา เพิ่มการติดผล เปลี่ยนเพศดอก เร่งการเกิดดอกกระตุ้นการเกิดผลโดยไม่ต้องมีการผสมเกสร ช่วยให้อุ่นติดผล กลายเป็น ผลไร้เมล็ดให้มีขนาดผลใหญ่ขึ้น (Taiz et al, 2006) นอกจากนี้ สมบุญ (2548) และลิลลี่ (2556) รายงาน ว่าการให้จิบเบอเรลลินภายนอกสามารถกระตุ้นให้มีการเพิ่มขนาดและรูปร่างของผลได้ เช่น ในผลงุ่น แอปเปิล และ พืชการใช้ GA<sub>3</sub> ที่ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm กับงุ่นพันธุ์ “มาร์รูซีดเลสส์” (Marroo Seedless) ในระยะหลังดอกบาน 1,2 และ 3 สัปดาห์ ทำให้ขนาดของผลงุ่นเพิ่มขึ้นมากกว่าการที่ไม่ได้รับ สารอย่างมีนัยสำคัญ และการพ่นด้วย GA<sub>3</sub> ความเข้มข้นที่ 25 และ 50 ppm ในระยะหลังดอกบาน 1 ถึง 3 สัปดาห์ ทำให้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid) ต่ำ และเปอร์เซ็นต์กรด (TA) สูงกว่าการ ไม่ได้รับ GA<sub>3</sub> (รัฐพล และคณะ, 2553)

3. CPPU(N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม ไซโตไคนิน (Cytokinin) ที่สังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อประโยชน์ทางการเกษตร มีคุณสมบัติในการส่งเสริม การแบ่งเซลล์ เร่งการขยายตัวของเซลล์ โดยเมื่อใช้ร่วมกับออกซินจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในการกระตุ้น การแบ่งเซลล์และกำหนดทิศทางการแปรสภาพของเซลล์ (Richard, 1996; ลิลลี่, 2556)ชะลอการแก่ของ พืช (Reynolds et al, 1992) โดยไซโตไคนินจะกระตุ้นการสังเคราะห์ RNA และโปรตีนที่ควบคุมการชรา ในพืช และยังชะลอการสลายตัวของ RNA โดยยับยั้งการสังเคราะห์ RNAase และป้องกันการสลายตัวของ คลอโรฟิลล์ ทำให้ส่วนของพืชที่ได้รับไซโตไคนินมีอายุนานขึ้น (ลิลลี่, 2556; Taiz, 2006) ช่วยในการ เคลื่อนย้ายธาตุอาหาร ส่วนของพืชที่มีไซโตไคนินจะสามารถดึงเอาอาหารมาจากส่วนอื่น ๆ มาใช้ในบริเวณที่มี ไซโตไคนินสูงได้ และช่วยให้ใบที่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองสามารถสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ได้นอกจากนี้ยังมีผล ต่อการ ควบคุมการปิดเปิดของปากใบ (สมบุญ, 2548) และชักนำให้เกิด Parthenocarpy ของผลด้วย

### อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ร่วมกันต่อการพัฒนาผลขององุ่น

Zabadal et al. (2006) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของสาร CPPU ต่อการพัฒนาขององุ่นไร้เมล็ดและองุ่นมีเมล็ด โดยใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 0, 5, 10 และ 15 ppm ฟ่นช่วงที่ผลมีขนาดเล็ก โดยทดลองในพันธุ์ “ฮิมรอด” (Himrod) และเก็บข้อมูลหลังจากการฟ่นสาร (16, 30, 44 และ 59 วันหลังฟ่นสาร) พบว่าการใช้ CPPU ทุกความเข้มข้น ทำให้ขนาดของผลองุ่นเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะขนาดผลที่ฟ่นความเข้มข้นที่ 15 ppm มีขนาดเพิ่มขึ้นนอกจากนี้ยังได้ศึกษา ความเข้มข้นและระยะเวลาการใช้สารในพันธุ์ ‘Himrod’ โดยใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 0, 5 และ 10 ppm ฟ่นเมื่อผลองุ่นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4, 5, 7 และ 9 มิลลิเมตร พบว่ามีความแตกต่างในการพัฒนาของผลองุ่น คือ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ทำให้ขนาดและน้ำหนักของผลองุ่นเพิ่มขึ้นนอกจากนี้ Zabadal et al. (2006) ยังได้ทดสอบสาร CPPU ต่อการตอบสนองของพันธุ์องุ่น คือใช้องุ่นพันธุ์ไร้เมล็ดพันธุ์ “วานเนสซา” (Vanessa) และ “เล็คมองท์” (Lakemont) และองุ่นพันธุ์มีเมล็ด เช่น “คอนคอร์ด” (Concord) และ “เนียการา” (Niagara) โดยใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, และ 15 ppm และวัดขนาดของผลที่ 18, 28, 42, และ 56 วันหลังดอกบาน พบว่า มีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดระหว่างองุ่นพันธุ์ไร้เมล็ด ‘Vanessa’ และ ‘Lakemont’ และทดสอบในองุ่นพันธุ์ที่มีเมล็ด เช่นพันธุ์ ‘Concord’ และพันธุ์ ‘Niagara’ คือ การใช้สาร CPPU ความเข้มข้น 10 หรือ 15 ppm ทำให้ขนาดความกว้างของ ผลเพิ่มขึ้น ในพันธุ์ไร้เมล็ดที่ความเข้มข้น 5 ppm มีผลทำให้ความกว้างของผลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และพบการใช้สารกับองุ่นไร้เมล็ดจะใช้ความเข้มข้นที่น้อยกว่าพันธุ์ที่มีเมล็ดอย่างไรก็ตามการฟ่นด้วย CPPU อาจยับยั้งการเกิดสีขององุ่นพันธุ์ไร้เมล็ดพันธุ์ “เฟลมซีดเลสส์” (Flame Seedless) ดังนั้นจึงมีการใช้ CPPU ฉีดพ่นและพ่นตามด้วย ABA อาจจะช่วยเพิ่มขนาดของผล และความแน่นเนื้อขององุ่นไร้เมล็ดพันธุ์ “เฟลมซีดเลสส์” จึงได้ทำการทดลองพ่นด้วยสาร CPPU ในอัตราความเข้มข้น 0 และ 20 ppm เพื่อใช้ในการกระตุ้นการติดผลและการฟ่นด้วยสาร ABA ในอัตราความเข้มข้น 0, 300 และ 600 ppm เพื่อกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงสีของผลองุ่นและการฉีดพ่นสาร CPPU ที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, และ 20 ppm และใช้สาร ABA ในอัตราความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 ppm พบว่าสารทั้งสองช่วยเพิ่มขนาดและน้ำหนักของผล ซึ่งองุ่นที่พ่นด้วยสาร CPPU ผลองุ่นมีความแน่นเนื้อมากกว่าองุ่นที่ไม่ได้พ่นสาร ในขณะที่การพ่นสาร ABA ทำให้ผลมีความแน่นเนื้อลดลงและพบว่า CPPU มีผลทำให้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid) ลดลงและการเกิดสีแดงของผลลดลง แต่การใช้ ABA จะไปเพิ่มการเกิดสีแดงของผลองุ่นได้ ดังนั้นการพ่น CPPU และตามด้วย ABA ช่วยเพิ่มขนาดของผล ความแน่นเนื้อ และกระตุ้นการเกิดสีแดงของผลองุ่นพันธุ์ “เฟลมซีดเลสส์” (Cecilia and Matthew, 2008)

Carujal-Millan et al. (2001) ได้รายงานใน องุ่นไร้เมล็ดพันธุ์ “Flame Seedless” ที่ฉีดพ่นด้วยสาร CPPU ในอัตราความเข้มข้น 0, 2.5 และ 5 ppm ทำให้น้ำหนักผล เส้นผ่าศูนย์กลางผลและน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น ซึ่ง CPPU มีส่วนช่วยในการขยายขนาดของเซลล์ ซึ่งในการทดลองนี้ผลของ CPPU ต่อองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์ “Flame Seedless” มีผลในการส่งเสริมการยึดยาวของเซลล์มากกว่าการแบ่งเซลล์และน้ำหนักของ

ผลสดและแห้งของช่อองุ่น การใช้สาร CPPU ที่ความเข้มข้น 2.5-10 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ความเข้มข้น 50 ppm มีแนวโน้มทำให้ขนาดของผลใหญ่และน้ำหนักของช่อผลมากกว่าการใช้  $GA_3$  ที่ความเข้มข้น 25 ppm ร่วมกับสาร CPPU ในอัตราความเข้มข้น 2.5-10 ppm การใช้สาร  $GA_3$  ในอัตราความเข้มข้น 50 ppm ร่วมกับสาร CPPU ที่ 2.5 ppm นั้นมีผลทำให้น้ำหนักและขนาดของผลสูงที่สุด ส่วนการใช้สาร  $GA_3$  ระดับความเข้มข้น 25 หรือ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ระดับความเข้มข้น 2.5-10 ppm จะทำให้ปริมาณกรดสูงกว่าการไม่ใช้สารในองุ่นรับประทานสดพันธุ์ 'Perlette' (สุรศักดิ์ และคณะ, 2553)

Hiroyuki and Kenji (2002) ได้ศึกษาการพ่น  $GA_3$  ในอัตราความเข้มข้น 25 ppm ร่วมกับ CPPU ในอัตราความเข้มข้น 5 และ 10 ppm ช่วง 3 และ 5 วันหลังดอกบาน ทำให้เพิ่มขนาดผลขององุ่นให้ใหญ่ขึ้น เช่นกันรวมถึงการเพิ่มจำนวนเซลล์และความกว้างของผล มีการส่งเสริมด้านความแน่นเนื้อของผล เมื่อได้รับการพ่นสาร CPPU ร่วมกับ Putrescine,  $GA_3$ , SA (Salicylic acid) และ  $CaCl_2$  (Calcium chloride) และสารเหล่านี้ยังเพิ่มความแน่นเนื้อของผล และลดเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของผลหลังจากเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติ เป็นระยะเวลา 7 วัน หลังเก็บเกี่ยวในองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์ "Thompson Seedless" (Marzouk and Kassem, 2011)

Ben-Arie et al. (1997) ได้พ่นสาร  $GA_3$  ในอัตราความเข้มข้น 25 ppm ร่วมกับ CPPU ในอัตราความเข้มข้น 5, 7.5 และ 10 ppm พ่นช่วงติดผลในพันธุ์ "Perlette" "Superior" และ "Thompson Seedless" พบว่า การพ่น  $GA_3$  เพียงอย่างเดียวและพ่นร่วมกับ CPPU ที่ความเข้มข้น 10 ppm ทำให้ขนาดผลใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ Nampila et al. (2010) ได้รายงานว่าการใช้  $GA_3$  ที่ความเข้มข้น 12.5 ppm หรือใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 10 ppm หลังดอกบาน 12 วัน ตามด้วย  $GA_3$  ที่ความเข้มข้น 25 ppm พ่น 25 วันหลังดอกบาน ทำให้น้ำหนัก ความยาวและความกว้างของผลเพิ่มขึ้น 75 เปอร์เซ็นต์ ในการใช้  $GA_3$  และ CPPU เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกันทำให้น้ำหนักผลมากกว่า Control ในองุ่นมีเมล็ดพันธุ์ "Kyoho" และ "Honey Red" โดยให้ผลเหมือนกันในองุ่นไร้เมล็ดพันธุ์ "Himrod" ส่วนการใช้สาร  $GA_3$  ที่ความเข้มข้น 100 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ความเข้มข้น 10 ppm หลังดอกบาน 12 วัน ตามด้วย  $GA_3$  ความเข้มข้นที่ 25 ppm 25 วันหลังดอกบาน มีการตอบสนองสูงที่สุดในด้านน้ำหนักผลเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 100 เปอร์เซ็นต์ในองุ่นรับประทานสดพันธุ์ "Beauty Seedless" และให้ผลใกล้เคียงกันในการทดลอง ในองุ่นรับประทานสดพันธุ์ "Flame Seedless" และการใช้  $GA_3$  และ CPPU สามารถเพิ่มน้ำหนักของผลในพันธุ์องุ่นทั้งหมดที่ทดสอบนี้ อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำตาลและกรดอาจลดลงและมีผลทำให้อองุ่นสุกแก่ช้าลงด้วยนอกจากนี้การใช้  $GA_3$  ที่ความเข้มข้น 25 ppm ร่วมกับ CPPU ความเข้มข้นที่ 10 ppm ในองุ่นพันธุ์ "Beauty Seedless" และ "Flame Seedless" โดยพ่น 2 ครั้ง คือ 1 วัน และ 10 วันหลังดอกบาน ทำให้อองุ่นมีน้ำหนักช่อเพิ่มขึ้น และการขยายขนาดของผลองุ่นใหญ่กว่าการพ่นสารเพียง 1 ชนิดและ 1 ครั้ง (ชินพันธ์ และคณะ, 2555)

### อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ร่วมกันต่อการพัฒนาผลของพืชชนิดอื่น

Ercan et al. (1996) ได้ศึกษาวิธีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการติดผลและคุณภาพใน pepino (*Solanum muricatum* Ait.) โดยใช้ 4-CPA ที่ความเข้มข้น 15 และ 30 ppm  $\beta$ NOA ( $\beta$ -naphthoxy acetic acid) ที่ความเข้มข้น 20 และ 40 ppm และใช้ GA<sub>3</sub> ความเข้มข้นที่ 25 และ 50 ppm พบว่า การใช้ 4-CPA ที่ความเข้มข้น 15 และ 30 ppm มีผลทำให้น้ำหนักผลเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การติดผลของ pepino สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารชนิดอื่น

Zhang et al. (2011) ได้ศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการปรับปรุงคุณภาพของผลเชอร์รี่ พบว่า การใช้สาร 4-CPA ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีแนวโน้มทำให้ความหวานและสีของผลเชอร์รี่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารชนิดอื่น ได้แก่ GA<sub>3</sub>, CPPU, Topolin, TDZ (Thidiazuron) และ BA (benzyladenine) ในแต่ละความเข้มข้น

Hayata et al. (2000) พบว่า การใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 ppm จะไปเพิ่มการติดผลของ มัสเมลอน (muskmelon) ได้ถึง 97 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และการใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 1.5 และ 10 ppm ทำให้ลดจำนวนของเมล็ดของ Muskmelon คือ 327 (58.8%), 292 (51.7%) และ 159 (29.4%) ตามลำดับและการใช้ CPPU ในผลที่ไม่ได้รับการผสมจะไปชักนำให้เกิดผลแบบ parthenocarp ของผลมัสเมลอน และผลที่ไม่ได้รับการผสมจะไม่พัฒนาเมื่อไม่ได้รับสาร CPPU ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลจะมีปริมาณลดลงเมื่อได้รับสารที่ 5 และ 10 ppm ในแอปเปิลพันธุ์ "McIntosh" การใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 4-6 ppm ช่วงที่มีขนาดผล 6-16 มิลลิเมตร จะช่วยเพิ่มขนาดผลและความสม่ำเสมอของผลได้ (Greene, 2001) นอกจากนี้ยังมีรายงาน การใช้ CPPU กับ Hardy Kiwifruit พันธุ์ "Mitsuko" พบว่า การใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 5-10 ppm ช่วง 10 วัน หลังกลีบดอกร่วงทำให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แต่จะทำให้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดรวม ลดลงและชักนำให้เกิดอาการผิดปกติภายนอกของผล Kiwifruit คือ มีโหนกยื่นออกมาบริเวณปลายของผล (Kim et al, 2006)

Huitron et al. (2007) ได้ทำการทดลองการใช้สาร 2,4-D และ CPPU ในการผลิต Watermelon Triplod ให้ได้คุณภาพโดยใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 50, 100, 150 และ 200 ppm พบว่า CPPU มีผลทำให้จำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้น 32-83 เปอร์เซ็นต์ และพบความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับความเข้มข้นของ CPPU การใช้ CPPU จะมีของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าการใช้ 2,4-D แต่อย่างไรก็ตามการใช้ สารทั้ง 2 ชนิดให้ผลในด้านปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็นที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้มีรายงานพบว่าการใช้ CPPU มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มขนาดผล และน้ำหนักผลของบลูเบอร์รี่ แต่มีผลเล็กน้อยในการชะลอการสุกแก่ของผล และพบความเสียหายจากการพ่นสารในบางกรณี ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ อัตราการใช้ ปริมาณที่พ่น และการใช้สารแบบเปียกทั้งใบ (Williamson and Scoott, 2007) นอกจากนี้ยังมีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาอิทธิพลของการเจริญเติบโต และคุณภาพผลผลิตกีวีฟรุตโดยการจุ่มด้วย CPPU จำนวน 1 ครั้ง ที่ความ

เข้มข้น 0, 2.5 และ 5 ppm แก่ผลอ่อนของกีวีฟรุตพันธุ์ 'JR' และพันธุ์ "Yamagata" ในระยะ 16 หรือ 26 วันหลังดอกบาน พบว่าหลังจากการใช้สารเป็นเวลา 7 สัปดาห์ ผลกีวีฟรุตพันธุ์ 'JR' และ "Yamata" ที่ใช้ CPPU ความเข้มข้นที่ 5 ppm มีขนาดใหญ่ที่สุดระยะเวลาการใช้สารทั้งสองช่วงไม่มีความแตกต่างกัน ในผลกีวีฟรุต ทั้งสองพันธุ์ (ปรีชมน และคณะ, 2549) และการพ่น CPPU มีผลทำให้การเกิดสีของปลายผลกลับซ้าลง ในช่วงการแก่ของผล เมื่อพ่น CPPU ในความเข้มข้นที่สูงขึ้นมีผลทำให้เพิ่มจำนวนเซลล์บริเวณปลายผลที่มีสีเขียว ในผลพันธุ์ "Mataumoto-Wase-Fuyu" และการใช้ CPPU ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 ppm ที่ 11 วันหลังดอกบานหลังดอกบาน สามารถเพิ่มการติดผลของผลพันธุ์ดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบกับ Control (Sugiyama and Yamaki, 1995) Hamada et al. (2008) ได้รายงานผลการทดลองว่าการใช้ CPPU ต่อการพัฒนาของผลพันธุ์ญี่ปุ่นพันธุ์ "Hiratanenashi" โดยใช้ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 10 วันหลังดอกบาน พบว่า การพัฒนาของผลจะใช้เวลานานและทำให้ขนาดของผลโตขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ Control และยังพบว่า การใช้ CPPU และการรดกึ่งมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ Parenchyma ที่ยืดยาวและการใช้ CPPU อย่างเดียวช่วยยืดเวลาการขยายตัวของเซลล์และชักนำอัตราการขยายตัวของเซลล์ในผลของผลพันธุ์ญี่ปุ่นพันธุ์ "Hiratanenashi" ได้

### บทที่ 3 วิธีการวิจัย

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

ใช้ต้นอ่อนพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” อายุประมาณ 2 ปี ระยะปลูก 4x6 เมตร จัดทรงต้นแบบ H-shape และเลี้ยงกิ่งแบบก้างปลา (ภาพที่ 1) การศึกษาวิจัยใช้พื้นที่สวนอ่อน พรพนา อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน สวนอ่อนเกษตรกร อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ และสวนอ่อนส่องดาว อำเภอแม่ฮอน จังหวัดเชียงใหม่ ห้องปฏิบัติการไม้ผล สาขาไม้ผล และห้องปฏิบัติการพืชศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ แบ่งการศึกษาเป็น 3 การทดลอง ดังต่อไปนี้

#### 1. การทดลองที่ 1 ผลของความเข้มข้นและช่วงเวลาการให้สารละลาย 4-CPA ต่อคุณภาพผลอ่อนพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”

##### 1.1. วิธีการทดลอง

การทดลองใช้แบบ (Factorial in CRD (4x2+1) มี 9 สิ่งทดลอง (treatment combination) จำนวน 6 ซ้ำ (กำหนดให้ซ่ออ่อน 1 ซ่อเป็น 1 ซ้ำ) หลังจากการตัดแต่งและอ่อนเกิดช่อดอกโดยสุ่มเลือกซ่ออ่อนพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ที่มีความสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน จำนวน 54 ซ่อ โดยจะมี 54 หน่วยทดลอง มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ พ่นสาร 4-CPA (ระดับความเข้มข้นที่ 10, 50, 100, และ 200 ppm) และปัจจัยที่ 2 คือ ช่วงเวลาในการพ่น (1 วันหลังดอกบานหรือ 10 วันหลังดอกบาน) โดย หลังดอกอ่อนบาน 10 ถึง 15 วัน (ภาพที่ 3) จะทำการตัดแต่งผลโดยไว้จำนวนผล 60 ถึง 80 ผลต่อซ่อ โดยแบ่งเป็นสิ่งทดลองต่างๆ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 พ่นน้ำเปล่า (Control)

สิ่งทดลองที่ 2 พ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ 10 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 3 พ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 4 พ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 5 พ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 6 พ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ 100 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 7 พ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ 100 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 8 พ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 9 พ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน

## 1.2 การเก็บข้อมูล

บันทึกข้อมูลประมาณ 70 วันหลังพ่นสาร (ภาพที่ 4) โดยเก็บข้อมูลด้านปริมาณและคุณภาพขององุ่นดังนี้

### 1.2.1 ด้านปริมาณ

วัดขนาดช่อผล (เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวช่อผล) น้ำหนักช่อผล จำนวนผลต่อช่อ ขนาดผล โดยใช้องุ่น 10 ผลต่อช่อหรือซ้ำ เก็บข้อมูลด้าน เส้นผ่าศูนย์กลาง ความยาวผล น้ำหนักผล โดยใช้เครื่องแบบซิงดิติคอลในการชั่งน้ำหนักช่อ และใช้เวอร์เนีย คาลิเปอร์แบบดิติคอลในการวัดขนาดผลและช่อองุ่น

### 1.2.2 ด้านคุณภาพ

- วัดสีของผลโดยการสุ่มสิ่งทดลองละ 3 ผล ด้วยเครื่อง Chroma meter (Minolta Chroma Meter CR-14, Minolta Co., Ltd., Ramsey, NJ) โดยทำการบันทึก 3 ค่า ได้แก่ ค่า L\*คือ ระดับความสว่าง (+) ถึงระดับความมืดและคล้ำ (-) ค่า a แสดงถึงระดับสีเขียว (-) ถึงระดับสีแดง (+) ซึ่งค่า b จะแสดงถึงระดับสีน้ำเงิน (-) จนถึงสีเหลือง (+)
- วัดปริมาณน้ำตาลในผล (TSS; total soluble solids) จากน้ำคั้น โดยการสุ่มจากช่อของแต่ละสิ่งทดลองด้วยเครื่อง Digital Refractometer
- เพอร์เซ็นต์กรดรวม (TA; Titratable acidity) นำองุ่นจากช่อที่สุ่มมาคั้นน้ำให้ได้ปริมาณ 10 มิลลิลิตรของแต่ละสิ่งทดลอง เติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปไตเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N (Zoecklein et al., 1999) อ่านค่าแล้วหาเปอร์เซ็นต์กรดรวม ตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดรวม} = \frac{(N \text{ NaOH}) (\text{ml NaOH}) (\text{meq.wt.trtaric acid}) \times 100}{\text{ปริมาณน้ำคั้นที่ใช้}}$$

โดยที่ N NaOH = normality ของสารละลายต่าง

ml NaOH = ปริมาณของสารละลายต่างที่ใช้ในการไตเตรทเป็นมิลลิลิตร

meq.wt.trtaric acid = 0.075

- ปริมาณแอนโทไซยานิน (anthocyanin) มีขั้นตอนดังนี้ คือ สุ่มผลองุ่นแต่ละสิ่งทดลอง จากนั้นใช้มีดผ่าตัดผ่าครึ่งผล แล้วลอกเอาเฉพาะบริเวณเปลือกผลใช้กรรไกรแต่งเปลือกผลให้เหลือ ขนาดประมาณ 10×10 มิลลิเมตร น้ำหนัก 0.2 กรัม แล้วใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย ethanolic ซึ่งประกอบด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1% 10 มิลลิลิตร (สุรรัตน์ และพูนพิสมัย, 2545) ปิดหลอดทดลองด้วย อะลูมิเนียมฟอยล์ เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24

ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำเปลือกองุ่นออกจากสารละลาย แล้วนำสารละลายที่สกัดได้ ปรับปริมาตรสารสกัดให้ครบ 20 มิลลิลิตร ด้วยสารละลาย ethanol แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร โดยใช้สารละลาย ethanolic เป็นตัวเปรียบเทียบ จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่อ่านได้ไปคำนวณเพื่อหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามสมการของ Ranganna (1977) ดังนี้

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานิน} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ } 535 \text{ nm} \times \text{final volume} \times 100}{\text{weight of sample } 98.2}$$

## 2. การทดลองที่ 2 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต และระยะเวลาการพ่นต่อปริมาณและคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ชิตเลสส์”

### 2.1 วิธีการทดลอง

การทดลองใช้แบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) มี 8 สิ่งทดลอง (treatment) จำนวน 5 ซ้ำ (กำหนดให้ช่อดอกองุ่น 1 ช่อ เป็น 1 ซ้ำ) โดยการสุ่มเลือกช่อดอกองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ชิตเลสส์” ที่มีความสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน จำนวน 40 ช่อ และพ่นสาร 4-CPA ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 1 (50 ppm) เปรียบเทียบกับการพ่นสาร GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm, CPPU ที่ 10 ppm, GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm + CPPU 10 ppm, GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm + 4-CPA (50 ppm), CPPU ที่ 10 ppm + 4-CPA (50 ppm) และ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm + CPPU 10 ppm + 4-CPA (50 ppm) หลังดอกองุ่นบาน 10-15 วัน จะทำการตัดแต่งผลโดยไฝผล 60-80 ผลต่อช่อ โดยแบ่งเป็นสิ่งทดลองต่างๆ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 พ่นน้ำเปล่า (Control)

สิ่งทดลองที่ 2 พ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ (50 ppm) และช่วงเวลา (10 วัน) หลังดอกบาน (จากการทดลองที่ 1)

สิ่งทดลองที่ 3 พ่นด้วยสาร GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm (10 วัน) หลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 4 พ่นด้วยสาร CPPU ที่ 10 ppm (10 วัน) หลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 5 พ่นด้วยสาร GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm + CPPU ที่ 10 ppm (10 วัน) หลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 6 พ่นด้วยสาร GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm + 4-CPA (50 ppm) (10 วัน) หลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 7 พ่นด้วยสาร CPPU ที่ 10 ppm + 4-CPA (50 ppm) (10 วัน) หลังดอกบาน

สิ่งทดลองที่ 8 พ่นด้วยสาร GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm + CPPU ที่ 10 ppm + 4-CPA (50 ppm) (10 วัน)

หลังดอกบาน

## 2.2 การเก็บข้อมูล

บันทึกข้อมูลประมาณ 70 วัน หลังพ่นสาร (ช่วงอายุเก็บเกี่ยว) โดยเก็บข้อมูลด้านปริมาณและคุณภาพขององุ่นดังนี้ ด้านคุณภาพ ได้แก่ ขนาดช่อ (เส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวช่อ) น้ำหนักช่อ จำนวนผลต่อช่อ ขนาดผล (ความกว้าง และความยาวผล) น้ำหนักผล และด้านคุณภาพใช้องุ่น 10 ผลต่อช่อหรือซ้ำ คือ สีของผล ปริมาณน้ำตาลในผล (TSS; total soluble solids) เเปอร์เซ็นต์กรดรวม (TA; Titratable acidity) และปริมาณ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) วิธีการเหมือนการทดลองที่ 1

## 3. การทดลองที่ 3 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซิด เลสลีย์”

### 3.1 วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 10 ซ้ำ และประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง ซึ่งประกอบด้วยการใช้สาร ส่วนอีก 3 สิ่งทดลอง จะทำการศึกษาโดยใช้ สิ่งทดลองที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 จำนวน 3 สิ่งทดลอง มาทดลองซ้ำในฤดูกาลที่ 2 ของการทดลองนี้ เพื่อยืนยันผลการทดลองเปรียบเทียบกับ Control

### 3.2 การเก็บข้อมูล

บันทึกข้อมูลทุก 10 วันหลังพ่นสาร โดยวัดขนาดผล (เส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวผล) น้ำหนักผลจนถึงช่วงเก็บเกี่ยว (ใช้ 3 ช่อ หรือซ้ำโดยสุ่ม 3 ผล ในแต่ละช่อหรือซ้ำของแต่ละสิ่งทดลอง) จากนั้นนำผลองุ่นที่ได้จากการสุ่มเก็บข้อมูลดังกล่าวแต่ละสิ่งทดลองมาทำการตัดชิ้นส่วนตามขวางและทำการสไลด์เนื้อเยื่อภายใต้เครื่อง Rotary Microtome แล้วนำไปส่องภายใต้กล้อง Compound Microscope with Photographic เพื่อทำการศึกษขนาดและจำนวนเซลล์ผลองุ่นและประมาณ 70 วัน หลังพ่นสาร (หลังเก็บเกี่ยว) โดยเก็บข้อมูลด้านปริมาณและคุณภาพ ขององุ่นดังนี้ ขนาดช่อผล(เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวช่อผล) น้ำหนักช่อผล จำนวนผลต่อช่อ ขนาดผล (เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวผล) น้ำหนักผล(ใช้องุ่น 10 ผลต่อช่อหรือซ้ำ) และด้านคุณภาพ คือ สีของผล ปริมาณน้ำตาลในผล (TSS; total soluble solids) เเปอร์เซ็นต์กรดรวม (TA; Titratable acidity) และปริมาณ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) วิธีการเหมือนการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2

#### 4. การเตรียมตัวอย่างและสไลด์ชิ้นส่วนผลองุ่น

- 4.1 ทำการเปิดเครื่องตัดชิ้นส่วนพืช (Rotary microtome) ที่ตั้งไว้จนกว่าอุณหภูมิในเครื่อง ประมาณ -17 องศาเซลเซียส ปรับระดับเครื่อง โดยให้ตัดชิ้นส่วนมีความหนา (Section Thickness) ที่ 18 ไมโครเมตร
- 4.2 ล้างทำความสะอาดตัวอย่างผลองุ่นจากนั้นผึ่งลมให้แห้ง
- 4.3 นำผลองุ่นผ่าตามขวางด้วยมีดผ่าตัดโดยใช้ชิ้นส่วนบริเวณกลางผล หนาประมาณ 3.5-4 มิลลิเมตร
- 4.4 ตัดแบ่งชิ้นส่วนที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ให้ได้ขนาดกว้าง 6-7 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตร หนา 3.5-4 มิลลิเมตร
- 4.5 นำชิ้นส่วนตัวอย่างผลองุ่นที่ได้ วางบนฐานสำหรับวางชิ้นส่วนพืช
- 4.6 หยดสาร Frozen section compound (FSC 22) ลงบนตัวอย่างพืชโดยให้ท่วมตัวอย่าง
- 4.7 นำตัวอย่างที่ได้วางในเครื่องตัดชิ้นส่วนพืช ที่ตั้งไว้ให้ตัวอย่างแข็งตัว (freezing) ประมาณ 15-20 นาที
- 4.8 นำตัวอย่างพืชที่ได้ทำการตัดชิ้นส่วนโดยเครื่อง ตัดชิ้นส่วนพืช
- 4.9 นำชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดวางบนแผ่นสไลด์แล้วนำไปส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ Compound Microscope with Photographic เพื่อนับจำนวนเซลล์ รวมถึงขนาดความกว้างและความยาวของเซลล์
- 4.10 นับจำนวนเซลล์และวัดขนาดเซลล์โดยใช้โปรแกรม Image J เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรม SAS 9.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี DMRT (Duncan New multiple Range Test)



ภาพที่ 1 ลักษณะการจัดทรงต้นแบบตัว H (H-shape) และการเลี้ยงกิ่งแบบก้ำปลาขององุ่น



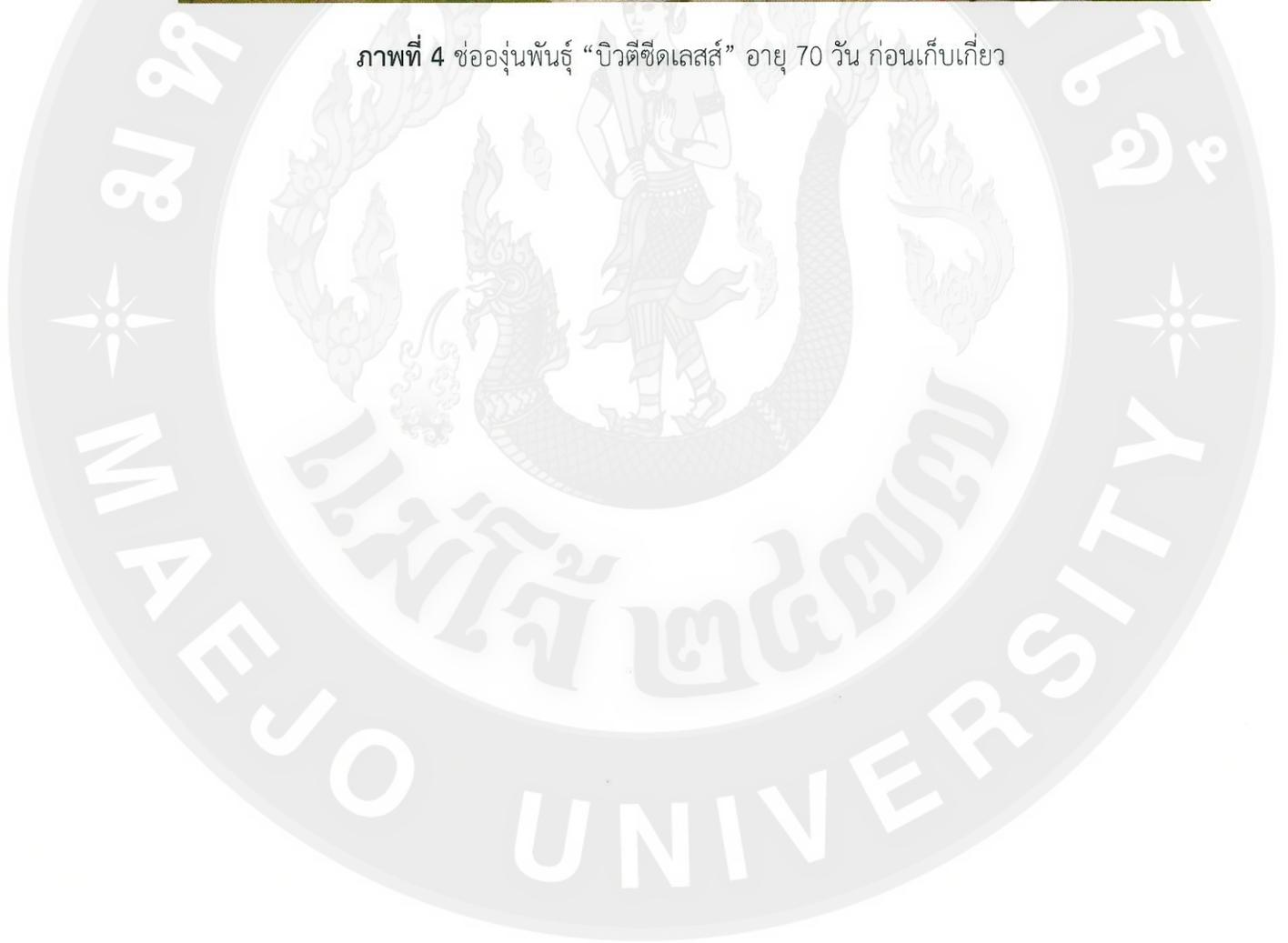
ภาพที่ 2 ช่อองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” 1 วัน หลังดอกบาน



ภาพที่ 3 ช่อองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” 10-15 วัน หลังดอกบาน



ภาพที่ 4 ซ่ออุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” อายุ 70 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว



## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

#### ผลการทดลอง

#### 1. ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นและช่วงเวลาการให้สารละลาย 4-CPA ต่อปริมาณและคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”

ผลของ 4-CPA ที่ระดับความเข้มข้นที่ 10, 50, 100 และ 200 ppm ร่วมกับช่วงเวลาในการพ่น 1 และ 10 วัน หลังดอกบาน ต่อปริมาณและคุณภาพของพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

##### 1.1 น้ำหนักของช่อผลองุ่น

การทดลองการพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ที่มีผลต่อน้ำหนักของช่อองุ่น พบว่า การพ่นด้วย 4-CPA ที่ 10 ppm มีผลทำให้ช่อองุ่นมีน้ำหนักช่อผลสูงที่สุด คือ 126.25 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วย 4-CPA ที่ 50 และ 100 ppm มีน้ำหนักช่อผลองุ่นเท่ากับ 119.83 และ 112.96 กรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm ซึ่งมีน้ำหนักช่อผลต่ำที่สุดคือ 86.87 กรัม (ตารางที่ 1) ส่วนการพ่น 4-CPA ในเวลาที่ต่างกัน คือ พ่นที่ 1 วัน และ 10 วัน หลังดอกบาน (DAFB) พบว่าการพ่น 4-CPA ช่วง 10 วันหลังดอกบานทำให้ช่อองุ่นมีน้ำหนักช่อผลสูงที่สุด คือ 153.02 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการพ่น 4-CPA 1 วัน หลังดอกบาน มีน้ำหนักช่อ คือ 69.02 กรัม และพบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างการใช้ 4-CPA ร่วมกับระยะเวลาในการพ่น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลอง พบว่าการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบานทำให้ช่อองุ่นมีน้ำหนักช่อสูงที่สุด คือ 158.61 กรัม (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 1) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 100 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการพ่น 4-CPA ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบานพบว่าช่อผลองุ่นมีน้ำหนักเท่ากับ 156.36 และ 144.63 กรัม ตามลำดับ รองลงมา คือ การพ่น 4-CPA ที่ 10 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน การไม่ใช้สารและการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักช่อผลองุ่นเท่ากับ 144.63, 133.71 และ 125.50 กรัม ตามลำดับ ส่วนการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 1 วัน หลังดอกบาน องุ่นมีน้ำหนักช่อต่ำที่สุดคือ 48.23 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 10 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน คือ 69.55 กรัม

##### 1.2 ความกว้างช่อผลองุ่น

เมื่อพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ที่มีผลต่อความกว้างช่อผลองุ่น พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 10 ppm มีผลทำให้ช่อองุ่นมีความกว้างช่อผลองุ่นมากที่สุด คือ 9.07 เซนติเมตร ซึ่ง

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 50, 100 และ 200 ppm คือ 8.78, 8.73 และ 7.69 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนการพ่น 4-CPA ในช่วงเวลาต่างกัน คือ ช่วง 1 วันและ 10 วันหลังดอกบาน พบว่า การพ่นสารช่วง 10 วัน หลังดอกบาน ทำให้ช่ออ่อนมีความกว้างมากที่สุด คือ 9.57 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นสารที่ 1 วันหลังดอกบาน คือช่อผลอ่อนมีความกว้างเพียง 7.57 เซนติเมตร โดยพบว่าความเข้มข้นและช่วงเวลาในการพ่นไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลองพบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ช่อผลอ่อนมีความกว้างมากที่สุด คือ 10.03 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน คือ 6.61 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองอื่นๆ (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 2)

### 1.3 ความยาวช่อผลอ่อน

ในการทดสอบการพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ที่มีผลต่อความยาวช่อผลอ่อน พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ทำให้ช่อผลอ่อนมีความยาวมากที่สุดคือ 14.46 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 10, 100 และ 200 ppm คือ 14.03, 14.29 และ 12.90 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนการพ่นสาร 4-CPA ในเวลาที่ต่างกัน คือ ช่วง 1 วัน และ 10 วันหลังดอกบาน พบว่า การพ่น 4-CPA ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ช่ออ่อนมีความยาวช่อมากที่สุด คือ 14.37 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น ช่วง 1 วันหลังดอกบาน คือ 13.48 เซนติเมตร และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างการใช้ 4-CPA ต่างความเข้มข้นและระยะเวลาของการพ่น

### 1.4 น้ำหนักผลอ่อน

จากการทดลองพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ต่อการเพิ่มน้ำหนักผลอ่อน พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 10 ppm มีผลทำให้ช่ออ่อนมีน้ำหนักผลมากที่สุด คือ 2.16 กรัม (ตารางที่ 1) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การพ่น 4-CPA ที่ 50 (1.71 กรัม), 100 (1.67 กรัม) และ 200 ppm (1.73 กรัม) ตามลำดับ ส่วนการพ่น 4-CPA ในระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่า การพ่น ช่วง 10 วันหลังดอกบาน ทำให้ช่ออ่อนมีน้ำหนักผลมากที่สุด คือ 2.39 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นช่วง 1 วันหลังดอกบาน คือ 1.56 กรัม (ตารางที่ 1) และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างการพ่น 4-CPA ร่วมกับระยะเวลาการพ่นสาร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลอง พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm 10 วันหลังดอกบาน ทำให้ช่ออ่อนมีน้ำหนักผลมากที่สุด (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 4) คือ 2.48 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ control และการพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้นและช่วงเวลาอื่น แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน และการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักผลอ่อนเท่ากับ 0.95 และ 0.97 กรัม ตามลำดับ

### 1.6 เส้นผ่าศูนย์กลางผลองุ่น

จากการทดลองพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ที่มีผลต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของผลองุ่น พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 10 ppm มีผลทำให้ผลองุ่นมีเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมากที่สุด คือ 1.52 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับความเข้มข้นที่ 50, 100 และ 200 ppm (1.38, 1.39 และ 1.32 เซนติเมตร) ตามลำดับ ส่วนการพ่น 4-CPA ในช่วงเวลาที่ต่างกัน คือ ช่วง 1 และ 10 วัน หลังดอกบาน พบว่าการพ่น 4-CPA ช่วง 10 วันหลังดอกบานมีผลทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางผลมากที่สุด คือ 1.56 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นสาร ช่วง 1 วันหลังดอกบาน คือ 1.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) และพบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสารละลาย 4-CPA ที่มีความเข้มข้น ต่างกันกับระยะเวลาการพ่นสาร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลองพบว่าการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลองุ่นมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดคือ 1.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 5) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับไม่ใช้สาร และการพ่น 4-CPA ที่มีความเข้มข้นและ ช่วงเวลาอื่นๆ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 1 วัน หลังดอกบาน 4-CPA ที่ 100 ppm ช่วง 1 และ 10 วันหลังดอกบาน และการใช้ 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน (1.17, 1.22, 1.56 และ 1.15 เซนติเมตร) ตามลำดับ

### 1.7 ความยาวผลองุ่น

จากข้อมูลการทดสอบ 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ที่มีผลต่อความยาวของผลองุ่น พบว่า 4-CPA ที่ 10 ppm มีผลทำให้องุ่นมีความยาวผลมากที่สุดคือ 1.61 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับความเข้มข้น 50, 100 และ 200 ppm (1.46, 1.49 และ 1.38 เซนติเมตร) ตามลำดับ ส่วนการพ่น 4-CPA ช่วง 1 และ 10 วันหลังดอกบาน พบว่าการพ่น 4-CPA ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีความยาวผลมากที่สุดคือ 1.64 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นช่วง 1 วันหลังดอกบาน คือ 1.32 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) และพบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างการพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้นต่างกันกับระยะเวลาการใช้สาร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลอง พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีความยาวผลมากที่สุด คือ 1.69 เซนติเมตร (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 6) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ใช้สารและการพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้นในแต่ละช่วงเวลา แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 100 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน และที่ 100 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน โดยมีความยาวเท่ากับ 1.29, 1.68 และ 1.21 เซนติเมตร ตามลำดับ

### 1.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

จากการทดลองพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลองุ่น พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 100ppmทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผล สูงที่สุด คือ 18.16 องศาบริกซ์ ( $^{\circ}$ Brix) (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ 4-CPA ที่ 50 ppm คือ 17.72  $^{\circ}$ Brix แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 10 และ 200 ppm คือ 15.83 และ 16.35  $^{\circ}$ Brix ตามลำดับ ส่วนการพ่น 4-CPA ในเวลาที่ต่างกัน พบว่าการพ่น 4-CPA ช่วง 1 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด คือ 19.40  $^{\circ}$ Brix ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น ช่วง 10 วันหลังดอกบาน คือ 4.63  $^{\circ}$ Brix (ตารางที่ 1) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างความเข้มข้นที่ต่างกันและระยะเวลาการใช้และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลอง พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 50 และ 100 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด คือ 20.21  $^{\circ}$ Brix ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สาร และการใช้ 4-CPA ที่ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน(ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 7)

### 1.9 เพอร์เซ็นต์กรดรวม (TA)

การทดลองพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ต่อเปอร์เซ็นต์กรดรวม พบว่าการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm มีผลทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์กรดรวมต่ำที่สุด คือ 0.55 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 50ppm คือ 0.65 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการใช้ 4-CPA ที่ 10 และ 100 ppm คือ 0.82 และ 0.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพ่น 4-CPA ในช่วงเวลาที่ต่างกัน พบว่า การพ่น 4-CPA ช่วง 1 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์กรดรวมต่ำที่สุด คือ 0.54 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ช่วง 10 วันหลังดอกบาน ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์กรดรวมเท่ากับ 0.82 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าความเข้มข้นที่ต่างกันและระยะเวลาการพ่นไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลอง พบว่า การใช้ 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 1วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีเปอร์เซ็นต์กรดรวมต่ำที่สุด คือ 0.36 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2 ตารางผนวกที่ 8) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 และ 100 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน คือ 0.50 และ 0.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สาร การพ่น 4-CPA ที่ 10 ppm ช่วง 1 และ 10 วันหลังดอกบาน 4-CPA ที่ 50 และ 100 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบานมีเปอร์เซ็นต์กรดรวมเท่ากับ 0.81, 0.76, 0.88, 0.80, 0.84 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

### 1.10 ปริมาณแอนโทไซยานิน

จากผลการทดลองพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ต่อปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่า 4-CPA ที่ 100 ppm มีผลทำให้ผลงุ่นมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือ 12.92 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 1) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ 4-CPA ที่ 100, 50 และ 200 ppm คือ 12.23, 11.18, และ 9.08 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วน 4-CPA ในช่วงเวลาที่ต่างกัน พบว่า การพ่น 4-CPA ช่วง 1 วันหลังดอกบาน องุ่นมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดคือ 13.65 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ 4-CPA ช่วง 10 วันหลังดอกบาน คือ 9.20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 1) และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างความเข้มข้นที่ต่างกันและช่วงเวลาการพ่น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลองพบว่า การไม่ใช้สาร องุ่นมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดคือ 19.07 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 9) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ 4-CPA ที่ความเข้มข้นและช่วงเวลาการพ่น แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับความเข้มข้น 200 ppm ช่วง 1 และ 10 วันหลังดอกบานและ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ คือ 9.09, 9.08 และ 5.94 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

### 1.11 สีผิวผลงุ่น ( $L^*$ a และ b)

การวัดสีผิวผลโดยวัดจาก ค่า  $L^*$  ซึ่งอธิบายถึงความสว่าง (+) ไปจนถึงระดับความมืดหรือคล้ำ (-) ค่า a อธิบายถึงระดับความเขียว (-) จนถึงสีแดง (+) ค่า b จะอธิบายถึงระดับสีน้ำเงิน (-) จนถึงสีเหลือง (+) เมื่อพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 ppm ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลงุ่น พบว่า 4-CPA ที่ 100 ppm ทำให้ผลงุ่นมีค่า  $L^*$  a และ b ต่ำที่สุด คือ 22.85, 2.41 และ 4.28 (ตารางที่ 1) ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติกับ 4-CPA ที่ 50 และ 200 ppm ส่วนช่วงเวลาที่ต่างกันในการพ่น พบว่า 4-CPA ช่วง 1 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้สีผิวผลงุ่น มีค่า  $L^*$  ต่ำที่สุด คือ 22.69 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ช่วง 10 วันหลังดอกบานมีค่า  $L^*$  เท่ากับ 25.45 แต่พบว่า ช่วงเวลาที่ต่างกัน ไม่มีผลต่อค่า a และค่า b และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างความเข้มข้นที่แตกต่างกัน และระยะเวลาการพ่น ค่า  $L^*$  และค่า b และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่า a เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลองพบว่า 4-CPA ที่ 100 ppm ช่วง 1วันหลังดอกบาน มีค่า  $L^*$  ต่ำที่สุดคือ 21.77 (ตารางที่ 2 และ ตารางผนวกที่ 11, 12 และ 13) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบานแต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการพ่น 4-CPA ทุกความเข้มข้น และทุกช่วงเวลารวมถึงการไม่พ่นสาร และการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบานทำให้องุ่นมีค่า a สูงที่สุด คือ 6.90 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 10 วัน และ ที่ 50 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน คือ 5.76 และ 5.43 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่พ่นสาร และ 4-CPA ที่ความเข้มข้น

และช่วงเวลาอื่น และ 4-CPA ที่ 100 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน ทำให้ค่า b ต่ำที่สุด คือ 3.58 แต่ไม่แตกต่างกับ 4-CPA ทุกความเข้มข้น และทุกช่วงเวลารวมถึงการไม่พ่นสาร แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 200 ppm ช่วง 1 วันหลังดอกบาน



**ตารางที่ 1** ปัจจัยของความเข้มข้นสาร 4-CPA และปัจจัยช่วงเวลาที่ต่อหน้าหนักของผล ความยาวของผล ความกว้างของผล และน้ำหนักผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์รวม แอนโทไซยานินและสีผิวผล (L\*ab) องุ่นพันธุ์ “บัวตีสเลสส์”

ปัจจัย	ความเข้มข้น/เวลา	จำนวนผล	ข้อผลอ่อน			ผลอ่อน			แอนโทไซยานิน			สีผิวผล		
			น้ำหนัก (ก.)	ความยาว (ซม.)	ความกว้าง (ซม.)	น้ำหนัก (ก.)	ความยาว (ซม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	TSS (°Brix)	TA (%)	ไซยานิน (มม.ต่อ100 ก.)	L*	a	b
ความเข้มข้นของสาร	10 ppm	68.83	126.25a	14.03	9.07	2.16a	1.61a	1.52a	15.83b	0.82c	11.48	23.93ab	3.3b	4.07a
สาร	50 ppm	69.41	119.83a	14.46	8.78	1.71b	1.46bc	1.38b	17.72a	0.65ab	12.23	24.10b	3.33b	5.04b
4-CPA (ppm)(A)	100ppm	68.16	112.96a	14.29	8.73	1.67b	1.49b	1.39b	18.16a	0.70bc	12.92	22.85a	2.41c	4.28ab
	200 ppm	69.75	86.87b	12.90	7.69	1.73b	1.38c	1.32b	16.35b	0.55a	9.08	25.38c	5.14a	6.02b
F-test		ns	*	ns	ns	**	**	**	**	**	ns	**	**	*
อายุดอกอ่อนหลัง														
ดอกบาน (วัน)	1 วัน	69.50	69.92b	13.48	7.57b	1.56b	1.32b	1.25b	19.40a	0.54a	13.65	22.69a	3.56	5.28
(B)	10 วัน	68.58	153.02a	14.37	9.57a	2.39a	1.64a	1.56a	14.63b	0.82b	9.20	25.45b	3.57	4.43
F-test		ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	ns	**	ns	ns
Interaction (AxB)		ns	**	ns	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	ns

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- 1) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ (P > 0.05)
- 2) \* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ (P ≤ 0.05)
- 3) \*\* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ (P ≤ 0.01)

**ตารางที่ 2** ผลของสาร 4-CPA ที่ความเข้มข้นต่างกัน และช่วงเวลาการพ่น ต่อหน้าหนักข้อผล ความยาวข้อผล ความกว้างข้อผลหน้าหนักผล ความยาวผล และเส้นผ่าศูนย์กลางผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์การรวม แอนโทไซยานิน และสีผิวผล (L\*a\*b) องุ่นพันธุ์ “บัวดีชีสเลสส์”

สาร 4-CPA (ppm)/ช่วงเวลาพ่น(วัน)	ข้อผลงุ่น				ผลงุ่น				สีผิวผล				
	จำนวนผล	น้ำหนัก (ก.)	ความยาว (ซม.)	ความกว้าง (ซม.)	น้ำหนัก (ก.)	ความยาว (ซม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	TA (%)	TSS (°Brix)	แอนโทไซยานิน (มก./100ก.)	L*	a	b
control	69.16	133.71b	13.36	8.95ab	1.99a	1.58a	1.44a	0.81bc	16.51cd	19.07	24.98bcd	3.63b	3.63a
10/1 DAFB	68.50	107.87bc	14.08	8.12ab	2.00a	1.57a	1.46a	0.76bc	17.79bc	17.02	22.43ab	3.80b	3.80a
10/10 DAFB	69.16	144.63ab	13.97	10.03a	2.33a	1.65a	1.57a	0.88c	13.87ef	5.94	25.43bcd	4.35b	4.35a
50/1 DAFB	69.16	54.05d	13.94	7.62ab	0.95b	1.22a	1.17b	0.50ab	20.21a	13.88	23.35bc	5.43ab	5.43ab
50/10 DAFB	69.66	158.61a	14.99	9.95a	2.47a	1.69a	1.60a	0.80bc	15.23def	10.58	24.87bc	4.65b	4.65ab
100/1 DAFB	69.33	69.55cd	13.81	7.92ab	1.08a	1.29b	1.22b	0.55ab	20.21a	14.64	21.77a	4.98b	4.98ab
100/10 DAFB	67.00	156.36ab	14.78	9.55a	2.27a	1.68b	1.56b	0.84c	16.07cde	11.20	23.95bc	3.58b	3.58a
200/1 DAFB	71.00	48.23d	12.08	6.61b	0.97b	1.21b	1.15b	0.36a	19.35ab	9.08	23.22bc	6.90a	6.90b
200/10 DAFB	68.50	125.50b	13.73	8.76ab	2.48a	1.50a	1.54a	0.75bc	13.36f	9.09	27.55d	5.76a	5.15ab
F-test	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**
C.V. (%)	7.81	27.45	14.53	17.67	16.91	6.83	7.62	22.49	8.14	43.03	6.00	21.10	30.30

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- 1) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ (P > 0.05)
- 2) \* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ (P ≤ 0.05)
- 3) \*\* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ (P ≤ 0.01)

## 2. ผลการทดลองที่ 2 ผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”

จากการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพของพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” โดยการพ่นสาร 4-CPA ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่ดีที่สุดของการทดลองที่ 1 คือ ความเข้มข้นที่ 50 ppm ช่วงเวลา 10 วันหลังดอกบาน เปรียบเทียบกับการพ่นสารจิบเบอเรลลิน ( $GA_3$ ) ที่ 25 ppm, CPPU ที่ 10 ppm,  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm, 4-CPA 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm, 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm และ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm โดยทำการพ่นสารช่วง 10 วันหลังดอกบาน และเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สาร (control) ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

### 2.1 น้ำหนักของช่อผลองุ่น

การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อน้ำหนักของช่อผล พบว่าการพ่นด้วย 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้น้ำหนักช่อองุ่นมากที่สุด คือ 200.79 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการพ่นด้วย  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีน้ำหนักช่อเท่ากับ 178.99, 161.97, 155.90 และ 149.31 กรัม ตามลำดับแต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบานและการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm มีน้ำหนักช่อเท่ากับ 118.06, 141.66 และ 103.87 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 14)

### 2.2 ความกว้างช่อผลองุ่น

จากการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความกว้างช่อผลองุ่น พบว่าสิ่งทดลองที่ใช้ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ความกว้างช่อองุ่นมากที่สุด คือ 11.08 เซนติเมตร (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 15) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีความกว้างช่อเท่ากับ 10.14 และ 9.74 เซนติเมตร ตามลำดับและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้สาร 4-CPA ที่ 50 ppm  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สารมีความกว้างช่อเท่ากับ 9.70, 9.15, 8.6, 8.27 และ 8.17 เซนติเมตรตามลำดับ

### 2.3 ความยาวข้อผลงุ่น

จากการศึกษาผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวข้อผลงุ่น พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลองที่ใช้สารกับการไม่ใช้สาร (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 16) แต่สิ่งทดลองที่ใช้ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีแนวโน้มทำให้ข้องุ่นยาวกว่าสิ่งทดลองอื่น

### 2.4 น้ำหนักผลงุ่น

จากการศึกษาผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อน้ำหนักผลงุ่น พบว่าสิ่งทดลองที่ใช้ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้น้ำหนักผลงุ่นมากที่สุด คือ 2.80 กรัม (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 17) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตทุกสิ่งทดลองที่เหลือ และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สาร ซึ่งมีน้ำหนักผลเพียง 1.73 กรัม

### 2.5 เส้นผ่าศูนย์กลางผลงุ่น

การศึกษาผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผลงุ่น พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลงุ่นมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุด คือ 1.64 เซนติเมตร (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 18) ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร คือ 1.52 และ 1.40 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตอื่นๆ

### 2.6 ความยาวผลงุ่น

การศึกษาผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวผลงุ่น พบว่าการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลงุ่นมีความยาวผลมากที่สุด คือ 1.81 เซนติเมตร (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 19) ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการพ่น GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน (1.79 เซนติเมตร) และ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน (1.71 เซนติเมตร) ตามลำดับแต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน (1.70 เซนติเมตร) CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน (1.69 เซนติเมตร) 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน (1.65 เซนติเมตร) 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน (1.60 เซนติเมตร) และการไม่ใช้สาร (1.16 เซนติเมตร)

## 2.7 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

ในการศึกษาผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า การพ่นสาร CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ สูงที่สุดคือ 15.80 °Brix (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 20) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใช้สาร และสิ่งทดลองอื่นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน คือ 14.58 °Brix

## 2.8 เพอร์เซ็นต์กรดรวม (TA)

จากการศึกษาผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเปอร์เซ็นต์กรดรวมพบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบานมีเปอร์เซ็นต์กรดรวมต่ำที่สุด 0.47 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 21) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm (0.55 เปอร์เซ็นต์) 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm (0.56 เปอร์เซ็นต์) และ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน (0.51 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับแต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm (0.60 เปอร์เซ็นต์) การพ่น  $GA_3$  ที่ 25 ppm (0.61 เปอร์เซ็นต์) CPPU ที่ 10 ppm (0.64 เปอร์เซ็นต์) ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร (0.73 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

## 2.9 ปริมาณแอนโทไซยานิน

จากการศึกษาผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่า การพ่น  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินในองุ่นสูงที่สุด คือ 30.01 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 22) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น  $GA_3$  ที่ 25 ppm 10 วันหลังดอกบาน CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 21.86, 19.46, และ 18.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สาร การพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน 4-CPA ที่ 50 ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 17.07, 14.64, 13.12 และ 11.74 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

## 2.10 สีส้มผลอ่อน ( $L^*a$ และ $b$ )

จากการศึกษาผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อสีผิวผลโดยวัดจากค่า  $L^*a$  และ  $b$  พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนของค่า  $L^*$  และค่า  $b$  (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 24,25 และ 26) การพ่นสาร 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ค่า  $a$  สูงสุด คือ 2.40 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการพ่นสาร CPPU ที่ 10 ppm ร่วมกับ 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน การไม่ใช้สารและการพ่นสาร  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ร่วมกับ 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีค่า  $a$  เท่ากับ 22.22, 22.08, 1.88 และ 1.78 ตามลำดับแต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการพ่นสาร  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีค่า  $a$  เท่ากับ 1.70, 1.53 และ 1.52 ตามลำดับ

**ตารางที่ 3** ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต น้ำหนักข้อผล ความยาวข้อผลความกว้างข้อผลน้ำหนักผล ความยาวผล และเส้นผ่าศูนย์กลางผล องุ่นพันธุ์ “บีวีสีดีเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลอง	ข้อผลองุ่น				ผลองุ่น			
	จำนวน ผลองุ่น	น้ำหนัก (ก.)	ความยาว (ซม.)	ความกว้าง (ซม.)	น้ำหนัก (ก.)	ความยาว (ซม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	
control	66.40	118.06cd	14.60	8.17c	1.73b	1.56e	1.40c	
4-CPA 50 ppm	66.20	149.31abcd	14.69	8.60bc	2.51a	1.60de	1.52b	
GA <sub>3</sub> 25 ppm	65.20	161.47abc	15.28	8.27bc	2.69a	1.79ab	1.63a	
CPPU 10 ppm	65.00	141.66bcd	14.96	9.15bc	2.47a	1.69bcd	1.60ab	
GA <sub>3</sub> 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	67.40	178.99ab	13.88	9.74abc	2.42a	1.70bcd	1.56ab	
4-CPA50 ร่วมกับ ppm GA <sub>3</sub> 25 ppm	65.00	155.90abcd	14.12	10.14ab	2.80a	1.81a	1.64a	
4-CPA50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	67.00	200.79a	17.13	11.08a	2.69a	1.71abc	1.62a	
4-CPA50 ppm ร่วมกับ GA <sub>3</sub> 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	64.40	103.87d	15.76	9.70b	2.69a	1.65cde	1.60ab	
F-test	ns	*	ns	*	**	**	**	**
C.V. (%)	7.97	25.86	12.38	13.93	8.76	3.34	2.96	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ได้วัดอีกซอร์ไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- 1) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ ( $P > 0.05$ )
- 2) \* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ ( $P \leq 0.05$ )
- 3) \*\* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ ( $P \leq 0.01$ )

**ตารางที่ 4** ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์กรดรวม แอนโทไซยานิน และสีผิวผล “ปิวดีซีดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลอง	TSS (°Brix)	TA (%)	แอนโทไซยานิน (มม./100ก.)	สีผิวผล	
				L*	a b
control	15.57ab	0.73c	17.07b	22.40	1.88abc
4-CPA50 ppm	14.58b	0.47a	11.74b	23.22	2.40a
GA <sub>3</sub> 25 ppm	14.72ab	0.61bc	21.86ab	22.06	1.70bc
CPPU 10 ppm	15.80a	0.64bc	19.46ab	23.24	1.52c
GA <sub>3</sub> 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	15.76a	0.55ab	30.01a	22.80	1.53c
4-CPA50 ร่วมกับ ppm GA <sub>3</sub> 25 ppm	15.43ab	0.56ab	18.05ab	22.00	2.08abc
4-CPA50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	14.72ab	0.51ab	13.12b	22.94	2.22ab
4-CPA50 ppm ร่วมกับ GA <sub>3</sub> 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	14.76ab	0.60bc	14.64b	22.28	1.78abc
F-test	**	**	**	ns	*
C.V. (%)	3.89	11.39	26.98	3.71	24.47

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- 1) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ (P > 0.05)
- 2) \* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ (P ≤ 0.05)
- 3) \*\* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ (P ≤ 0.01)

### 3. ผลการทดลองที่ 3 ผลของการใช้สาร 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อปริมาณและคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์”

การศึกษามวลของการใช้สาร 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อปริมาณและคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” โดยใช้สิ่งทดลองให้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 จำนวน 3 สิ่งทดลองมาทำการทดสอบซ้ำเพื่อยืนยันผลการทดลอง คือ การใช้ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการใช้ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบานเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้สาร โดยการทดลองนี้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับ ขนาด และจำนวนเซลล์ทุก 10 วันซึ่งมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

#### 3.1 น้ำหนักช่อผลองุ่น

จากการศึกษามวลของการใช้ 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อน้ำหนักช่อผลองุ่น พบว่าการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้อ่งุ่นมีน้ำหนักช่อองุ่นมากที่สุด คือ 277.83 กรัม (ตารางที่ 5 ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 27) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน น้ำหนักช่อองุ่น เท่ากับ 261.20 กรัม แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นสาร GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สารน้ำหนักช่อองุ่น 209.16 และ 171.59 กรัม ตามลำดับ

#### 3.2 ความกว้างและความยาวช่อผลองุ่น

จากการศึกษามวลของการใช้สาร 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อความกว้างและความยาวของช่อผลองุ่น พบว่า การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตทุกสิ่งทดลองไม่มีผลต่อความกว้างและความยาวของช่อผลองุ่น (ตารางที่ 5 ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 28, 29)

#### 3.3 น้ำหนักผลองุ่น

ในการศึกษามวลของการใช้สาร 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อน้ำหนักผลองุ่นพบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้น้ำหนักผลองุ่นสูงที่สุด คือ 2.26 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่นสาร 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน คือ 2.17 และ 1.86 กรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สาร คือ มีน้ำหนักผล 1.37 กรัม (ตารางที่ 5 ภาพที่ 5 และตารางผนวกที่ 30)

### 3.4 เส้นผ่าศูนย์กลางผล

จากการศึกษาผลของการใช้สาร 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผล พบว่าการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลองุ่นมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุด 1.46 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน คือ 1.44 และ 1.38 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สาร คือ 1.24 เซนติเมตร (ตารางที่ 5 ภาพที่ 6 ภาพที่ 9 และตารางผนวกที่ 31)

### 3.5 ความยาวผลองุ่น

การศึกษาผลของการใช้สาร 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อความยาวผลองุ่น พบว่า การพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลองุ่นมีความยาวมากที่สุด คือ 1.59 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีความยาวผล คือ 1.54 และ 1.47 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สาร มีความยาวผลคือ 1.32 กรัม (ตารางที่ 5 ภาพที่ 7 ภาพที่ 9 และตารางผนวกที่ 32)

### 3.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เเปอร์เซ็นต์กรดรวม (TA) และ ปริมาณแอนโทไซยานิน

จากการศึกษาผลของการใช้สาร 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU พบว่า ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เเปอร์เซ็นต์กรดรวม (TA) และ ปริมาณแอนโทไซยานิน (ตารางที่ 6 และ ตารางผนวกที่ 33-35)

### 3.7 สีผิวผลองุ่น (L\* a และ b)

จากการศึกษาผลของการใช้สาร 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อสีผิวผลองุ่น โดยค่า L\* คือ ความสว่าง (+) ไปจนถึงระดับความมืดหรือคล้ำ (-) ค่า a คือ ระดับความเขียว (-) จนถึงสีแดง (+) ค่า b คือ ระดับสีน้ำเงิน (-) จนถึงสีเหลือง (+) การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อ สีผิวผลองุ่น (L\* a b) พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในส่วนของคุณค่า a และค่า b (ตารางที่ 6 และตารางผนวกที่ 37, 38 และ 39) ส่วนค่า L\* พบว่าการพ่นด้วย 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> 25 ppm มีค่า L\* ต่ำที่สุด คือ 26.66 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่นสาร GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm (28.57) และการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน (26.89) แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สารมีค่า (L\* 29.46)

**ตารางที่ 5** ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต น้ำหนักข้อ ความยาวข้อ ความกว้างข้อ ผลน้ำหนักผล และเส้นผ่าศูนย์กลางของงอกพันธุ์ “บัวตี่ชิดเลสส์” ช่วง 10 วันหลังดอกบาน

สิ่งทดลอง	ข้อผลงุ่น				ผลงุ่น			
	จำนวนผล งุ่น	น้ำหนัก (ก.)	ความยาว (ซม.)	ความกว้าง (ซม.)	น้ำหนัก (ก.)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (ก.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)
control	145.00	171.59b	20.86	10.17	1.37 b	1.32b	1.24b	
GA <sub>3</sub> 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	137.30	209.16b	20.49	11.26	1.86 a	1.47a	1.38a	
4-CPA50 ppm ร่วมกับ GA <sub>3</sub> 25 ppm	153.90	277.83a	20.74	11.61	2.17 a	1.54a	1.44a	
4-CPA50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	135.10	261.20a	19.39	11.46	2.26 a	1.59a	1.46a	
<b>F-test</b>	ns	**	ns	ns	**	**	**	**
<b>C.V. (%)</b>	<b>13.74</b>	<b>18.59</b>	<b>10.35</b>	<b>12.40</b>	<b>17.27</b>	<b>7.02</b>	<b>5.74</b>	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

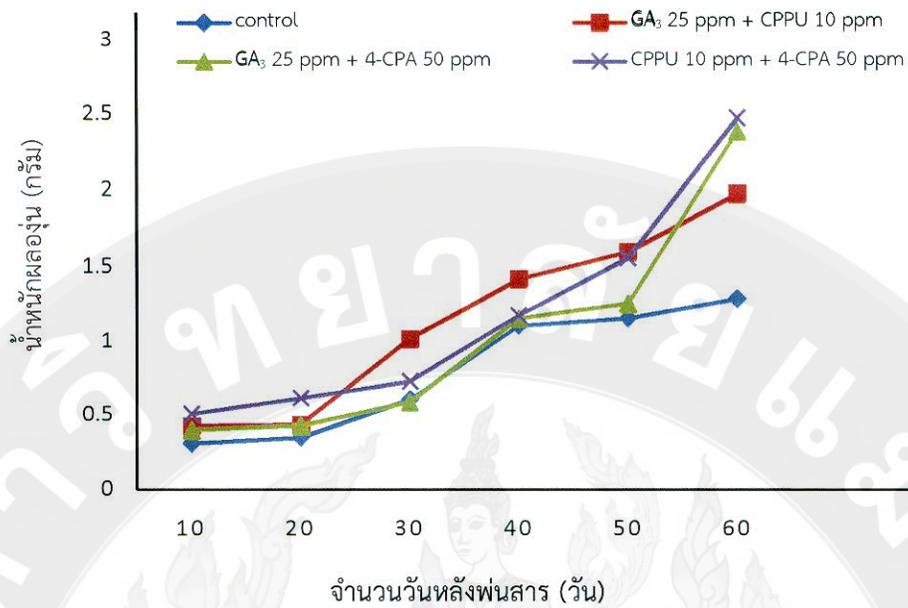
- 1) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ (P > 0.05)
- 2) \* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ (P ≤ 0.05)
- 3) \*\* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ (P ≤ 0.01)

**ตารางที่ 6** ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์กรดรวมแอนโทไซยานินและสีผิวผล (L\*a และ b) องุ่นพันธุ์ “บัวดีชิดแลสส์” ช่วง 10 วันหลังดอกบาน

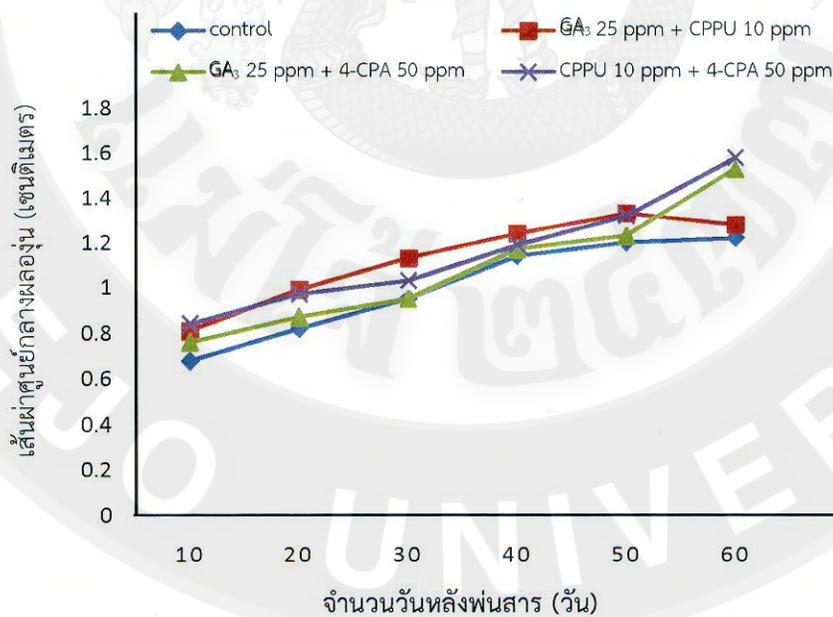
สิ่งทดลอง	TSS (°Brix)	TA (%)	แอนโทไซยานิน (มม. /100 ก.)	สีผิวผล	
				L*	a b
control	16.31	0.33	7.65	29.46b	2.74 2.84
GA <sub>3</sub> 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	17.68	0.32	10.60	28.57a	4.07 4.61
4-CPA50 ppm ร่วมกับ GA <sub>3</sub> 25 ppm	17.45	0.30	9.05	26.66a	3.48 3.91
4-CPA50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	16.77	0.33	9.29	26.89a	3.73 3.91
<b>F-test</b>	ns	ns	ns	*	ns ns
<b>C.V. (%)</b>	<b>9.60</b>	<b>19.24</b>	<b>33.45</b>	<b>8.49</b>	<b>32.04 42.31</b>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ

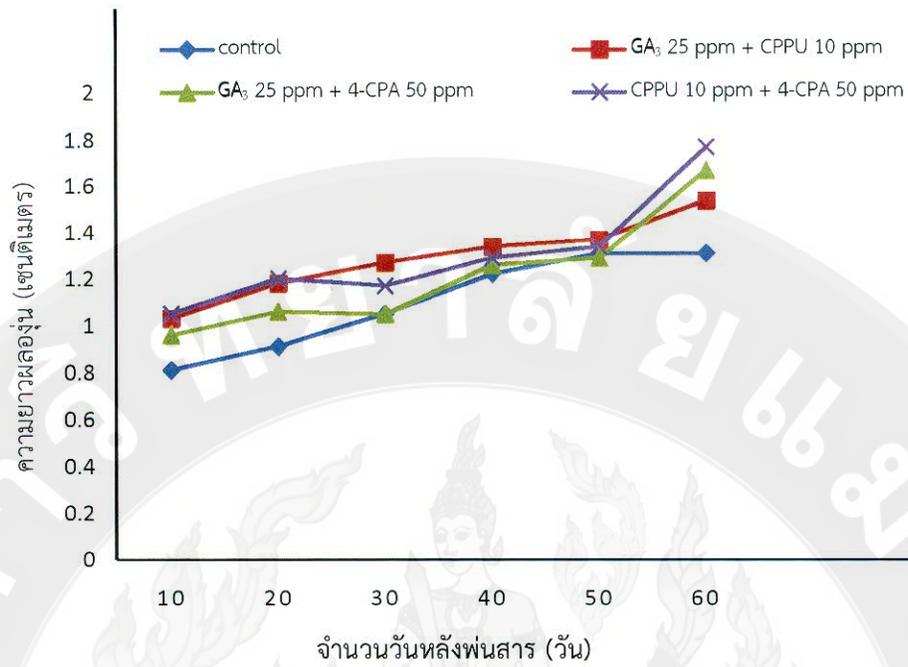
- 1) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ (P > 0.05)
- 2) \* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ (P ≤ 0.05)
- 3) \*\*คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ (P ≤ 0.01)



ภาพที่ 5 แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อน้ำหนักผลอ่อนพันธุ์ “บิวตี้ซิดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10-60 วันหลังพ้นสาร



ภาพที่ 6 แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผลอ่อนพันธุ์ “บิวตี้ซิดเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10-60 วันหลังพ้นสาร



ภาพที่ 7 แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวผลงุ่นพันธุ์ “บิวตี้ชิตเลสส์” ที่ช่วงเวลา 10-60 วันหลังพ่นสาร



ภาพที่ 8 ลักษณะช่อผลองุ่น 60 วันหลังพ่นสาร ก) ไม่ใส่สาร ข)  $GA_3$  25 ppm + CPPU 10 ppm  
 ค) 4-CPA 50 ppm +  $GA_3$  25 ppm และ ง) 4-CPA 50 ppm + CPPU 10 ppm  
 ช่วง 10 วันหลังดอกบาน



ภาพที่ 9 ลักษณะผลองุ่น 60 วันหลังพ่นสาร ก) ไม่ใส่สาร ข)  $GA_3$  25 ppm + CPPU 10 ppm  
 ค) 4-CPA 50 ppm +  $GA_3$  25 ppm และ ง) 4-CPA 50 ppm + CPPU 10 ppm  
 ช่วง 10 วันหลังดอกบาน

### 3.8 จำนวนเซลล์ของผลอ่อน

จากการศึกษาจำนวนเซลล์ของผลอ่อน โดยการเก็บข้อมูลจำนวนเซลล์ของผลอ่อนในแต่ละสิ่งทดลอง ที่ 10 และ 50 วันหลังพ่นสารซึ่งมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้ (ตารางผนวกที่ 40)

ผลการตรวจนับจำนวนเซลล์ที่ 10 วันหลังพ่นสาร พบว่าการพ่นสาร  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลในการเพิ่มจำนวนเซลล์ของผลซึ่งมีมากที่สุด คือ 19.40 เซลล์ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบานมีจำนวนเซลล์ 18.40 เซลล์ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร คือ 15.60 และ 12.80 เซลล์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

และที่ 50 วัน หลังพ่นสาร พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้จำนวนเซลล์มากที่สุด คือ 19.00 เซลล์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ใช้สาร คือ 18.20 เซลล์ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นสาร 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน คือ 15.20 และ 12.60 เซลล์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ 44)

### 3.9 ความกว้างของเซลล์ในผลอ่อน

จากการศึกษาผลของการใช้สาร 4-CPA,  $GA_3$  และ CPPU ต่อความกว้างเซลล์ของผลอ่อน โดยมีการเก็บข้อมูลความกว้างของเซลล์ในผลอ่อน ของแต่ละสิ่งทดลอง ที่ 10, 20, 30, 40 และ 50 วันหลังพ่นสาร ซึ่งมีผลดังนี้ (ตารางที่ 8 ภาพที่ 10 ภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ 45-49)

ผลของการวัดความกว้างเซลล์ ที่ 10 วันหลังพ่นสาร พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้อ่อนมีความกว้างของเซลล์มากที่สุด คือ 23.63 ไมโครเมตร (ตารางที่ 8 และตารางผนวกที่ 45) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นสาร  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร ความกว้างของเซลล์ คือ 17.37 และ 15.22 ไมโครเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน คือ 22.45 ไมโครเมตร ที่ 20 วันหลังพ่นสาร พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้อ่อนมีความกว้างมากที่สุด คือ 26.15 ไมโครเมตร (ตารางที่ 8 และตารางผนวกที่ 46) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีความกว้างเซลล์ คือ 24.94 ไมโครเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่ใช้สาร และการพ่น  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน คือ 20.27 และ 19.90 ไมโครเมตร ตามลำดับ

ที่ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีความกว้างเซลล์มากที่สุด คือ 35.05 ไมโครเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน การไม่ใช้สาร และ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน คือมีความกว้างเซลล์เท่ากับ 30.41, 21.50 และ 21.42 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8 และตารางผนวกที่ 47)

ที่ 40 วันหลังพ่นสาร พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีความกว้างเซลล์มากที่สุด คือ 37.81 ไมโครเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร เท่ากับ 34.13, 22.47 และ 22.28 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8 และตารางผนวกที่ 48)

และที่ 50 วันหลังพ่นสาร พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้องุ่นมีความกว้างเซลล์มากที่สุด คือ 44.19 ไมโครเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร เท่ากับ 40.88, 25.13 และ 23.02 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8 และตารางผนวกที่ 49)

### 3.10 ความยาวของเซลล์ในผลองุ่น

จากการศึกษาการใช้สาร 4-CPA, GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อความยาวเซลล์ของผลองุ่นโดยมีการเก็บข้อมูลความยาวของเซลล์ในผลองุ่นของแต่ละสิ่งทดลองที่ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน หลังพ่นสาร ซึ่งมีการศึกษาดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 9 ภาพที่ 11 ภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ 50-54)

ผลของการวัดความยาวเซลล์ในผลขององุ่นที่ 10 วันหลังพ่น พบว่า ผลองุ่นที่พ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ความยาวเซลล์มากที่สุด คือ 83.74 ไมโครเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร คือ 81.94, 64.88 และ 62.19 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ 50)

ที่ 20 วัน พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลองุ่นมีความยาวเซลล์มากที่สุด คือ 99.80 ไมโครเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการพ่นด้วยสาร 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สารคือ 89.30, 80.13 และ 66.71 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ 51)

ที่ 30 วันหลังพ่น พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลงุ่นมีความยาวเซลล์มากที่สุด คือ 132.40 ไมโครเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร คือ 91.94, 89.61 และ 68.80 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ 52)

ที่ 40 วันหลังพ่นสาร พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลงุ่นมีความยาวเซลล์มากที่สุด คือ 142.55 ไมโครเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร คือ 91.05, 96.08 และ 86.51 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ 53)

และที่ 50 วันหลังพ่นสาร พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลงุ่นมีความยาวเซลล์มากที่สุด คือ 135.27 ไมโครเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน GA<sub>3</sub> ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการไม่ใช้สาร คือ 102.63, 95.83 และ 89.95 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ 54)

ตารางที่ 7 แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ผลงุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” โดยการบันทึกการเจริญเติบโตของผลงุ่นทุก 10 วัน

สิ่งทดลอง	จำนวนเซลล์ในผลงุ่น (เซลล์)				
	10 วัน	20 วัน	30 วัน	40 วัน	50 วัน
control	12.80c	14.20c	12.60d	14.0a	18.20a
GA <sub>3</sub> 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	19.40a	11.80d	23.00a	11.20ab	12.60c
4-CPA 50 ppm ร่วมกับ GA <sub>3</sub> 25 ppm	15.60b	19.40b	18.00b	10.20b	15.20b
4-CPA 50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	18.40a	21.60a	14.60c	12.60ab	19.00a
F-test	**	**	**	**	**
C. V. (%)	1.07	1.22	2.29	1.61	1.05

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ  
 1) ns คือไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ ( $P > 0.05$ )  
 2) \*คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ ( $P \leq 0.05$ )  
 3) \*\*คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ ( $P \leq 0.01$ )

ตารางที่ 8 แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความกว้างเซลล์ผลงุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” โดยการบันทึกการเจริญเติบโตของผลงุ่นทุก 10 วัน

สิ่งทดลอง	ความกว้างของเซลล์ในผลงุ่น (ไมโครเมตร)				
	10 วัน	20 วัน	30 วัน	40 วัน	50 วัน
control	15.22c	20.27b	21.50c	22.28c	23.02d
GA <sub>3</sub> 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	17.37b	19.90b	21.42c	22.47c	25.13c
4-CPA 50 ppm ร่วมกับ GA <sub>3</sub> 25 ppm	22.45a	24.94a	30.41b	34.13b	40.88b
4-CPA 50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	23.63a	26.15a	35.05a	37.81a	44.19a
F-test	**	**	**	**	**
C. V. (%)	4.07	4.29	2.29	1.55	1.53

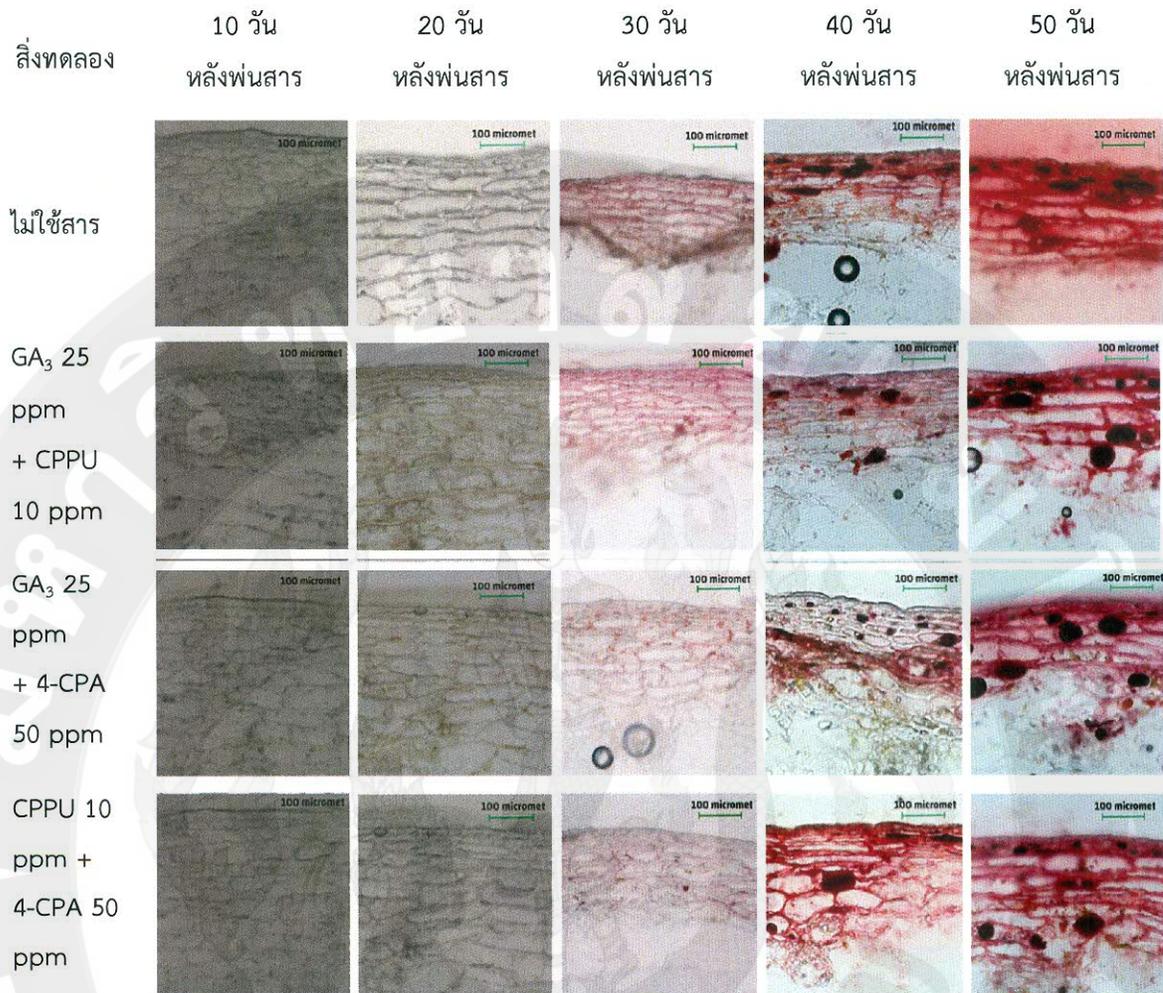
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ  
 1) ns คือไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ ( $P > 0.05$ )  
 2) \*คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ ( $P \leq 0.05$ )  
 3) \*\*คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ ( $P \leq 0.01$ )

ตารางที่ 9 แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ผลงุ่นพันธุ์ “บัวดีสีดเลสส์” โดยการบันทึกการเจริญเติบโตของผลงุ่นทุก 10 วัน

สิ่งทดลอง	ความยาวของเซลล์ในผลงุ่น (ไมโครเมตร)				
	10 วัน	10 วัน	10 วัน	10 วัน	10 วัน
control	62.19d	66.71d	68.00c	86.51c	89.95c
GA <sub>3</sub> 25 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	64.88c	80.13c	91.94b	96.08b	95.83bc
4-CPA 50 ppm ร่วมกับ GA <sub>3</sub> 25 ppm	81.94b	89.30b	89.61b	97.05b	102.63b
4-CPA 50 ppm ร่วมกับ CPPU 10 ppm	83.74a	99.80a	132.40a	142.55a	135.27a
F-test	**	**	**	**	**
C. V. (%)	0.98	0.85	2.11	1.13	5.39

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- 1) ns คือไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ ( $P > 0.05$ )
- 2) \*คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ ( $P < 0.05$ )
- 3) \*\*คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ ( $P < 0.01$ )



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะเซลล์ของผลองุ่นหลังพ่นสารในแต่ละสิ่งทดลองที่ 10 ถึง 50 วันหลังพ่นสาร

## วิจารณ์ผลการทดลอง

### การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นและช่วงเวลาการใช้สาร 4-CPA ต่อปริมาณและคุณภาพผล องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ชิตเลสส์”

ผลของ 4-CPA ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันและช่วงเวลาในการพ่นที่ต่างกันมีผลทำให้น้ำหนัก เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวของผลองุ่นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดย 4-CPA ที่ 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน ทำให้ผลองุ่นมีน้ำหนัก เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวผลมากที่สุด

ซึ่ง 4-CPA ช่วง 1 วันหลังดอกบาน ร่วมกับความเข้มข้นสูง มีผลทำให้ข้อผลองุ่นมีน้ำหนัก รวมถึงความกว้าง และความยาวของข้อต่ำกว่า ช่วง 10 วันหลังดอกบาน โดยการพ่น 4-CPA ช่วง 1 วันหลังดอกบาน ที่ความเข้มข้น 10-200 ppm ทำให้น้ำหนักผลรวมถึงเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของผลต่ำกว่าการใช้สาร 4-CPA ช่วง 10 วันหลังดอกบาน ซึ่งสอดคล้องกับ ลิลลี่ (2556) กล่าวว่า สาร 4-CPA จัดอยู่ในกลุ่ม ออกซิน (Auxins) มีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ ช่วยเพิ่มการยืดหยุ่นของผนังเซลล์ในระหว่างการสร้างแวคิวโอ (vacuole) เป็นผลทำให้น้ำหนักเซลล์ขยายตัวและเซลล์ยืดตัว และ Robert (1976) รายงาน การใช้สาร 4-CPA ที่ 5-15 ppm กับผลองุ่นพันธุ์ “ทอมสันชิตเลสส์” ทำให้ผลองุ่นมีความสม่ำเสมอ และยังทำให้ผลองุ่นใหญ่ขึ้นด้วย สอดคล้องกับ Ercan et al. (1996) ได้ศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อคุณภาพใน pepino โดยใช้ 4-CPA ที่ 15 และ 30 ppm มีผลทำให้น้ำหนักผลเฉลี่ยของ pepino สูงที่สุด

ด้านคุณภาพ พบว่าการพ่น 4-CPA ที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกันมีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ขององุ่นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบว่าความเข้มข้นของสาร 4-CPA ที่ความเข้มข้น 50-200 ppm ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Kim et al. (1996) ได้รายงาน การใช้ 4-CPA กับ มะเขือเทศ ที่ความเข้มข้นสูง 25-50 ppm ช่วงดอกบาน ทำให้เนื้อในของมะเขือเทศมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกันและ Kano (2002) พบว่า การพ่นสาร 4-CPA ในช่วงแรกของการพัฒนาผลของเมล่อนสามารถชักนำให้เมล่อนมีความหวานเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลซูโครสในผล

และปัจจัยด้านช่วงเวลาในการพ่น พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเช่นกัน คือ 4-CPA ช่วง 1 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ผลองุ่นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่า ช่วง 10 วันหลังดอกบาน และการพ่น 4-CPA ที่ความเข้มข้นต่ำ แต่ไม่เกิน 100 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน จะมีผลให้ขนาดข้อผลและขนาดผลใหญ่และทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ต่ำและเปอร์เซ็นต์กรดรวมสูงกว่า ช่วง 1 วันหลังดอกบาน ซึ่งมีขนาดผลเล็กกว่า ทั้งนี้ผลองุ่นที่มีขนาดเล็ก จะสุกเร็วกว่าผลที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีองค์ประกอบภายในผล เช่น น้ำ รวมถึงของเหลวชนิดต่างๆภายในน้อย จึงทำให้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงขึ้นสอดคล้องกับ Sharma et al. (1982) ได้รายงานการใช้สาร 4-CPA กับ องุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีสเลสส์” มีผลทำให้ผลองุ่นมีขนาดใหญ่ขึ้นแต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงและปริมาณกรดเพิ่มขึ้น และ Umetal (1991) รายงานการใช้ 4-CPA กับ มะเขือเทศ ที่ 150 ppm ช่วง 7 วันหลังดอกบาน ทำให้ผลของมะเขือเทศเพิ่มขนาดอย่างรวดเร็ว แต่ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงเช่นกัน

## การทดลองที่ 2 ผลของ 4-CPA และสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีสเลสส์”

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ร่วมกันทุกสิ่งทดลองพบว่า มีผลต่อน้ำหนักข้อและความกว้างของข้อผลองุ่นแต่ไม่มีผลทางด้านความยาวของข้อผลองุ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm สามารถเพิ่มทั้งน้ำหนักและความกว้างของข้อผลมากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และการไม่ใช้สาร

นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ 4-CPA ร่วมด้วยในทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักและความกว้างของข้อผลองุ่นมากขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติของ 4-CPA ที่เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตและกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ และการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 ppm มีผลทำให้น้ำหนักผลเส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวผลองุ่นสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นและการไม่ใช้สารซึ่งสอดคล้องกับ Nampila et al. (2010) ได้รายงานการใช้สาร  $GA_3$  ที่ 25 ppm ช่วง 25 วันหลังดอกบานมีการตอบสนองสูงสุดในด้านของน้ำหนักผลเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 100 เปอร์เซ็นต์ ในองุ่นรับประทานสด พันธุ์ “Beauty Seedless” โดยคุณสมบัติของ 4-CPA เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ในระยะการสร้างแวคิวโอ (vacuole) เป็นผลทำให้น้ำหนักเซลล์ขยายตัวและเซลล์ยึดตัว ในขณะที่สารควบคุมการเจริญเติบโตอื่นไม่มีผลเช่นนี้ (ลิลลี่ และคณะ, 2556; Taiz and Zeiger, 2006) และ Ercan and Akilli, (1996) ศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการติดผลและคุณภาพผลใน papino โดยใช้ 4-CPA ที่ 15 และ 30 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25 และ 50 ppm พบว่า 4-CPA ที่ 15 และ 30 ppm ทำให้น้ำหนักผลเฉลี่ยของผล pepino สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารชนิดอื่น ส่วน ปวิณ (2504) พบว่าข้อผลองุ่นที่พ่นด้วย 4-CPA จะทำให้ผลองุ่นมีขนาดใหญ่กว่าปกติ และยังช่วยให้องุ่นพันธุ์ “ทอมสันซีดเลสส์” มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วยเมื่อใช้ 4-CPA ที่ 5-15 ppm

นอกจากนี้ Richard (1996) ได้รายงานที่ CPPU มีคุณสมบัติเร่งการขยายตัวของเซลล์ โดยเมื่อใช้ร่วมกับออกซินจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ และกำหนดทิศทางการแปรสภาพของเซลล์ได้ และ Taiz and Zeiger, (2006) รายงานว่า  $GA_3$  มีประสิทธิภาพอย่างมากในการแบ่งตัวของเซลล์และกระตุ้นการยึดตัวของเซลล์ช่วยให้ข้อองุ่นไร้เมล็ดมีผลที่ใหญ่ขึ้น ส่วนรัฐพลและคณะ (2553)

รายงานการใช้สาร  $GA_3$  ที่ความเข้มข้น 25 ppm กับองุ่นพันธุ์ “Marroo Seedless” ทำให้ขนาดของผลองุ่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) พบว่า การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ 4-CPACPPU และ  $GA_3$  ที่ใช้ในการทดลองนี้ มีแนวโน้มทำให้ความหวานขององุ่นต่ำกว่าการไม่ใช้สาร (control) เนื่องจากการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตดังกล่าว ทั้งที่ใช้ร่วมกันหรือใช้เพียงชนิดเดียวมีผลทำให้ผลองุ่นมีน้ำหนักและขนาดผลใหญ่ขึ้นโดย มีองค์ประกอบภายในผลเช่นของเหลวหรือน้ำปริมาณมาก ผลองุ่นสุกช้า ส่งผลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ รัฐพล และคณะ (2553) ได้รายงานการพ่น  $GA_3$  ที่ 25 และ 50 ppm ช่วง 1 ถึง 3 สัปดาห์หลังดอกบานทำให้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ต่ำกว่าการไม่ได้พ่น  $GA_3$  และ Cecilia and Fidelibus, (2008) ยังพบว่าการพ่น CPPU ที่ 20 ppm มีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง นอกจากนี้ Kim et al.(2006) ยังได้รายงานการใช้ CPPU ที่ 5-10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และเปอร์เซ็นต์กรดรวม (TA) ลดลง ด้วยเช่นกัน

ในส่วนของปริมาณแอนโทไซยานิน จากการทดลองพบว่า การพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของการทดลองนี้มีผลทำให้ผลองุ่นมีปริมาณแอนโทไซยานินค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพ่น  $GA_3$  ร่วมกับ CPPU มีผลทำให้ค่าของแอนโทไซยานินสูงที่สุด ยกเว้นการใช้ 4-CPA เพียงชนิดเดียวทำให้ผลองุ่นมีปริมาณแอนโทไซยานินในผลค่อนข้างต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Strydom (2013) พบว่า การใช้ CPPU ที่ 1 ppm มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานิน ของผลองุ่น พันธุ์ “Flame Seedless” เพิ่มขึ้น ในขณะที่ ใช้ CPPU ที่ 5 ppm กับ องุ่นพันธุ์ “Redglobe” ทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงขึ้น เช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้สารและการใช้สารที่ความเข้มข้นอื่น

ในส่วนของสีผิวผลขององุ่นพบว่า ค่า  $L^*$  และค่า  $b$  ของทุกสิ่งทดลองที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตและไม่ใช้สารให้ผลที่ไม่แตกต่างกันคือมีสีดำและสีน้ำเงินใกล้เคียงกันในส่วนของคุณค่า a พบว่าการพ่นสาร 4-CPA อย่างเดียว และพ่นสาร 4-CPA ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นมีผลทำให้ค่า a สูง ซึ่งหมายความว่าผลองุ่นจะมีสีแดงซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Lee et al. (1996) รายงานว่าการใช้ 4-CPA ที่ 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เอทธิฟอน ที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ชักนำให้เกิดสารสีแดงบริเวณเนื้อของมะเขือเทศเพิ่มมากขึ้น

### การทดลองที่ 3 ผลของการใช้สาร 4-CPA, $GA_3$ และ CPPU ต่อปริมาณและคุณภาพผลองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีสเลสส์”

การทดลองที่ 3 คือ การนำผลการทดลองที่ดีที่สุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพองุ่น 3 สิ่งทดลองมาทำการทดสอบซ้ำเพื่อทำการยืนยันผลการทดลอง คือ การใช้ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ  $GA_3$  ที่ 25

ppm การใช้ 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 50 ppm และการใช้  $GA_3$  ที่ 25 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน เปรียบเทียบกับการไม่ใช้สาร

จากผลการทดลองพบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตมีผลต่อน้ำหนักช่อ ความยาวช่อผล ความกว้างช่อผล น้ำหนักผล ความยาวผล และเส้นผ่าศูนย์กลางผลของทั้ง 3 สิ่งทดลอง ให้ผลสอดคล้องกับการทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นเพราะคุณสมบัติของสารทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวมีการทำงานร่วมกัน คือ 4-CPA มีคุณสมบัติเร่งการเจริญเติบโต และกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ (ลิลลี่ และคณะ, 2556) และเมื่อทำงานร่วมกับ CPPU ซึ่งมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการแบ่งเซลล์และเร่งการขยายตัวของเซลล์ (Richard, 1996) และ  $GA_3$  ซึ่งมีประสิทธิภาพอย่างมากในการแบ่งตัวของเซลล์และช่วยกระตุ้นการยืดยาวของเซลล์ (สมบุญ, 2548)

ส่วนด้านคุณภาพ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เปอร์เซ็นต์กรดรวม (TA) และปริมาณแอนโทไซยานินเมื่อเปรียบเทียบระหว่างทุกสิ่งทดลองที่ใช้สารและไม่ใช้สาร ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ 2 ส่วนสีผิวผลองุ่นคือค่า  $L^*a$  และ  $b$  พบว่า สิ่งทดลองที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต มีค่า  $L^*$  ต่ำหรือเข้าใกล้ค่าที่เป็นศูนย์มาก แสดงถึงองุ่นจะมีสีดำมากกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สาร และพบว่าค่า  $a$  และค่า  $b$  มีแนวโน้มต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารแสดงว่าองุ่นมีสีแดงและน้ำเงินปนอยู่นั้นแสดงถึงสีขององุ่นที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตจะเข้มกว่าที่ไม่ใช้สาร และยังพบว่า การใช้ 4-CPA ร่วมด้วยในทุกสิ่งทดลอง จะมีค่า  $L^*$  ต่ำ ค่า  $a$  สูงและค่า  $b$  ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ ลิลลี่ และคณะ (2556) ได้กล่าวว่าสาร 4-CPA เป็นสารในกลุ่มออกซิน สามารถกระตุ้นการสร้างเอทิลิน คือ จะช่วยกระตุ้นการทำงานของเอมไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างสารสีโดยเฉพาะสารแอนโทไซยานินในผิวผลขององุ่น

โดยการทดลองนี้ได้เก็บข้อมูลด้านขนาดและปริมาณเซลล์ในผลองุ่นทุก 10 วัน ของแต่ละสิ่งทดลองและจากการตรวจนับจำนวนเซลล์และทำการวิเคราะห์ทางสถิติที่ 50 วันหลังทำการพ่นสาร พบว่าจำนวนเซลล์ของทุกสิ่งทดลองที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตมีจำนวนมากกว่าการไม่ใช้สารโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลองุ่นที่พ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm มีจำนวนเซลล์ในผลมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Kano (2002) ได้รายงานการใช้สาร 4-CPA สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ และขนาดเซลล์ของผลเมล่อนทำให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น และ Kano (2005) รายงานการใช้ 4-CPA ที่ 500 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 20 ppm ส่งผลให้จำนวนเซลล์ และขนาดเซลล์ของเมล่อนเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของเซลล์ในผล พบว่าทุกสิ่งทดลองที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต มีผลต่ออัตราการขยายตัวของเซลล์ค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับการที่ไม่ใช้สาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพ่น 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm มีผลทำให้อัตราการยืดขยายขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์และความยาวของเซลล์ในผลสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักผล เส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของผลองุ่นของสิ่งทดลองดังกล่าวมากกว่า สิ่งทดลองอื่นๆ ด้วยเช่นกัน ซึ่ง

เป็นผลมาจากการทำงานร่วมกันของ 4-CPA และสาร CPPU โดยที่สารทั้ง 2 มีคุณสมบัติกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์โดยเฉพาะ 4-CPA เป็นกลุ่มของสารออกซินที่ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ ในระหว่างการสร้างแวคิวโอ (vacuole) เป็นผลทำให้เซลล์ขยายและยืดตัวในขณะที่สารควบคุมการเจริญเติบโตอื่นไม่มีผลเช่นนี้ (ลิลลี่ และคณะ, 2556) และสาร CPPU มีคุณสมบัติเร่งการขยายตัวของเซลล์ โดยเมื่อใช้ร่วมกับออกซิน (4-CPA) จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในการกำหนดทิศทางการแปรสภาพของเซลล์ (Richard,1996; ลิลลี่ และคณะ, 2556) และ Carvajal-millan et al. (2001) กล่าวว่า อนุพันธ์เมล็ดพันธุ์ 'FlameSeedless' ที่พ่นด้วย CPPU ทำให้น้ำหนักผลและขนาดผลเพิ่มมากขึ้น ซึ่ง CPPU มีส่วนช่วยในการขยายขนาดของเซลล์และมีผลในการส่งเสริมการยืดยาวของเซลล์มากกว่าการแบ่งเซลล์

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผล

จากการศึกษาอิทธิพลของสาร 4-CPA ต่อปริมาณ และคุณภาพพองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” โดยการพ่น 4-CPA ที่ระดับความเข้มข้น และช่วงเวลาที่แตกต่างกัน พบว่าสาร 4-CPA ที่ความเข้มข้น 50 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ น้ำหนักช่อผล ขนาดช่อผล น้ำหนักผล และขนาดผลองุ่น ได้ผลดีที่สุด และการใช้สาร 4-CPA ทุกความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลอง ที่ไม่เกิน 100 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้น้ำหนักช่อผล ขนาดช่อผล น้ำหนักผลและขนาดผล เพิ่มขึ้น

ส่วนด้านคุณภาพ การใช้สาร 4-CPA ทุกความเข้มข้น ช่วง 1 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง มีเปอร์เซ็นต์กรดรวมต่ำและค่า  $L^*$  ต่ำ ส่วนค่า  $a$  และ ค่า  $b$  สูง กว่าการพ่น ช่วง 10 วันหลังดอกบาน

จากการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อปริมาณและคุณภาพพองุ่นพันธุ์ “บิวตี้ซีดเลสส์” พบว่า 4-CPA ที่ 50 ppm ร่วมกับ CPPU ที่ 10 ppm ช่วง 10 วันหลังดอกบาน มีผลทำให้น้ำหนักช่อผล ขนาดช่อผล รวมถึงน้ำหนักผล และขนาดผลองุ่นเพิ่มสูงขึ้น มากกว่าการใช้ 4-CPA,  $GA_3$  หรือ CPPU เพียงชนิดเดียว และการไม่ใช้สารซึ่งสอดคล้องกับจำนวนเซลล์ และขนาดเซลล์ของผลองุ่นที่ 50 วันหลังพ่นสาร ซึ่งสูงกว่าสิ่งทดลองอื่น

#### ข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่องสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ทำให้พองุ่นมีปริมาณและคุณภาพเพิ่มขึ้น ควรจะศึกษาโดยการเพิ่มช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใช้สาร เช่น การใช้  $GA_3$  และ CPPU ควรมีการเลือกใช้สองช่วงเวลา คือ 1 และ 10 วันหลังดอกบานเหมือนการพ่น 4-CPA เพื่อเปรียบเทียบผลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น หรือเพิ่มช่วงเวลาการพ่นหลังดอกบานควรพ่นสารในช่วงเย็นหรือไม่มีแสง (มืด) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสารในกลุ่ม Auxin ที่ทำงานได้ดีในที่ไม่มีแสงหรือที่มืดให้ดียิ่งขึ้น และควรศึกษาถึงต้นทุน รวมถึงความสะดวกของการใช้สารอย่างมีประสิทธิภาพด้วย

## บรรณานุกรม

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางยของพืช**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.
- ชินพันธ์ ธนารุจ ปริญา ญ น่าน และ สรศักดิ์ นาทิพย์. 2555. อิทธิพลของ GA<sub>3</sub> และ CPPU ต่อคุณภาพผลผลิตของงุ่นพันธุ์บัวดีซีดเลสส์และพันธุ์เฟรมซีดเลสส์. น. 96 -105. ใน **ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง**. เชียงใหม่.
- ชินพันธ์ ธนารุจ. 2558. **เทคนิคการผลิตงุ่นเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิต**. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ปวิณ ปุณศรี. 2504. **งุ่น**. กรุงเทพฯ: สโมสรพืชสวนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรีชมน หายเชษฐโชค อุษณีย์ พิชกรรม และ วิชระ จินตโกวิท. 2549. **อิทธิพลของ CPPU ต่อการเจริญเติบโตของกวีพุดที่ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทย**. นครปฐม: ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2529. **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์: แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัฐพล ฉัตรบรรยงค์ สุรศักดิ์ นิลนนท์ และ วาสนี ศิริโชค. 2553. การตอบสนองของงุ่นพันธุ์ 'MarroSeedless' ต่อการฉีดพ่น GA<sub>3</sub>. **ว. วิทย. กษ. 41** (3/1) (พิเศษ): 421-424.
- ลิลลี่ กาวีตะมาลี ญ นครศรีสม สุวรรณวงศ์ สุริยา ตันติวิวัฒน์ และ ณรงค์ วงศ์กันทากร. 2556. **สรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. **สรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรทิน ใจดี. 2553. **ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพของงุ่นรับประทานผลสดในเขตร้อนชื้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรศักดิ์ นิลนนท์ รัฐพล ฉัตรบรรยงค์ และ ฉัตรชัย หล้าบรรเทา. 2553. การใช้ GA<sub>3</sub> และ CPPU เพื่อเพิ่มขนาดของงุ่นรับประทานสดพันธุ์ Perlette. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48**. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร. 2560. **การนำเข้าส่งออกงุ่น**. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา [http://www.oae.go.th/oaereport/export\\_result.php](http://www.oae.go.th/oaereport/export_result.php) (30 มกราคม 2560).

- Ben-Arie, R., P. Sarig, Y. Cohen-Ahdut, Y. Zutkhi, L. Sonogo, T. Kapulonov, & N. Lisker. 1997. CPPU and GA<sub>3</sub> effects on pre-and post-harvest quality of seedless and seeded grapes. **Acta Hort.** 463: 349-357.
- Carvajal-Millan, E., T. Carvallo, J. A. Orozco, M.A. Martinez, I. Tapia, V. M. Cuerrero, A. Rascon-chu, J. Llamas & A. A. Gardea. 2001. Polyphenol oxidase activity color changes and dehydration in table grape rachis during development and storage as affected by N-(2-chloro-4-pyridyl)-N-phenylurea. **J.Agric.Food Chem.** 49: 946-951.
- Cecilia Peppi, M. & M. W. Fidelibus. 2008. Effects of for chlorfenuron and abscisic acid on the quality of 'flame seedless' grapes. **Hort Science.** 43(1): 173-176.
- Ercan, N. & M. Akilli. 1996. Reasons for parthenocarpy and the effects of various hormone treatments on fruit set in pepino (*Solanum muricatum* Ait.). **Scientia Horticulturae.** 66: 141-147.
- Eric, S. & M. Tim. 2012. **Stages of Grape Berry Development.** Available: <http://www.extension.org/pages/31096/stages-of-grape-berry-development>. (17 September 2013).
- Greene, D. W. 2001. CPPU influences fruit quality and fruit abscission of "McIntosh" Apples. **Hort science.** 35(7): 1292-1295.
- Hamada, K., H. Kojiro & O. Tsuneo. 2008. Strapping and a synthetic cytokinin promote Cell enlargement in 'Hiratanenashi' japanese persimmon. **Plant Growth Reglu.** 54: 225-230.
- Hayata, Y., Y. Niimi, K. Inone, & S. Kondo. 2000. CPPU and BA with and without pollination affect set growth and quality of muskmelon fruit. **Hort Science.** 35(5): 868-870.
- Huitron, M. V., D. Manuel, D. Fernando, & C. Francisco. 2007. Effect of 2, 4-D and CPPU triploid watermelon production and quality. **HortScience.** 42(3): 559-564.
- Hiroyuki, S. & S. Kenji. 2002. Single GA<sub>3</sub> treatment technique for seedless cv. "Kyoho" Grapes. **Res. Bull. Aichi. Agric. Res. Ctr.** 34: 127-132.

- Kano, Y. 2002. Relationship between sucrose accumulation & cell size in 4-CPA-treated melon fruits (*Cucumis melo* L.). **Horticultural Science and Biotechnology**. 77(5): 546-550.
- Kano, Y. 2005. Comparison of the effects of 4-CPA and CPPU treatment on melon cell size and sugar accumulation. **Environment Control in Biology**. 43(3): 147-154.
- Kim, I. S. & C. S. Jeong. 1996. Effect of growth on puffy-fruit, Content and organic acid in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Hort Science**. 37(2): 187-192.
- Kim, J. G., Y. Takami, T. Mizugami, K. Beppu, T. Fukuda & I. Kataoka. 2006. CPPU Application on size and quality of hardy kiwifruit. **Scientia Horticulturae**. 110: 219-222.
- Lee, H. Y., S. H. Kim. S. Y. Lee. H. M. Shin. D. H. Han. J. T. Cho & I. M. J. Jeong. 1996. Studies on whole truss-harvesting method of cherry tomato by plant growth regulator treatments. *Agricultural sciences*. 38(1): 568-571.
- Marzouk, H. A. & H. A. Kassem. 2011. Improving yield quality and shelf life of 'Thompson Seedless' Grapevine by Pre-harvest foliar application. **Scientia Horticulturae**. 130: 425-430.
- Michael, G. M., B. Alain & W.E.Larry. 1992. **Biology of the Grapevine**. Cambridge university press.
- Nampila, R. B., S. Chen, C. C. Chen & Y. S. Yang. 2010. Effect of GA<sub>3</sub> and CPPU on berry size of seedless grapes. **Horticulture NCHU**. 35 (3): 53-64.
- Nick, K. D., L. E. Williams & R. A. Neja. 1995. Chilling exposure and hydroger cyana mide interact in breaking dormancy of grape buds. **HortScience**. 30(6): 1244-1247.
- Panagiotis, M. N., A. R. Aziz & A. A. Kalliopi. 2012. Polyamines and grape berry development. *The biochemistry of the grape berry*. 137-159.
- Ranganna, S. 1977. **Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products**. Tata McGraw-Hill, New Delhi.

- Reynolds, A.G., D.A. Wardle, C. Zurowski & N.E. Looney. 1992. Phenylureas CPPU and thidiazuron affect yield components, fruit composition, and storage potential of four seedless grapes selection. *J. AMER. Soc. Hort Science*. 117(1): 85-89.
- Richard, N. A. 1996. **Plant Growth Substances**. The pennsylvania state university. 332 p.
- Robert, L.W. 1976. **Grape Growthing**. University of california. 371 p.
- Ronald, S. J. 2008. *Wine Science : Principles and application*. 751 p.
- Sharma, S. & P. C. Jindal. 1982. Effect of 4-Chlorophenoxyacetic acid and benzyl adenine on berry drop, yield and quality of grape cultivar 'Beauty Seedless'. **Agricultural Sciences**. 52(2): 98-101.
- Strydom, J. 2013. Effect of CPPU (N-(2-Chloro-4-Pyridinyl)-N'Phenylurea) and a seaweed extract on 'Flame Seedless', Redglobe and 'Crimson Seedless' grape quality. **Horticultural Science and Biotechnology**. 34(2): 233-240.
- Sugiyama, N. & Y. T. Yamaki. 1995. Effects of CPPU on fruit set and fruit growth in japanese persimmon. **Scientia Horticulturae**. 60: 337-343.
- Susan, F. W. 2006. **The Role of Abscisic Acid in Grape Berry Development**. A thesis submitted of the degree of doctor of philosophy auckland university. newzealand.
- Taiz, L. & E. Zeiger. 2006. **Plant Physiology**. University of california. 764 p.
- Um, Y. C., N. Katsara. & H. Yashioka. 1991. Changes in the sugar contents and invertase activities in young fruits of tomato and melon. **Hort Science**. 33(1): 7-15.
- University of California. 2013. **Viticultural Information**. Availabel: [http://iv.ucdavis.edu/Viticultural\\_Information/?uid=223&ds=351](http://iv.ucdavis.edu/Viticultural_Information/?uid=223&ds=351). (9 September 2016)
- Williamsom, J. G. & D. Scoott Nesmith. 2007. Effect of CPPU application on southern highbush blueberries. **Hort Science**. 42 (7): 1612-1615.
- Zabadal, T. J. & M. J. Bukovac. 2006. Effect of CPPU on fruit development of selected seedless and seeded grape cultivars. **Hort Science**. 41 (1): 154-157.
- Zhang, C. & D. W. Matthew. 2011. Improving 'Bing' sweet cherry fruit quality with plant growth regulators. **Hort Science**. 127: 341-346.

Zoecklein, B. W., K.C. Fugelsang, Gump & F.S. Nury. 1999. Grape maturity and quality. **Wine Analysis and Production**. Springer USA.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ภาพประกอบการเก็บข้อมูลวิจัย



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะการแตกยอดพร้อมช่อดอก 10 วันหลังตัดแต่ง



ภาพผนวกที่ 2 ลักษณะช่อดอกอวบ อายุ 20 วัน หลังตัดแต่ง



ภาพผนวกที่ 3 วิธีการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulators: PGR)



ภาพผนวกที่ 4 สภาพทั่วไปของแปลงทดลอง



ภาพผนวกที่ 5 ผลองุ่น 70 วันหลังพ้นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช  
(Plant Growth Regulators: PGR)



ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA)

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักช่อผลงุ่น  
การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	109891.78	13736.47	14.80**	<.0001
A (4-1)	3	10751.94	3583.98	3.86 *	0.0186
B (2-1)	1	82871.47	82871.47	89.31**	<.0001
AB	3	13632.03	4544.01	4.89 **	0.0064
Error	45	41756.91	927.93		
Total	53	151648.69			

หมายเหตุ C. V. = 27.45

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างช่อผล  
การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	6294.13	786.76	3.40 **	<.0001
A (4-1)	3	1324.24	441.41	1.91 <sup>ns</sup>	0.1397
B (2-1)	1	4811.20	4811.20	20.77 **	<.0001
AB	3	82.52	27.50	0.12 <sup>ns</sup>	0.9475
Error	45	10423.07	231.62		
Total	53	16717.20			

หมายเหตุ C. V. = 17.67

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวช่อดงุ่นผล  
การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	3370.69	421.33	1.04 ns	0.4223
A (4-1)	3	1774.09	591.36	1.46 ns	0.2628
B (2-1)	1	945.18	945.18	2.33 ns	0.1453
AB	3	485.10	161.70	0.40 ns	0.7694
Error	45	18260.43	405.78		
Total	53	21631.12			

หมายเหตุ C. V. = 14.53

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักผลดงุ่น  
การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	2052.79	256.59	26.47**	<.0001
A (4-1)	3	190.70	63.56	6.56**	0.0016
B (2-1)	1	1560.66	1560.66	161.00**	<.0001
AB	3	286.33	95.44	9.85**	<.0001
Error	45	436.20	9.69		
Total	53	2489.00			

หมายเหตุ C. V. = 16.91

**ตารางผนวกที่ 5** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เส้นผ่าศูนย์กลาง  
ผลงุ่น การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	153.54	19.19	18.13 **	<.0001
A (4-1)	3	23.46	7.82	7.39 **	0.0009
B (2-1)	1	112.09	112.09	105.90 **	<.0001
AB	3	17.23	5.74	5.43 **	0.0054
Error	45	47.62	1.05		
Total	53	201.16			

หมายเหตุ C. V. = 7.62

**ตารางผนวกที่ 6** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวผลงุ่น  
การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	185.56	23.19	19.72 **	<.0001
A (4-1)	3	34.40	11.46	9.75 **	<.0001
B (2-1)	1	119.65	119.65	101.75 **	<.0001
AB	3	25.99	8.66	7.37 **	0.0009
Error	45	52.91	1.17		
Total	53	238.48			

หมายเหตุ C. V. = 6.83

**ตารางผนวกที่ 7** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลองุ่น (Total soluble solids, TSS) การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	325.83	40.72	21.01 <sup>**</sup>	<.0001
A (4-1)	3	43.90	14.63	7.55 <sup>**</sup>	0.0002
B (2-1)	1	272.79	272.79	140.72 <sup>**</sup>	<.0001
AB	3	7.75	2.58	1.33 <sup>ns</sup>	0.2291
Error	45	87.23	1.93		
Total	53	413.06			

หมายเหตุ C. V. = 8.14

**ตารางผนวกที่ 8** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เฟอร์เซ็นต์กรดของผลองุ่น (Titra table acidity, TA) การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	1.56	0.19	8.35 <sup>**</sup>	<.0001
A (4-1)	3	0.43	0.14	6.25 <sup>**</sup>	0.0014
B (2-1)	1	0.92	0.92	39.90 <sup>**</sup>	<.0001
AB	3	0.10	0.03	1.54 <sup>ns</sup>	0.2197
Error	45	1.05	0.02		
Total	53	2.61			

หมายเหตุ C. V. = 22.49

**ตารางผนวกที่ 9** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ของผลองุ่น การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	424.39	53.04	2.19 <sup>ns</sup>	0.0793
A (4-1)	3	50.19	16.73	1.41 <sup>ns</sup>	0.2764
B (2-1)	1	118.99	118.99	10.03 <sup>ns</sup>	0.0060
AB	3	99.31	33.10	2.79 <sup>ns</sup>	0.0742
Error	18	435.25	24.18		
Total	26	859.65			

หมายเหตุ C. V. = 43.03

**ตารางผนวกที่ 10** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนผลต่อช่อของ องุ่นการทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	54.66	6.83	0.24 <sup>ns</sup>	0.9821
A (4-1)	3	17.41	5.80	0.19 <sup>ns</sup>	0.9061
B (2-1)	1	10.08	10.08	0.33 <sup>ns</sup>	0.3675
AB	3	27.08	9.02	0.30 <sup>ns</sup>	0.8269
Error	45	1308.16	29.0		
Total	53	1362.83			

หมายเหตุ C. V. = 7.81

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลงุ่น ค่า L\* (lightness) การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	147.46	18.43	8.74 <sup>**</sup>	<.0001
A (4-1)	3	38.55	12.85	6.48 <sup>**</sup>	<.0001
B (2-1)	1	91.30	91.30	46.01 <sup>**</sup>	<.0001
AB	3	13.23	4.41	2.22 <sup>ns</sup>	0.1003
Error	18	94.86	2.10		
Total	26	242.33			

หมายเหตุ C. V. = 6.00

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลงุ่น ค่า a (redness) การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	78.05	9.75	9.53 <sup>**</sup>	<.0001
A (4-1)	3	46.84	15.61	13.72 <sup>**</sup>	<.0001
B (2-1)	1	0.00	0.00	0.00 <sup>ns</sup>	0.9850
AB	3	17.46	5.82	5.11 <sup>**</sup>	0.0043
Error	18	46.09	1.02		
Total	26	124.14			

หมายเหตุ C. V. = 21.10

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลงุ่น ค่า b (yellowness) การทดลองที่ 1

Source	df	SS	MS	F	P
Trt.combination (9-1)	8	53.89	6.73	3.27 <sup>**</sup>	0.0051
A (4-1)	3	28.08	9.36	4.07 <sup>*</sup>	0.0130
B (2-1)	1	8.58	8.58	3.73 <sup>ns</sup>	0.0606
AB	3	9.23	3.07	1.34 <sup>ns</sup>	0.2760
Error	18	92.70	2.06		
Total	26	146.60			

หมายเหตุ C. V. = 30.30

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักช่อผลงุ่น การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	33956.73	4850.96	3.17 <sup>*</sup>	0.0116
Error	32	48964.06	1530.12		
Total (40-1)	39	82920.79			

หมายเหตุ C. V. = 25.86

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างข้อผลงุ่น  
การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	3506.87	500.98	2.95 *	0.0168
Error	32	5437.31	169.91		
Total (40-1)	39	8944.19			

หมายเหตุ C. V. = 13.93

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวข้อผลงุ่น  
การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	3724.64	532.09	1.53 <sup>ns</sup>	0.1921
Error	32	11113.11	347.28		
Total (40-1)	39	14837.76			

หมายเหตุ C. V. = 12.38

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักผลงุ่น  
การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	381.29	54.47	11.38 **	<.0001
Error	32	153.17	4.78		
Total (40-1)	39	534.46			

หมายเหตุ C. V. = 8.76

**ตารางผนวกที่ 18** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เส้นผ่าศูนย์กลางผล  
องุ่นการทดลองที่ 2

S.O.V.	df	S.S.	M.S.	F	P
Trt (8-1)	7	21.96	3.13	14.57 <sup>**</sup>	<.0001
Error	32	6.89	0.21		
Total (40-1)	39	28.85			

หมายเหตุ C. V. 2.96

**ตารางผนวกที่ 19** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวผลองุ่น  
การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	24.5	3.50	11.02 <sup>**</sup>	<.0001
Error	32	10.17	0.31		
Total (40-1)	39	34.69			

หมายเหตุ C. V. = 3.34

**ตารางผนวกที่ 20** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณของแข็งที่  
ละลายน้ำได้ (Total soluble solids, TSS) ของผลองุ่น การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	9.41	1.34	3.86 <sup>**</sup>	0.0038
Error	32	11.16	0.34		
Total (40-1)	39	20.57			

หมายเหตุ C. V. = 3.49

ตารางผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เพอร์เซ็นต์กรดของผลองุ่น (Titratable acidity, TA) การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	0.21	0.031	7.10 <sup>**</sup>	<.0001
Error	32	0.14	0.004		
Total (40-1)	39	0.36			

หมายเหตุ C. V. = 11.39

ตารางผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ของผลองุ่น การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	707.67	101.09	4.17 <sup>**</sup>	0.0085
Error	16	387.60	24.22		
Total (40-1)	23	1095.28			

หมายเหตุ C. V. = 26.98

ตารางผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนผลต่อช่อขององุ่น การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	40.57	5.79	0.21 <sup>ns</sup>	0.9805
Error	32	881.20	27.53		
Total (40-1)	39	921.77			

หมายเหตุ C. V. = 7.97

ตารางผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลงุ่น ค่า L\* (lightness) การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	8.70575000	1.24367857	1.77 <sup>ns</sup>	0.1285
Error	32	22.51200000	0.70350000		
Total (40-1)	39	31.21775000			

หมายเหตุ C. V. = 3.71

ตารางผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลงุ่นพันธุ์ ค่า a (redness) การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	3.57	0.51	2.39 <sup>*</sup>	0.0437
Error	32	6.83	0.21		
Total (40-1)	39	10.41			

หมายเหตุ C. V. = 24.47

ตารางผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลงุ่น ค่า b (yellowness) การทดลองที่ 2

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (8-1)	7	3.93	0.56	1.00 <sup>ns</sup>	0.4511
Error	32	18.01	0.56		
Total (40-1)	39	21.95			

หมายเหตุ C. V. = 17.64

ตารางผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักช่อผล  
องุ่น การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	71065.54	23688.51	12.96 <sup>**</sup>	<.0001
Error	36	65794.61	1827.62		
Total (40-1)	39	136860.15			

หมายเหตุ C. V. = 18.59

ตารางผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างช่อผล  
องุ่น การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	1287.88	429.29	2.25 <sup>**</sup>	0.0984
Error	36	6855.63	190.43		
Total (40-1)	39	8143.52			

หมายเหตุ C. V. = 18.59

ตารางผนวกที่ 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวช่อผล  
องุ่น การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	1351.80	450.60	1.01 <sup>ns</sup>	0.3981
Error	36	16008.60	444.68		
Total (40-1)	39	17360.40			

หมายเหตุ C. V. = 10.35

ตารางผนวกที่ 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักผลงุ่น  
การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	491.83	163.94	14.97 **	<.0001
Error	36	394.32	10.95		
Total (40-1)	39	886.15			

หมายเหตุ C. V. = 17.27

ตารางผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เส้นผ่าศูนย์กลาง  
ผลงุ่น การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	30.41	10.13	16.11 **	<.0001
Error	36	22.65	0.62		
Total (40-1)	39	53.07			

หมายเหตุ C. V. = 5.74

ตารางผนวกที่ 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวผลงุ่น  
การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	40.57	13.52	12.60 **	<.0001
Error	36	38.65	1.07		
Total (40-1)	39	79.22			

หมายเหตุ C. V. = 7.02

**ตารางผนวกที่ 33** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผล (Total soluble solids, TSS) การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	11.75	3.91	1.46 <sup>ns</sup>	0.2409
Error	36	96.41	2.67		
Total (40-1)	39	108.16			

หมายเหตุ C. V. = 9.60

**ตารางผนวกที่ 34** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เปอร์เซ็นต์กรดของผลอ่อน (Titratable acidity, TA) การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	0.003	0.001	0.31 <sup>ns</sup>	0.8198
Error	16	0.060	0.003		
Total (20-1)	19	0.064			

หมายเหตุ C. V. = 19.24

**ตารางผนวกที่ 35** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ปริมาณแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ของผลอ่อน การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	22.00	7.33	0.78 <sup>ns</sup>	0.5298
Error	16	149.77	9.36		
Total (20-1)	19	171.77			

หมายเหตุ C. V. = 33.45

**ตารางผนวกที่ 36** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนผลต่อชื่อ  
ขององุ่นการทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	21.75	7.25	1.88 <sup>ns</sup>	0.1499
Error	36	138.67	3.85		
Total (40-1)	39	160.43			

หมายเหตุ C. V. = 13.74

**ตารางผนวกที่ 37** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลองุ่น ค่า  
L\* (lightness) การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	54.40	18.13	3.23 <sup>*</sup>	0.0334
Error	36	201.79	5.60		
Total (40-1)	39	256.19			

หมายเหตุ C. V. = 8.49

**ตารางผนวกที่ 38** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลองุ่น ค่า a  
(redness) การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	9.55	3.18	2.53 <sup>ns</sup>	0.0729
Error	36	45.40	1.26		
Total (40-1)	39	54.95			

หมายเหตุ C. V. = 32.04

ตารางผนวกที่ 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) สีผิวผลงุ่น ค่า b (yellowness) การทดลองที่ 3

Source	df	SS	MS	F	P
Trt (4-1)	3	15.94	5.316	2.04 <sup>ns</sup>	0.1259
Error	36	93.91	2.60		
Total (40-1)	39	109.86			

หมายเหตุ C. V. = 42.31

ตารางผนวกที่ 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ของงุ่น 10 วัน หลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	100.88	33.62	8967.56**	<.0001
Error	12	0.05	0.2		
Total	15	100.93			

หมายเหตุ C. V. = 1.07

ตารางผนวกที่ 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ของงุ่น 20 วัน หลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	236.34	78.78	1890.72**	<.0001
Error	12	0.50	0.04		
Total	15	236.84			

หมายเหตุ C. V. = 1.22

**ตารางผนวกที่ 42** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของ  
สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ของงุ่น 30 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	357.36	119.12	1985.33**	<.0001
Error	12	0.72	0.06		
Total	15	358.08			

หมายเหตุ C. V. = 2.29

**ตารางผนวกที่ 43** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของ  
สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ของงุ่น 40 วัน หลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	33.79	11.26	307.18**	<.0001
Error	12	0.44	0.03		
Total	15	34.23			

หมายเหตุ C. V. = 1.61

**ตารางผนวกที่ 44** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของ  
สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อจำนวนเซลล์ของงุ่น 50 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	106.86	35.62	1221.34**	<.0001
Error	12	0.35	0.02		
Total	15	107.21			

หมายเหตุ C. V. = 1.05

**ตารางผนวกที่ 45** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของ  
สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความกว้างเซลล์ 10 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	193.74	64.58	100.58**	<.0001
Error	12	7.70	0.64		
Total	15	201.44			

หมายเหตุ C. V. = 4.07

**ตารางผนวกที่ 46** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของ  
สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความกว้างเซลล์ 20 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	122.36	40.78	58.49**	<.0001
Error	12	8.36	0.69		
Total	15	130.73			

หมายเหตุ C. V. = 4.29

**ตารางผนวกที่ 47** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของ  
สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความกว้างเซลล์ 30 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	551.32	183.77	476.05**	<.0001
Error	12	4.63	0.38		
Total	15	555.96			

หมายเหตุ C. V. = 2.29

**ตารางผนวกที่ 48** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความกว้างเซลล์ 40 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	766.24	255.41	1236.14**	<.0001
Error	12	2.47	0.20		
Total	15	768.72			

หมายเหตุ C. V. = 1.55

**ตารางผนวกที่ 49** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความกว้างเซลล์ 50 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	1393.21	464.40	1779.99**	<.0001
Error	12	3.13	0.26		
Total	15	1396.34			

หมายเหตุ C. V. = 1.53

**ตารางผนวกที่ 50** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ 10 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	1511.55	503.85	978.90**	<.0001
Error	12	6.17	0.51		
Total	15	1517.73			

หมายเหตุ C. V. = 0.98

**ตารางผนวกที่ 51** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ 20 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	2365.40	788.46	1526.32**	<.0001
Error	12	6.19	0.51		
Total	15	2371.60			

หมายเหตุ C. V. = 0.85

**ตารางผนวกที่ 52** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ 30 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	8662.18	2887.39	704.88**	<.0001
Error	12	49.15	4.09		
Total	15	8711.34			

หมายเหตุ C. V. = 2.11

**ตารางผนวกที่ 53** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ 40 วันหลังพ้นสาร

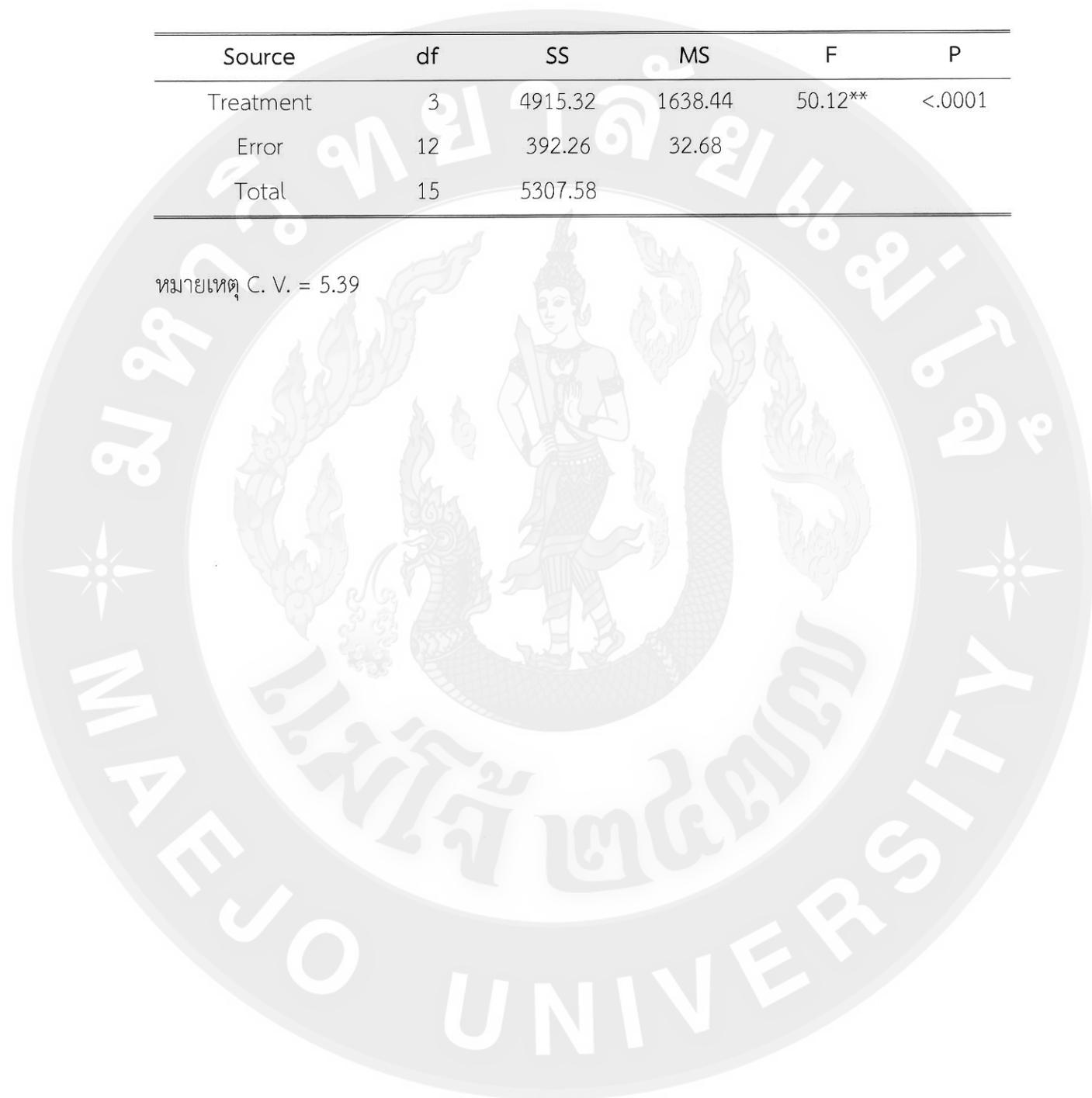
Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	7572.32	2524.10	1762.53**	<.0001
Error	12	17.18	1.43		
Total	15	7589.51			

หมายเหตุ C. V. = 1.13

ตารางผนวกที่ 54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) แสดงอิทธิพลของ  
สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อความยาวเซลล์ 50 วันหลังพ้นสาร

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	4915.32	1638.44	50.12**	<.0001
Error	12	392.26	32.68		
Total	15	5307.58			

หมายเหตุ C. V. = 5.39





ภาคผนวก ค

ประวัติผู้วิจัย

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายวรกร รามะวุธ
เกิดเมื่อ	13 มกราคม 2522
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2541 ประกาศนียบัตร วิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2543 ประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2545 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาไม้ผล มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2545 ถึงปัจจุบันนักวิชาการเกษตร สถานีเกษตรหลวงปางดะ (หน่วยวิจัยส้มโป่งน้อย) จังหวัดเชียงใหม่