



**อิทธิพลของ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) และอุณหภูมิต่อคุณภาพ
หลังการเก็บเกี่ยวน้อยหน่า**

วีรพงษ์ ลีอ้อแก้ว

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาคามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้**

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

ชื่อเรื่อง
อิทธิพลของ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) และอุณหภูมิต่อคุณภาพ
หลังการเก็บเกี่ยวน้อยหน่า

โดย
วีรพงษ์ สีอแก้ว

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรเดช เจริญกิจ)
วันที่ 22 เดือน ก.ย. พ.ศ. ๕๖

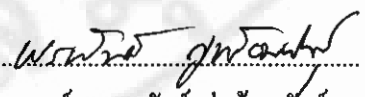
กรรมการที่ปรึกษา


(รองศาสตราจารย์ ดร.ชยพร ชำ่มณี)
วันที่ 22 เดือน ก.ย. พ.ศ. ๕๖

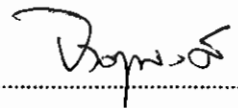
กรรมการที่ปรึกษา


(อาจารย์ ดร.จินพันธ์ ธนารุง)
วันที่ 22 เดือน ก.ย. พ.ศ. ๕๖

ประธานอาจารย์ประจำหลักสูตร


(อาจารย์ ดร.พรพันธ์ ภู่อ้อมพันธุ์)
วันที่ 23 เดือน ก.ย. พ.ศ. ๕๖

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุพงศ์ วาฤทธิ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 24 เดือน ก.ย. พ.ศ. ๕๖

ชื่อเรื่อง	อิทธิพลของ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) และอุณหภูมิต่อคุณภาพ หลังการเก็บเกี่ยวน้อยหน่า
ชื่อผู้เขียน	นายวีรพงษ์ ลีซอแก้ว
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรบุษ เจริญกิจ

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของสาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP) ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0 (ชุดควบคุม) 1,800 และ 3,600 ppb นาน 3 ชั่วโมง กับน้อยหน่า 3 พันธุ์ (พันธุ์ 'เพชรปากช่อง' 'หนังเขียว' และ 'ฝ้ายเขียว') และอิทธิพลของการเก็บรักษาน้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' และ 'ฝ้ายเขียว' ไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน หลังได้รับสิ่งทดลองโดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เพื่อบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการวางจำหน่าย พบว่า การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,800 ppb ทำให้น้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' และ พันธุ์ 'หนังเขียว' มีจำนวนวันสุกและอายุการวางจำหน่ายยาวนานกว่าชุดที่ไม่ได้รมสาร โดยมีความแน่นเนื้อลดลงช้ากว่าชุดควบคุม แต่การรมสาร 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลและอายุการวางจำหน่ายของพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' ส่วนการเก็บรักษาน้อยหน่าไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่า น้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' และ 'ฝ้ายเขียว' มีอายุการเก็บรักษานาน 11 วันในห้องเย็น แต่มีอายุการวางจำหน่ายหลังออกจากห้องเย็นลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยเก็บในห้องเย็น 10 วัน มีอายุการวางจำหน่ายหลังออกจากห้องเย็นในห้องเย็นน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ การเก็บรักษาน้อยหน่าที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น แต่ความแน่นเนื้อของผลลดลงตามอายุการเก็บรักษา

Title	Influence of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) and Temperature on Postharvested Quality of Sugar Apple (<i>Annona squamosa</i> L.)
Author	Mr. Weerapong Seehorekaew
Degree of	Master of Science in Horticulture
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Theeranuch Jaroenkit

ABSTRACT

The study on the effect of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on sugar apples (cultivars 'Phet Pakchong', 'Nangkhiew', and 'Faikhiew') using 3 levels of concentrations (0 (control), 1,800 and 3,600 ppb for 3 hours) and the effect of low temperature 13 °C for 0, 2, 4, 6, 8 and 10 days on postharvest quality of sugar apple, was conducted. After treatments, the sugar apples were kept at 25 °C for quality evaluation and shelf life. It was found that gassed 'Phet Pakchong' and 'Nangkhiew' varieties with 1-MCP at 1,800 ppb resulted in longer storage time and shelf life than that of control fruits. Besides, their firmness had slower rate of decrease than that of the control. However, all concentrations of 1-MCP did not have any effect on fruit quality and shelf life of 'Faikhiew' variety. For the study on the effect of cold temperature storage (13 °C) on sugar apple, it was found that 'Phet Pakchong' and 'Faikhiew' varieties had longer storage life at 11 days in the cold storage. However, shelf life after cold room storage was decreased to ten days. In addition, keeping the sugar apples at 13 °C caused an increase in total soluble solid content and percentage of weight loss but decrease in firmness of the sugar apples based on storage time.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรบุษ เจริญกิจ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำตั้งแต่เริ่มดำเนินการวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ขงยุทธ ขำมณี อาจารย์ ดร.ชินพันธ์ ธนารุจ กรรมการที่ปรึกษา และ เจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสถาบันอินทรีจันทร์สถิตย์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ใช้ในการทดลอง และให้คำปรึกษาในการจัดหาผลิตผลมาทำงานวิจัย และขอขอบคุณ พี่เพื่อน และน้อง ๆ ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความช่วยเหลือและมีส่วนร่วมในการดำเนินงานทดลองในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อบัณฑิต คุณแม่พุดศิลป์ ลีฮอแก้ว และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษา และเป็นกำลังใจตลอดมา และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และคอยช่วยเหลือดูแลตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำในเรื่องต่างๆ

วีรพงษ์ ลีฮอแก้ว

กรกฎาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
สารบัญตารางผนวก	(11)
สารบัญภาพผนวก	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตของงานวิจัย	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
นัยหน้าและนัยหน้าถูกผสม	3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
พันธุ์นัยหน้า	5
พัฒนาการและการสุกของผล	6
การเจริญเติบโตของผล	7
การแก่และการสุกของผลไม้	8
การเก็บเกี่ยวนัยหน้า	10
การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว	10
เอทิลีน	11
คุณสมบัติของเอทิลีน	11
การสังเคราะห์เอทิลีน	13
การควบคุมการสังเคราะห์เอทิลีน	14
ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์เอทิลีน	15
ปัจจัยที่มีผลยับยั้งการทำงานของเอทิลีน	16

สาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP)	17
ผลของ 1-MCP ที่มีผลต่อผลไม้	17
การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ	19
การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำ	19
ความเสียหายจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ	21
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	24
การทดลองส่วนที่ 1 ผลของ 1- Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาน้อยหน่า 3 สายพันธุ์	24
การทดลองส่วนที่ 2 ผลของอุณหภูมิ 13 °C ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่า	25
การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ผล	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง	27
ผลการทดลองส่วนที่ 1 ผลของ 1- Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาน้อยหน่า 3 สายพันธุ์	27
ผลการทดลองส่วนที่ 2 ผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่า	40
บทที่ 5 วิจัยผลการทดลอง	53
การทดลองส่วนที่ 1 ผลของ 1- Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาน้อยหน่า 3 สายพันธุ์	53
การทดลองส่วนที่ 2 ผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่า	54
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	57
สรุปผลการทดลอง	57
ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก ตารางผนวก	64
ภาคผนวก ข ภาพผนวก	68
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย	76

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 คุณสมบัติทางกายภาพของเอทริลิน	13
2 ผลของ 1-MCP ต่อระยะการสุกและ อายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่าพันธุ์‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสาร นาน 3 ชั่วโมง	29
3 ผลของ 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ได้หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 วัน ของ น้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสารนาน 3 ชั่วโมง	32
4 ผลของ 1-MCP ต่อระยะการสุกและ อายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่าพันธุ์‘หนังเขียว’ หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมง	33
5 ผลของ 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ได้หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน ของ น้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’ หลังรมสารนาน 3 ชั่วโมง	36
6 ผลของ 1-MCP ต่อระยะการสุกและ อายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่าพันธุ์‘ฝ้ายเขียว’ หลังรมสารนาน 3 ชั่วโมง	37
7 ผลของ 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ได้หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 วัน ของ น้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ หลังรมสารนาน 3 ชั่วโมง	40
8 อายุการวางจำหน่ายและอายุการเก็บรักษาของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังจากเข้าห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	42
9 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังเก็บรักษาในห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน	46
10 อายุการวางจำหน่ายและอายุการเก็บรักษาของน้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ หลังจากเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	48
11 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ หลังจากเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	52

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงไดอแกรมการสังเคราะห์เอทิลีนของ Yang Cycle	14
2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม (ก,ข) และชุดที่รมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1,800 ppb (ค,ง) และ 3,600 ppb (จ,ฉ) โดยเปรียบเทียบวันเริ่มต้น (ก,ค,จ) และวันที่ผลผลิตหมดอายุการวางจำหน่าย (ข,ง,ฉ)	30
3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของน้อยหน่า พันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน	31
4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม (ก,ข) และชุดที่รมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1,800 ppb (ค,ง) และ 3,600 ppb (จ,ฉ) โดยเปรียบเทียบวันเริ่มต้น (ก,ค,จ) และวันที่ผลผลิตหมดอายุ (ข,ง,ฉ)	34
5 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’ หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน	38
6 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม (ก,ข) และชุดที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1,800 ppb (ค,ง) และ 3,600 ppb (จ,ฉ) โดยเปรียบเทียบวันเริ่มต้น (ก,ค,จ) และวันที่ผลผลิตหมดอายุ (ข,ง,ฉ)	39
7 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของน้อยหน่า พันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน	37
8 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส นาน 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน และ นำออกมาจากห้องเย็น เพื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน	43

- 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (ก) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (ข) ของ
น้อยหน้าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' หลังเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส 44
- 10 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของ
น้อยหน้าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' หลังจากเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส 45
- 11 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของน้อยหน้าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังเข้าห้อง
เย็น 13 องศาเซลเซียส นาน 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 วันและ นำออกมาจากห้องเย็น
เพื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน 47
- 12 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (ก) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (ข) ของน้อยหน้า
พันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส 50
- 13 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของ
น้อยหน้าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส 51

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	แสดงความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิในตู้รมขณะที่น้อยหน้ากำลังรมสาร 1-MCP	65
2	แสดงความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิในห้องเก็บรักษาน้อยหน้าที่ผ่านการรมสาร 1-MCP	65
3	ผลของ 1-MCP ต่อระยะการสุกและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสารนาน 6 ชั่วโมง (งานทดสอบความเข้มข้นของ 1-MCP ปี 2555 ก่อนเริ่มงานทดลอง)	66
4	ผลของ 1-MCP ต่อความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสารนาน 6 ชั่วโมง (งานทดสอบความเข้มข้นของ 1-MCP ปี 2555 ก่อนเริ่มงานทดลอง)	66

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	แสดงลักษณะแปลงน้้อยหน้าทีนำมาทำงานทดลอง จาก อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา	69
2	แสดงลักษณะการคักผลผลิตและโรงที่ใช้คักบรรจุน้้อยหน้าทีนำมาทำงานทดลอง	69
3	แสดงลักษณะของคู้ที่ใช้ในการรมสาร 1-MCP และขณะที่น้้อยหน้ากำลังรมสาร	70
4	แสดงลักษณะของห้องที่ใช้ในการทดลองการเก็บรักษาน้้อยหน้าในอุณหภูมิคำ	71
5	ภาพเปรียบเทียบเปลือกภายนอกของน้้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ทีเก็บรักษาในอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน	72
6	ภาพเปรียบเทียบเนื้อภายในของน้้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ทีเก็บรักษาในอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องระยะเวลา 7 วัน	73
7	ภาพลักษณะภายนอกและเนื้อภายในของน้้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ทีเก็บรักษาในอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสระยะเวลา 12 วัน	74
8	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของน้้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน (งานทดสอบความเข้มข้นของ 1-MCP ปี 2555 ก่อนเริ่มงานทดลอง)	74
9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทีละลายน้ำได้ของน้้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน (งานทดสอบความเข้มข้นของ 1-MCP ปี 2555 ก่อนเริ่มงานทดลอง)	75

บทที่ 1

บทนำ

น้อยหน่า เป็นผลไม้เมืองไทยอีกชนิดหนึ่งที่เป็นที่คุ้นเคยกันพอสมควร เป็นผลไม้ที่มีรสหวาน มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542) และยังมีบทบาทความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยมีการปลูกทั่วทุกภาคของประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ปลูกน้อยหน่า 34,844.75 ไร่ ปริมาณผลิตผล 34,874.57 ตัน น้อยหน่าที่ผลิตได้ร้อยละ 91 จำหน่ายในประเทศ และ ร้อยละ 9 ส่งออกไปยังต่างประเทศ เช่นฮ่องกง จีน ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกาเบมิเรดส์ คิดเป็นปริมาณ 3,057.25 ตัน มูลค่า 118,751,598 บาท (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

น้อยหน่า นอกจากจะปลูกมากในประเทศแล้วยังมีส่วนหนึ่งที่ส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ ในรูปแบบน้อยหน่าสด ซึ่งในการส่งออกยังต่างประเทศมีการคัดขนาดและคุณภาพอย่างพิถีพิถันมาก มีการบรรจุหีบห่ออย่างมีมาตรฐาน กระบวนการจึงใช้ระยะเวลาานาน (ชัยสิทธิ์,ม.ป.ป.) การขนส่งในระยะทางไกลจึงใช้เวลาในการขนส่งนาน ทำให้อายุการวางจำหน่ายหรือการบริโภคสั้นลง ผลิตผลเสียหายไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นจึงวางแผนศึกษาวิธีในการยืดอายุการเก็บรักษา และคุณภาพผลิตผล โดยการทดสอบการใช้สาร 1-Methylcyclopropane (1-MCP) ซึ่งทำให้การหายใจลดลง และทำให้การเพิ่มขึ้นของการหายใจช้าลงด้วย ทั้งนี้เป็นผลมาจากการสังเคราะห์เอทิลีนในผลไม้ลดลง โดยเป็นผลมาจากการสร้างเอนไซม์ ทั้งนี้เนื่องจากตัวรับเอทิลีนจับกับสาร 1-MCP จึงกระตุ้นการแสดงออกของยีนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเอทิลีนทำงานไม่ได้ (จริงแท้, 2549) และการเก็บรักษาในห้องเย็นหรืออุณหภูมิต่ำจะช่วยทำให้กระบวนการสร้างและสลายต่าง ๆ ของผลิตผล เช่น อัตราการหายใจ การสังเคราะห์เอทิลีน การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาและ ชีวเคมีเกิดได้ช้าลง นอกจากนั้นยังทำให้การแพร่ระบาดของจุลินทรีย์เกิดได้ช้าลงอีกด้วย (ขงยุทธ, 2539)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา
น้อยหน้า
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา
น้อยหน้า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเปลี่ยนแปลงของน้อยหน้าต่อสาร
1-MCP
2. ทราบการตอบสนองของผลน้อยหน้าต่อการเก็บรักษาและคุณภาพผลิตผลที่
อุณหภูมิต่ำ

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาน้อยหน้าหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้สาร 1-MCP และอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส โดยศึกษากับน้อยหน้า 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ พันธุ์ ‘หนังเขียว’ และ พันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ปลุกที่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ที่เก็บเกี่ยวผลิตผล ในช่วงเดือนกันยายน

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

น้อยหน่าและน้อยหน่าลูกผสม

น้อยหน่าและน้อยหน่าลูกผสม เป็นไม้ผลเมืองร้อนที่มีการสันนิษฐานว่ามีถิ่นกำเนิดในเขตที่ราบสูงของเปรูและเอกวาดอร์และยังมีการกระจายตัวไปยังอเมริกาและเม็กซิโก ซึ่งเป็นไม้ผลในวงศ์ Annonaceae ซึ่งต้นไม้นี้มีจำนวนมากกว่า 100 ชนิด แต่มีเพียง 7 ชนิดและอีกหนึ่งพันธุ์ลูกผสม ที่มีความสำคัญทางการค้า ดังนี้ 1). cherimoya (*A. cherimola* Mill.) 2). ilama (*A. diversifolia* Saff.) 3). pond apple (*A. glabra* L.) 4). mountain soursop (*A. ontana* Magfady) 5). soursop (*A. muricata* L.) 6). custard apple (*A. reticulata* L.) 7). sugar apple (*A. squamosa* L.) 8). atemoya (*A. squamosa* x *A. cherimola*) (Nakasome and Paull, 1998)

น้อยหน่ายังเป็นผลไม้ของเมืองไทยอีกชนิดหนึ่งที่เป็นที่คุ้นเคยกันพอสมควร เป็นผลไม้ที่มีรสหวาน มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542) และยังมีบทบาทความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยมีการปลูกทั่วทุกภาคของประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ปลูกน้อยหน่า 34,844.75 ไร่ ปริมาณผลิตผล 34,874.57 ตัน น้อยหน่าที่ผลิตได้ร้อยละ 91 จำหน่ายในประเทศ และ ร้อยละ 9 ส่งออกไปยังต่างประเทศ เช่น สหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา คิดเป็นปริมาณ 3,057.25 ตัน มูลค่า 118,751,598 บาท (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

น้อยหน่ามีชื่อสามัญในภาษาอังกฤษว่า sweet sop หรือ sugar apple มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *annona squamusa* L. ซึ่งมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์โดยทั่วไป ดังนี้

ลำต้น น้อยหน่าเป็นไม้ยืนต้น มีลักษณะเป็นพุ่มอาจสูงประมาณ 2-8 เมตรจัดอยู่ในไม้ผลขนาดเล็ก ซึ่งลำต้นจริงของน้อยหน่าสูงประมาณ 30 เซนติเมตรแล้วค่อยๆแตกกิ่งก้านสาขาออกไปเรื่อยๆกิ่งก้านของน้อยหน่าเปราะและหักง่าย เปลือกของลำต้นมีสีน้ำตาลมีร่องตามความยาวของเปลือก (กลุ่มเกษตรสัญจร,มปป.) และทุกส่วนของลำต้นน้อยหน่าจะมีกลิ่นเมื่อเกิดบาดแผล (Thakur and sing,1967)

ใบ เป็นแบบใบเดี่ยวเรียงสลับกันลักษณะของใบจะบางยาวเรียวคล้ายหอก ปลายใบแหลมที่โคนใบจะมีขุยมากเมื่อใบแก่ก็จะเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเป็นสีเขียวเข้มปนน้ำตาล (กลุ่ม เกษตรสัญจร, มปป.) เส้นใบเรียงตัวกันเป็นร่างแห เส้นกลางใบแข็ง และด้านล่างยื่นออก ก้านใบของน้อยหน่ายาวประมาณ 0.7-1.5 เซนติเมตรส่วนในน้อยหน่าพันธุ์สีแดงใบอ่อนมีสีเขียวอม(sage green) และเมื่อใบแก่มีสีเขียวผักชีฝรั่ง (parsley green) (Thakur and Singh, 1967)

ดอก เป็นดอกขนาดเล็ก ออกดอกเดี่ยวหรือออกเป็นกลุ่ม 2 – 4 ดอก ก้านดอกห้อยลง กลีบรองดอกมี 3 กลีบ สีเขียว กลีบดอกแบ่งออกเป็น 2 วง กลีบดอกชั้นนอกยาว หยาบ รูปร่างใบหอก (lanceolate) เป็นรูปสามเหลี่ยม ด้านฐานกว้างและเรียวเล็กลงจนถึงยอด กลีบดอกชั้นในเล็กมากหรือไม่ก็มีเลย มีส่วนฐานสีแดงคล้ายเลือด บางครั้งมีลักษณะเป็นขน (ciliate) ยาวไม่เกิน 0.1 เซนติเมตร เมื่อดอกบานกลีบดอกจะทำมุม 30 องศา เกสรเพศผู้จะอยู่ด้านบนนอกของส่วนฐานรองดอก (receptacle or torus) มีก้านชูอับเรณูที่สั้นและแข็งแรง เกสรเพศเมียมีมาก แต่ละอันมีก้านที่ยาวห้อยออกเกสรเพศเมีย (stigma) อับเมกะสปอร์ (megaspores) จะอยู่เดี่ยว ๆ มีออวุลกว่า (anatropous) ในน้อยหน่าพันธุ์สีเขียว กลีบดอกด้านนอกสีเขียวผักสด (pod green) ด้านในสีเขียวยูเรเนียม (uremium green) มีจุดสีแดงสด (erythrite red) กลีบดอกชั้นในเสื่อมหายไป เกสรเพศผู้ (stamen) มีขนาด 0.17 x 0.15 เซนติเมตร สีขาวเข้ม เกสรเพศเมีย (pistil) ขนาด 0.14 x 0.14 เซนติเมตร สีเหลืองฟางข้าว ในน้อยหน่าพันธุ์สีแดง กลีบรองมีสีเขียวอมชมพู กลีบดอกด้านนอกสีเขียวอมๆ (sage green) กลีบดอกด้านในและช่องว่างในดอกมีจุดสีแดงเข้มอมน้ำตาล (maroon spot) กลีบดอกชั้นในเล็ก มีเกสรตัวผู้ขนาด 0.13 x 0.04 เซนติเมตร สีแดงสด เกสรเพศเมียขนาด 0.15 x 0.04 เซนติเมตร สีแดงสด (Thakur and Singh, 1967) ดอกมีอับเรณู 182-185 อัน อยู่บนก้านชูอับเรณู (filament) ที่สั้น มีรังไข่ 80-119 อัน แต่ละรังไข่มีออวุล (ovule) 1 ใบ ออวุลเกาะบริเวณแกนกลางของรังไข่ (axile placentation) ดอกเป็นแบบมีพู่ รังไข่เชื่อมติดกันมีกลีบดอกกลีบรองเกิดได้ รังไข่ (superior ovary) และ radial symmetry (actinomorphy) (ผาณิต, 2513) ดอกจะบานเต็มที่ในช่วงเวลา 6.00-9.00 น. พร้อมทั้งปล่อยละอองเรณูทุก 4 ชั่วโมง ค่อนข้างจะเหี่ยวเป็นสีน้ำตาล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าได้มีการปฏิสนธิแล้ว ต้นขนาดกลางมีดอกประมาณ 1,000-1,500 ดอกต่อปี หรือเกิดเป็นรุ่น 3-5 รุ่น รุ่นแรกมีดอกบาน 20-30 เปอร์เซนต์ (ชัยสิทธิ์, ม.ป.ป.)

ผล น้อยหน่าเป็นผลกลุ่ม (aggregate fruit) (Campbell and Phillips, 1980) ที่เกิดจากการเชื่อมตัวของรังไข่หลาย ๆ รังไข่ รูปร่างของผลมีตั้งแต่ รูปทรงกลม รูปไข่คล้ายหัวใจ ด้านโคนผลแบนเรียบหรือเกือบแบน ปลายผลมีลักษณะมน เส้นผ่าศูนย์กลางของผล 5-10 เซนติเมตร ด้านนอกของผลมีสีเขียวปนน้ำเงิน (glaucous) หรือเหลืองปนเขียว ผิวเป็นปุ่มปม (tuberculate) และปกคลุมด้วยนวล (bloom) สีขาว แต่ละพวงรังไข่แยกได้ง่าย มีรูปร่างนูนยาว (convex oblong) หรือเป็นตุ่ม (angular) เนื้อของผลสีขาวปนเหลือง ฉ่ำน้ำ รสหวานกว่าเชริโมย่า ในผลมีเมล็ดรูปร่างเป็นรูปไข่ (obovoid) หรือ

ยาวรี (elliptical) น้อยหน่าพันธุ์สีเขียว ผลมีความยาว 7.8 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 7.4 เซนติเมตร ปริมาตร 163 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนัก 203.5 กรัม ผิวเปลือกสีเขียวอมเหลือง พันธุ์สีแดง ยาว 7.0 เซนติเมตร ปริมาตรผล 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักผล 175 กรัม ผิวเปลือกสีชมพู (Thakur and Singh, 1967)

เมล็ด เกิดจากไข่ เมื่อได้รับการผสมแล้วก็เจริญมาเป็นเมล็ด ส่วนผนังหุ้มไข่ก็จะกลายเป็นเนื้อหุ้มเมล็ดติดกับแกนกลางของผล มีสีขาวแบน เรียบ เมล็ดมีเปลือกหุ้มที่แข็งแรง ภายในเมล็ดมีอาหารสะสมอยู่จำนวนมาก และมีถุงน้ำมันอยู่ภายใน (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542) เมล็ดของน้อยหน่าแข็งแรงและทนทาน สามารถเก็บไว้ได้หลายปีสามารถนำมาขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดได้ดี (ชัยสิทธิ์, ม.ป.ป.) ในน้อยหน่าพันธุ์ฝ้าย มีอัตราส่วนของ ดา เมล็ด ประมาณ 1.09-5.4:1 โดยมีอัตราส่วนเฉลี่ย 2.40:1 ทั้งนี้เพราะว่าไข่ในบางรังไข่ไม่เจริญและพัฒนาต่อไปจนถึงเมล็ด หรือไม่ได้รับการถ่ายละอองเกสรหรือเกิดการแท้งขึ้น (ผาณิต, 2513)

ปัจจุบันน้อยหน่า นอกจากจะปลูกเพื่อจำหน่ายภายในประเทศแล้วยังมีอีกส่วนหนึ่งที่ส่งออกไปยังต่างประเทศด้วยซึ่งน้อยหน่าเป็นผลไม้เมืองไทยอีกชนิดหนึ่งที่เป็นที่คุ้นเคยกันพอสมควร เป็นผลไม้ที่มีรสหวาน มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542) และน้อยหน่ายังมีบทบาทความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยมีการปลูกทั่วทุกภาคของประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ปลูกน้อยหน่า 34,844.75 ไร่ ปริมาณผลผลิต 34,874.57 ตัน น้อยหน่าที่ผลิตได้ร้อยละ 91 จำหน่ายในประเทศ และ ร้อยละ 9 ส่งออกไปยังต่างประเทศ เช่น สหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา คิดเป็นปริมาณ 3,057.25 ตัน มูลค่า 118,751,598 บาท (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

พันธุ์น้อยหน่า

น้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่อง เป็นพันธุ์ที่พัฒนาเกิดจากการคัดพันธุ์ดีของลูกผสมระหว่างเชอริม้ายากับน้อยหน่าหนึ่งครั้งเป็นสายพันธุ์แม่ ผสมกับน้อยหน่าหนึ่งเขียวเป็นสายพันธุ์พ่อ ต้นลำดับที่ 102 มีลักษณะเด่นคือติดผลดก ผลใหญ่ น้ำหนักผลเฉลี่ย 438.8 กรัม/ผล ผิวผลค่อนข้างเรียบมีร่องตาตื้นเนื้อมากเหนียวคล้ายน้อยหน่าหนึ่งปริมาณเนื้อ 72.4 % เมล็ดน้อย รสชาติหวาน กลิ่นหอม ผลไม่แตกเมื่อแก่หรือสุก และอายุหลังการเก็บเกี่ยวยาวนานเฉลี่ย 4.7 วัน แต่ยังมีข้อเสียคือเปลือกค่อนข้างบางง่ายต่อการเข้าทำลายของแมลงวันทอง และผลมักบิดเบี้ยวเนื่องจากเมล็ดน้อย ลักษณะการออกดอกและติดผล ต้นอายุ 2 ปีหลังปลูกเมื่อตัดแต่งสามารถออกดอกได้ ติดผลดกกระจายทั่วต้น ผลผลิตเฉลี่ย

2.2 กก. อายุ 3 ปี เฉลี่ย 4.4 กก. และอายุ 4 ปี เฉลี่ย 37.9 กก./ต้น/ปี ในการผลิตทั้งในฤดูกาลปกติและนอกฤดู (เรืองศักดิ์ และกวีศรี, 2550)

น้อยหน่าพันธุ์หนังเขียว เป็นน้อยหน่าพันธุ์ดั้งเดิม ลักษณะลำต้นกลม มีเปลือกสีน้ำตาล แตกกิ่งก้านสาขาอยู่รอบๆ ทรงพุ่ม ใบมีลักษณะรูปร่างเป็นรูปไข่และรูปหอก ปลายใบเรียวแหลมเล็กน้อย ด้านบนของใบสีเขียวเข้มกว่าด้านล่างเล็กน้อย ความยาวเฉลี่ยของใบ 11.55 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ย 5 เซนติเมตร ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.5 เซนติเมตร การตัดเรียงตัวของใบก็เป็นแบบสลับ ลักษณะภายนอกของผล ผลยาวเฉลี่ย 6.87 เซนติเมตร กว้างเฉลี่ย 7.25 เซนติเมตร น้ำหนักผลเฉลี่ย 180 กรัม เมื่อผลแก่และสุกเต็มที่จะมีสีเขียวปนขาว ดากว้างไม่ค่อยบุ๋มร่องตื้น เนื้อสีอ่อน ผลอ่อนนุ่ม ลักษณะภายในของผล เนื้อสีขาวละเอียด เปลือกกรอบเป็นแผ่นออกจากเนื้อได้ เนื้อมาก เนื้อเหนียว กลิ่นหอม รสหวาน เมล็ดเป็นสีดำมัน จำนวนเมล็ดเฉลี่ย 41 เมล็ดต่อผล (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542)

น้อยหน่าพันธุ์ฝ้ายเขียว มีลักษณะลำต้นกลม เปลือกสีน้ำตาล พุ่มต้นมีรูปทรงแบบที่มีกิ่งก้านสาขาค่อนข้างกว้างมากกว่าความสูง ใบมีลักษณะเป็นรูปไข่สีเขียวเข้มด้านล่างมีขนเมื่อจับจะรู้สึกตาคือมือเล็กน้อยปลายใบเรียวแหลม ฐานใบเป็นมุมป้านยาวประมาณ 12-13 เซนติเมตร กว้างเฉลี่ย 0.13 เซนติเมตร ความยาวก้านใบเฉลี่ย 1.51 เซนติเมตร ใบมีลักษณะเรียงสลับกัน ลักษณะภายนอกของผล มีขนาดโดยเฉลี่ยใหญ่กว่าพันธุ์อื่นๆ รูปผลเป็นรูปหัวใจ ยาวเฉลี่ย 6.78 เซนติเมตร กว้าง 6.86 เซนติเมตร น้ำหนักของผลเฉลี่ย 182.2 กรัม เมื่อผลแก่เต็มทีผิวของผลสีเขียวก็จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนหรือขาวนวล ร่องตื้นออกสีขาว ร่องตื้น ผลอ่อนนุ่ม เมื่อสุกมันจะแตกออกจากขั้ว ลักษณะภายในของผล เนื้อหยาบเป็นทราย เนื้อสีขาว กลิ่นหอม รสหวานจัด เนื้ออยู่ไม่จับกันเป็นก้อน เปลือกไม่ร้อน เมื่อปอกเปลือกเนื้อกับเมล็ดติดกับเปลือก เมล็ดมีสีดำเป็นมันเมื่อแห้งจะมีสีน้ำตาล จำนวน เมล็ดภายในผลเฉลี่ย ผลละ 50 เมล็ด (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542.)

พัฒนาการและการสุกของผล

ผล คือรังไข่ที่เจริญเติบโตเต็มที่กับส่วนที่สัมพันธ์กัน ส่วนประกอบอื่น เช่น กลีบรองดอก กลีบดอก เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย ฐานรองดอก และก้านดอก จะพัฒนาไปในเวลาเดียวกับรังไข่ เริ่มจากกระบวนการทางสรีรวิทยามากกว่ากระบวนการทางสรีรวิทยา (สัมฤทธิ์, 2544) การติดผลเกิดขึ้นภายหลังการถ่ายเรณูแล้ว คือ ขนาดของรังไข่ที่ขยายใหญ่ขึ้น ขณะที่กลีบดอกและเกสรเพศผู้เกิดการเหี่ยวและร่วงหล่น (สุรนันต์, 2526; Leopold and Kridemann, 1975) ขณะที่ออวูล (ovule) พัฒนาไป

เป็นเมล็ด ส่วนของรังไข่ (ovary) พัฒนาไปเป็นผล เนื้อหรือผลเจริญมาจากผนังของรังไข่ ซึ่งเรียกว่าผนังผล (pericarp) (เสริมศิริ, 2546)

ชนิดของผลอาจจะจำแนกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 3 ชนิด (เทียมใจ, 2529) คือ ผลเดี่ยว (simple fruit) เป็นผลที่เกิดมารากรังไข่เดี่ยวและในดอกเดี่ยว ผลกลุ่ม (aggregate fruit) เป็นผลที่เกิดจากรังไข่ แต่อยู่ในดอกเดียวกันแต่ละรังไข่ก็คือผลหนึ่งผล แต่เนื่องจากอัดแน่นกันมาก จึงทำให้ดูคล้ายผลเดี่ยวขนาดใหญ่ ผลรวม (multiple or collective fruit) เป็นผลที่เกิดมารากรังไข่ของช่อดอกทั้งช่อ รังไข่เหล่านั้นจะกลายเป็นผลย่อย ๆ ซึ่งนับเป็นผลเดี่ยวเชื่อมรวมกันแน่นเป็นผลใหญ่ ซึ่งน้อยหน้าเป็นผลชนิดผลกลุ่ม (aggregate fruit) (Campbell and Phillips, 1980) เสริมศิริ (2546) รายงานว่า ระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาการของผล (phase of fruit growth and development) สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ปฏิสนธิ การพัฒนาของรังไข่ และการติดผล ซึ่งเกิดภายหลังกระบวนการถ่ายเรณู (pollination) ในระยะนี้รังไข่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ระยะที่ 2 การแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของผล ระยะที่ 3 การขยายขนาดของเซลล์ (cell expansion) เป็นระยะที่มีการขยายขนาดของเซลล์อย่างเด่นชัดและเซลล์มีขนาดใหญ่มากที่สุด เริ่มขึ้นเมื่อผลสดเข้าสู่ระยะการสุกแก่ (maturity) ผลจะมีขนาดโตขึ้นเนื่องจากการดูดน้ำ และมีช่องว่างระหว่างเซลล์ Gillaspay *et al.* (1993) กล่าวว่า อย่างไรก็ตามมีพืชที่มี รูปแบบการพัฒนาของผลแตกต่างกันออกไป เช่น อะโวคาโด โดยเซลล์ในผนังผลยังมีการแบ่งตัวเรื่อยไปจนกระทั่งผลเกือบสุก โดยทั่วไปการเจริญเติบโตของผลมี 2 ขั้นตอน คือ ในขั้นตอนที่ 1 การเจริญเติบโตของผนังรังไข่ และขั้นตอนที่ 2 การเจริญเติบโตของจุดกำเนิดและเนื้อเยื่อรอบจุดกำเนิด ผนังรังไข่โดยทั่วไปแล้ว จะประกอบด้วยเนื้อเยื่อส่วนนอก เนื้อเยื่อส่วนกลาง และเนื้อเยื่อส่วนใน ในแต่ละส่วนเหล่านี้ อาจจะมีช่วงเวลาที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และเจริญเติบโตอย่างช้าๆ (สัมฤทธิ์, 2544)

การเจริญเติบโตของผล

โดยทั่วไปการเจริญเติบโตของผลแบ่งเป็น 2 ลักษณะได้แก่

1. การเจริญเติบโตแบบซิมเปิลซิกมอยด์ (simple sigmoid growth type) ผลที่มีการเจริญเติบโตแบบซิมเปิลซิกมอยด์ จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการเจริญเติบโตของเซลล์เนื้อเยื่อ หรือสิ่งมีชีวิตทั่วไป โดยมีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงแรก ซึ่งเป็นการเพิ่มขนาดแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential increment) ระยะหนึ่ง แล้วหลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะค่อย ๆ ลดลง หรือมีการเจริญเติบโตน้อยมากแบบซิกมอยด์ (หรือ S-shape) (สมบุญ, 2544) อาจแบ่งได้ 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เป็นช่วงที่เกิดหลังติดผลใหม่ ๆ ช่วงนี้จะเป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ ผลมีการเพิ่มขนาดน้อยมาก ระยะที่ 2 เป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากการขยายขนาดของเซลล์และการเพิ่มช่องว่าง

ระหว่างเซลล์ (intercellular space) มีการเพิ่มปริมาตรมากกว่าการเพิ่มน้ำหนักผล ระยะที่ 3 ยังคงมีการขยายขนาดของเซลล์ แต่เกิดขึ้นในอัตราที่ลดลงผลเริ่มเข้าสู่ระยะแก่ มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เพื่อเข้าสู่กระบวนการสุก ผลที่มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบนี้ เช่น กล้วยหอมพันธุ์แกรนด์เนียน (อนันดา, 2538) เป็นต้น

2. การเจริญเติบโตแบบดับเบิ้ลซิกมอยด์ (double sigmoid growth type) มักพบในผลไม้พวกผลเมสส์แค็ง (drupe) (เทียมใจ, 2545) การเติบโตแบบนี้ประกอบด้วยช่วงการเจริญเติบโต 2 ระยะ โดยมีระยะที่ไม่มีการเติบโตหรือมีการเติบโตน้อยมากมาคั่นกลาง ทำให้เกิดรูปซิกมอยด์ 2 รูป แบ่งเป็น 3 ระยะคือ ระยะที่ 1 การเจริญเติบโตเป็นผลจากการแบ่งเซลล์ในรังไข่และส่วนประกอบของรังไข่ ได้แก่ ส่วนผนังชั้นกลางของรังไข่ (mesocarp) ผนังชั้นใน (endocarp) และ นิวเคลลัส (nucellus) เป็นช่วงที่มีการขยายขนาดค่อนข้างช้าสืบเนื่องมาจากการแบ่งเซลล์ ระยะที่ 2 เป็นระยะที่ผนังผล (pericarp) หยุดการเจริญเติบโตส่วนของเอ็มบริโอ (embryo) และ เอนโดสเปิร์ม (endosperm) จะเริ่มการเติบโตจนมีการขยายขนาดเต็มที่ เมื่อสิ้นสุดในระยะนี้ช่วงนี้มีการขยายขนาดช้ามาก มีการสะสมลิคินินที่ผนังผลชั้นใน ทำให้ผนังผลชั้นในแข็งตัว ระยะที่ 3 ผนังผลจะมีการเจริญอย่างรวดเร็วขึ้นอีกครั้ง ซึ่งมักเป็นผลจากการเพิ่มปริมาตรของเซลล์ ทำให้ผลพองโตอย่างรวดเร็วในระยะใกล้เคียงมาจากการขยายขนาดของเซลล์ผนังผลชั้นกลางเป็นส่วนใหญ่ผลที่มีการเติบโตแบบดับเบิ้ลซิกมอยด์ ส่วนใหญ่เป็นผลที่มีส่วนของผนังชั้นใน (endocarp) แข็ง (สมบูรณ์, 2544) เช่น วอลนัทพันธุ์ Ashby and Mallacy (Abbas *et al.*, 1994) หรือผลไม้เขตร้อนบางชนิด เช่น ฝรั่ง (ทัศนวรรณ, 2539) น้อยหน่า (Pal and Kumar, 1995) การเจริญเติบโตของน้อยหน่าพันธุ์ 'Barbados seedling' และ พันธุ์ 'Washington 97' พบว่าผลน้อยหน่าตั้งแต่ติดผลจนถึงระยะเก็บเกี่ยวใช้เวลาประมาณ 115-125 วัน หลังจากนั้น 2-5 วัน จึงเข้าสู่ระยะสุก ลักษณะการเจริญเติบโตของผลแบบดับเบิ้ลซิกมอยด์ (double sigmoid curve) มีการหายใจแบบ climacteric (Pal and Kumar, 1995) ในน้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' ก็เช่นเดียวกันที่ผลมีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบนี้ โดยอายุผล 3 สัปดาห์แรกผลจะมีการเจริญเติบโตแบบช้าๆ จากนั้นขนาดผลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง 9 สัปดาห์ และหลังจากนั้นขนาดผลจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนกระทั่งอายุผล 11 สัปดาห์ (ชอคหญิง, 2549)

การแก่และการสุกของผลไม้

ระยะการพัฒนาของผลที่มีการเจริญสูงสุดและมีการแก่ (maturation) เกิดขึ้นมี 2 ลักษณะคือ physiological maturity และ horticultural maturity โดยลักษณะ physiological maturity (ความแก่ทางสรีรวิทยา) คือ เป็นการแก่หรือพัฒนาเมื่อพืชหรือส่วนของพืชที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่และ

จะพัฒนาไปตามปกติ แม้ว่าจะถูกปลดออกจากต้นเดิมก็ตาม ส่วน horticultural maturity (ความแก่ด้านพืชสวน) คือการแก่หรือการพัฒนาเมื่อพืชมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการในการใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งของผู้บริโภค (จริงแท้, 2546) และลักษณะ commercial maturity (ความแก่ทางการค้า) มีความหมายใกล้เคียงกันกับ horticultural maturity คือ การเจริญเติบโตของผลิตผลถึงระยะที่ตลาดต้องการ ความแก่ทางการค้าของพืชแต่ละชนิด อยู่ในช่วงของการเจริญเติบโตที่ต่างกัน พืชบางชนิดอาจอยู่ในระยะที่อ่อนอยู่ ระยะที่แก่พอดี แก่จัดเกือบสุกหรือสุก (จิรา, 2531)

การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการสุกของผลไม้ เป็นการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเกิดขึ้นพร้อมกันหรือไล่เลี่ยกัน (จริงแท้, 2546) เช่นการนุ่มของผล การเปลี่ยนแปลงสีของผล เนื่องจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การสร้างเม็ดสีบางชนิด (สุรนนต์, 2526) นอกจากนี้ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ คือ การเกิดรสชาติที่เปลี่ยนไป โดยเป็นผลร่วมกันของสารประกอบต่างๆ เช่น น้ำตาล กรดอินทรีย์ สารประกอบฟีนอล (phenolics) สารประกอบระเหยง่าย (volatiles) (Seymour *et al.*, 1993) นอกจากนี้ จริงแท้ (2546) กล่าวว่า การสุกของผลไม้ นอกจากจะเกิดขึ้นได้หลังจากเก็บเกี่ยวจากต้นและสามารถเร่งให้เกิดเร็วขึ้นได้ด้วยเอทิลิน การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นสามารถรวบรวมได้ดังนี้ การหายใจเพิ่มขึ้นมากและลดลง ความเข้มข้นของเอทิลินภายในผลและการผลิตเอทิลินมากขึ้น คอสมอนต่อเอทิลินได้ง่ายขึ้น องค์ประกอบของผนังเซลล์เช่น สารประกอบพวกเพกทินเปลี่ยนไปทำให้ผลไม้อ่อนตัว การควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ลดลง โปรตีนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ถูกสร้างขึ้น RNA และ DNA เปลี่ยนไปจากเดิม คลอโรฟิลล์เสื่อมสลาย แอนโทไซยานินและแคโรทีนอยด์ถูกสร้างขึ้น โมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนแปลงไป กรดอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบเปลี่ยนไป สารระเหยที่ให้กลิ่นถูกสร้างขึ้นมา สารพวกแทนนินรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ (polymerization) ทำให้ความฝาดลดลง เกิดการสะสมของไขมันผิวผล เมล็ดพัฒนาเข้าสู่ความบริบูรณ์ และเกิดการหลุดร่วง

นอกจากนี้ยังพบว่าสารพิษที่มีอยู่ในผลไม้ที่ยังไม่สุกจะลดลงเมื่อผลไม้สุก เช่น ในมะเขือเทศในระยะที่ยังมีสีเขียวมี alkaloid ที่เป็นพิษคือ solanine แต่จะลดลงระหว่างการสุก (Thompson, 2003)

ปัจจุบันมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลในพืชหลายชนิด Abbas *et al.* (1994) ศึกษาในพุทราพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ สารประกอบฟีนอลและปริมาณน้ำในผลลดลง

ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลในพืชวงศ์ Annonaceae มีดังนี้ Palma *et al.* (1993) ศึกษาในผลเชริโมย่ามีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวเกิดขึ้น คือ มีอัตราการหายใจสูง การผลิตเอทิลินสูง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น เกิดกลิ่น ปัญหาหลัก

ของการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของเชริโมย่า คือ เกิดกระบวนการสุกที่รวดเร็ว และเกิดอาการ สะท้านหนาว (chilling injury) ที่อุณหภูมิ 7-10°C นอกจากนี้ Paull (1996) ศึกษาผลน้อยหน้าลูกผสม หลังการเก็บเกี่ยวมีการแตกของผลระหว่างการสุกพบว่า ผลจะเริ่มแยกออกเมื่อมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ถึงสูงสุดและมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น การแยกออกของผลเกิดขึ้นพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้ง ในส่วนของผิวผล ฐานรอง และน้ำหนักแห้ง ลดลงในส่วนหนึ่งของเนื้อผล ผลจะย่นท้อตัวและสูญเสีย น้ำหนักไปเล็กน้อย

การเก็บเกี่ยวน้อยหน้า

น้อยหน้า (sugar apple) เป็นผลไม้ที่มีการจำหน่ายอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในตลาด ท้องถิ่นมีน้อยหน้าชนิดนี้จำหน่ายมากกว่าชนิดอื่นๆ เนื่องจากผลมีความหวาน (24 องศาบริกซ์) ดีกว่า และมีปริมาณกรดต่ำ ถึงแม้ขนาดผลจะเล็ก มีจำนวนเมล็ดมาก และอายุการรักษาสั้นก็ตาม แต่ก็ยังเป็น ที่นิยมปลูกเพื่อเป็นการค้าเป็นส่วนใหญ่ (Nakasone and Paull, 1998) ผลน้อยหน้าที่พร้อมจะเก็บเกี่ยวได้ ผิวเปลือกควรมีสีเขียวปนเหลืองทั้งผล ความห่างของร่องตาตั้งแต่ 0.07 เซนติเมตรขึ้นไป ผลจะสุก ภายใน 4 – 6 วัน หลังจากการเก็บเกี่ยว ตามความมากน้อยของอายุเก็บเกี่ยว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ได้ และปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ของน้ำคั้นเพิ่มขึ้นตามอายุผล โดยการเก็บเกี่ยวที่อายุ 120 -123 วัน มีคุณภาพเมื่อผลสุกดีที่สุด การเก็บเกี่ยวผลที่มีอายุน้อยจะทำให้มีอายุการเก็บรักษานาน โดยผลอายุ 111 - 120 วัน จะมีคุณภาพผลดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหลังการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 6 วัน ส่วนผลที่มีอายุ 123 – 129 วัน จะมีคุณภาพผลดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหลังการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 4 วัน หลังผลสุก 2 วัน ผิวเปลือกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ยอดหญิง, 2549)

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลในพืชในตระกูลนอยหนามีดังนี้ Palma *et al.* (1993) ศึกษาในผลเชริมัวยาที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวเกิดขึ้น คือ มีอัตรา การหายใจสูง การผลิตเอทิลีนสูง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น เกิด กลิ่น ปัญหาหลักของการ เปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของเชริมัวยา คือ เกิดกระบวนการสุกที่ รวดเร็ว และเกิดอาการ chilling injury ที่อุณหภูมิระหว่าง 7-10 องศาเซลเซียส Paull *et al.* (1983) ศึกษาในผลทุเรียนเทศมีการ เปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวเกิดขึ้น ดังนี้ มีการเปลี่ยนแปลงของแปลง น้ำตาล และกรดอินทรีย์ โดย น้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นสูงสุด หลังจากเก็บเกี่ยว 3 วัน สวนน้ำตาลฟรุกโตสและน้ำตาลกลูโคสเพิ่มขึ้น สูงสุดหลังเก็บเกี่ยว 5 วัน สำหรับกรดมาลิกและกรดซิตริกเพิ่มขึ้นสูงสุดหลังเก็บเกี่ยว 3 และ 4 วัน ตามลำดับ การเกิดกลิ่นนั้น เพิ่มขึ้นสูงสุดหลังเก็บเกี่ยว 5 วัน (ยอดหญิง, 2549)

เอทิลีน (Ethylene)

เอทิลีน เป็นฮอร์โมนพืชที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาของพืช เนื่องจากเอทิลีน จะเป็นตัวกระตุ้นให้พืชแก่เร็วขึ้น ทำให้พืชถึงระยะเสื่อมตามอายุ (senescence) เร็วขึ้น ด้วยอัตราการสร้างเอทิลีนจะต่ำมากระหว่างช่วงเวลาของการเจริญและพัฒนาของผล ในผลไม้ประเภทบ่มให้สุกได้ (climacteric) จะมีอัตราการสร้าง เอทิลีนสูงมากในช่วงเดียวกันกับการหายใจเพิ่มขึ้น อัตราการสร้างจะสูงสุดคงที่ระยะหนึ่งแล้วลดลง ผลผลิตที่เกิดบาดแผลหรือได้รับอันตรายอื่น ๆ เช่น ขอก้ำหรือได้รับสารพิษ ก็สามารถกระตุ้นให้พืชสร้างเอทิลีนได้ แล้วเอทิลีนก็จะไปกระตุ้นให้พืชนั้นสร้างเอทิลีนได้ปริมาณมากขึ้น ดังนั้นห้องที่ใส่เก็บผลิตผลไม่ควรมีผัก ผลไม้สุก ดอกไม้ที่หมกอายุใช้งานหรือผลิตผลที่มีบาดแผลปนอยู่ด้วย และควรจะหาทางกำจัดเอทิลีนที่เกิดจากการปลดปล่อยของพืชด้วย (จิรา, 2531)

เอทิลีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ซึ่งมีมากที่สุดที่สามารถทำให้พืชเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาได้ เอทิลีนเป็นฮอร์โมนที่มีสภาพเป็นแก๊ส เอทิลีนเป็นสารเร่งให้เกิดการเสื่อมสลายและกระบวนการสุกและก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว พืชที่รับเอทิลีนได้มาก เช่น อะโวคาโด เสาวรส มะละกอ ถั่วฝักยาว หอม และแอปเปิล เป็นต้น (รัชชัย, 2541)

เมื่อผลไม้มีการเจริญเติบโตไปได้ประมาณครึ่งหนึ่ง (half-grown stage) จะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีปรากฏขึ้น เช่น การเปลี่ยนสีผิว การให้เอทิลีนจากภายนอกแก่ผลไม้ จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดได้เร็วขึ้นทั้งการเปลี่ยนสีผิว การอ่อนตัวของผลไม้ (softening) เมื่อผลไม้มีระยะแก่เต็มที่จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของเอทิลีน ปรากฏการณ์นี้ว่าเป็นการสุกของผลไม้ และเอทิลีนทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนที่ทำให้เกิดกระบวนการสุกของผลไม้ (คณัย, 2540)

คุณสมบัติของเอทิลีน

ยงยุทธ (2539) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของเอทิลีนไว้ ดังนี้

1. เป็นสารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช มีรายงานว่าเอทิลีนสามารถกระตุ้นให้เมล็ดที่พักตัวงอกออกมาได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ปลูกในดินที่มีปัญหากระตุ้นการเจริญของรากอากาศ ในดินที่ขาดน้ำทำให้เกิดอาการร่วงของใบของพืชในสภาพที่แห้งแล้งอาจสามารถกระตุ้นให้พืชออกดอกได้ และมีผลทำให้เกิดการสุกและการร่วงของผลไม้ได้ จึงนับได้ว่าเอทิลีนนั้นเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องในการควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง แม้ว่าจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย

2. เป็นสารที่พืชและเชื้อราบางชนิดสามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ สำหรับในต้นพืชสามารถสังเคราะห์เอทิลีนได้ตั้งแต่ช่วงการแบ่งเซลล์ ซึ่งในผลไม้และดอกไม้ในช่วงการแบ่งเซลล์ จะเป็นช่วงที่มีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนได้สูงมาก และลดลงในช่วงการขยายขนาดของเซลล์ และเมื่อเริ่มมีการเจริญเติบโตขึ้นจนแก่เต็มที่ จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะมีผลในการกระตุ้นเนื้อเยื่อของพืชให้เปลี่ยนไป เช่น ในผลไม้จะทำให้เกิดกระบวนการสุกได้ เป็นต้น

3. เป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวหรือ Olefin series ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ ดังแสดงในตาราง 1

4. เป็นสารที่มีความเป็นพิษ (toxicological) เอทิลีนมีคุณสมบัติสามารถทำให้เกิดการหายใจไม่ออก (suffocating) และทำให้สลบได้ (anaesthetic and asphyxiant) ถ้าได้รับปริมาณที่มากทำให้สูญเสียความรู้สึกและตายได้ เมื่ออยู่ในสถานะของเหลว ร่างกายสัมผัสโดน อาจเกิดรอยไหม้และเมื่อเข้าตาต้องรีบพบแพทย์ทันที

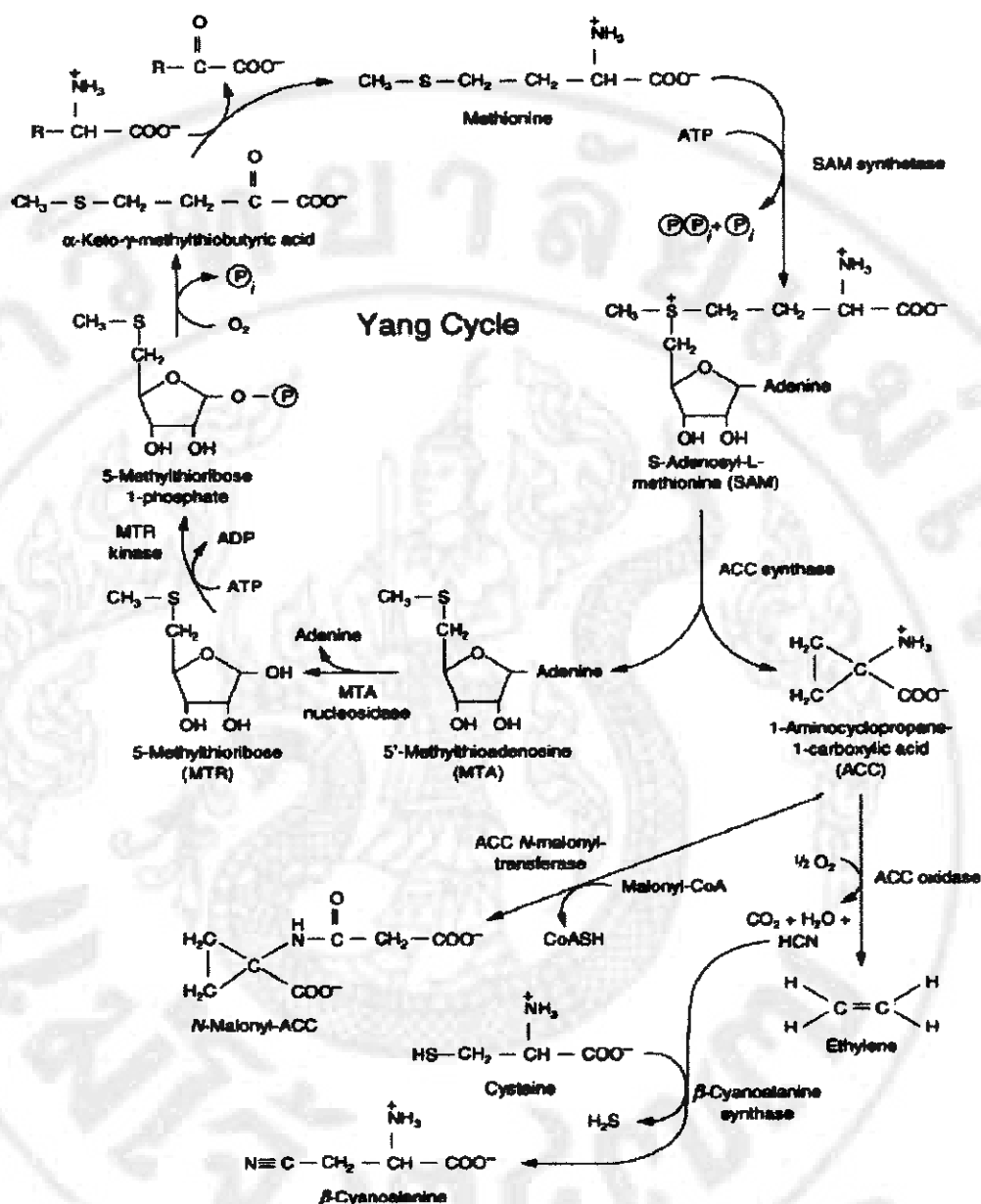
5. สามารถจะทำให้เกิดการระเบิด (explosive) ได้ เอทิลีนในอากาศสามารถเกิดการระเบิดได้ เมื่อปริมาณหรือความเข้มข้นช่วง 3.1 – 32 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและสามารถบ่มผลไม้ให้สุกเร็วพร้อมกันเพื่อให้ทันต่อความต้องการของตลาด

ตาราง 1 คุณสมบัติทางกายภาพของเอทิลีน

ลักษณะปรากฏ	เป็นก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีกลิ่น ที่ทำให้หมดสติได้เมื่อได้รับปริมาณเพียงเล็กน้อย (ppm) และไม่มีสี
น้ำหนักโมเลกุล	28.05
จุดเดือด	
-ที่ความดัน 760 มม.ปรอท	-103.7 องศาเซลเซียส
-ที่ความดัน 300 มม.ปรอท	-118 องศาเซลเซียส
-ที่ความดัน 10 มม.ปรอท	-153 องศาเซลเซียส
-b.p./p ที่ความดัน 750-770 มม.ปรอท	-0.002 องศาเซลเซียส/มม.ปรอท
จุดเยือกแข็งที่ความดันอัมตั่ว	169.2 องศาเซลเซียส
แรงตึงผิวที่ 103.7 องศาเซลเซียส	16.4 dynes/ เซนติเมตร
การกำจัดการติดไฟในอากาศ	
- ค่า	3.1 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร
- สูง	32 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

การสังเคราะห์เอทิลีน

สารหรือโมเลกุลที่เป็นต้นกำเนิดเอทิลีนนั้นคือ กรดอะมิโนที่มีชื่อว่า methionine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่พืชสังเคราะห์ขึ้นได้เองจากกรดอินทรีย์ที่มีอยู่ภายในเซลล์ และจะถูกเปลี่ยนไปเป็น S-adenosyl-L-methionine (SAM) โดยการทำงานของ เอนไซม์ methionine-S-adenosyl transferase ร่วมกับ adenosine triphosphate (ATP) ต่อมา SAM จะถูกเปลี่ยนเป็น 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) โดยเอนไซม์ ACC synthase (ACS) นอกจากถูกเปลี่ยนเป็น ACC แล้ว บางส่วนของ SAM ยังถูกเปลี่ยนไปเป็น 5-methylthioadenosine ซึ่งสามารถนำ กลับไปใช้สังเคราะห์ กรดอะมิโน methionine ได้ใหม่ ส่วน ACC จะถูกเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็น เอทิลีนโดยเอนไซม์ ACC oxidase (ACO) และอาจถูกเปลี่ยนไปเป็น malonyl ACC (MACC) ซึ่งค่อนข้างจะเสถียรตามภาพ 1 (จริงแท้, 2549)



ภาพ 1 แผนภาพการสังเคราะห์เอทิลีนของ Yang Cycle ที่มา จริงแท้ (2549)

การควบคุมการการสังเคราะห์เอทิลีน

คนัย (2540) สรุปปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ของเอทิลีนดังนี้

ในระบบการสังเคราะห์เอทิลีนที่กล่าวมาแล้ว สิ่งที่เราควรได้รับความสนใจมากก็คือ กลไกในการควบคุมการสังเคราะห์เอทิลีน จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์หลายแห่งสรุปได้ว่า ระบบการสังเคราะห์เอทิลีน นั้นมีอยู่ในเนื้อเยื่อพืชทุกชนิด กล่าวคือเนื้อเยื่อพืชทุกชนิดสามารถผลิตเอ

ทีลีนได้ตามขั้นตอนต่างๆดังกล่าว แต่ปริมาณการผลิตจะอยู่ในอัตราค่า อัตราการผลิตเอทีลีนที่สูงขึ้นกว่าปกติ เช่น เมื่อมีบาดแผลนั้น เกิดจากการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ACC synthase ซึ่งเปลี่ยน SAM เป็น ACC การควบคุมการผลิต เอทีลีนในลำดับนี้เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อพืชทุกชนิดและจัดว่าเป็นลำดับการควบคุมหยาบ (coarse system) ส่วนการควบคุมการผลิตเอทีลีนอีกลำดับหนึ่งเกิดขึ้นเมื่อ Acc oxidase เปลี่ยน ACC ไปเป็นเอทีลีน (fine control) การควบคุมลำดับนี้พบในเฉพาะในกระบวนการสุกของผลไม้ประเภทบ่มให้สุกได้ และในการชราภาพของกลีบดอกไม้เท่านั้น เมื่อผลไม้ประเภทบ่มให้สุกได้สุกทั้ง ACC synthase และ Acc oxidase จะถูกกระตุ้นให้มีอัตราการผลิตเอทีลีนสูงขึ้นมากกว่าปกติหลายเท่าตัว (system II) นอกจากนี้แล้วการเปลี่ยน ACC ไปอยู่ใน MACC ก็อาจจะมีผลในการควบคุมการผลิตเอทีลีนได้ เพราะ MACC ไม่สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็น ACC หรือเอทีลีนได้ (จริงแท้, 2549)

ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์เอทีลีน

1. ชนิดและพันธุ์ของพืช อัตราการสังเคราะห์เอทีลีนในพืชแต่ละชนิดจะต่างกันออกไป ในพืชชนิดเดียวกัน แต่พันธุ์ต่างกันจะมีการสังเคราะห์เอทีลีนได้ไม่เท่ากัน เช่น ในผลพลัม ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มพันธุ์ ดังนี้คือ
 - พันธุ์ที่ผลิตเอทีลีนมากจะสุกเร็ว เช่น Friar, Grand Rosa และ Laroda
 - พันธุ์ที่ผลิตเอทีลีนได้ปานกลางจะสุกเร็วปานกลางด้วย เช่น Eldorado, Red Peanut และ Santa Rosa
 - พันธุ์ที่ผลิตเอทีลีนได้ต่ำมาก จะสุกช้า เช่น Late Santa Rosa
2. ความแก่ทางสรีรวิทยาในช่วงเก็บเกี่ยว ผลไม้ประเภทบ่มให้สุกได้จะสังเคราะห์เอทีลีนมากขณะที่ผลสุก และมีความไวต่อการตอบสนองต่อเอทีลีนแต่จะขึ้นอยู่กับอายุขณะเก็บเกี่ยว
3. อุณหภูมิ การสร้างเอทีลีนของผลิตผลพืชสวนจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0 -25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่สูงเกินกว่า 30 องศาเซลเซียส จะทำให้การสังเคราะห์และความสามารถในการทำงานของเอทีลีนหยุดชะงักหรือช้าลง
4. ระดับของออกซิเจน ระดับออกซิเจนในบรรยากาศที่ต่ำโดยเฉพาะเมื่อต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะลดลงทั้งการสังเคราะห์และความสามารถในการทำงานของเอทีลีน
5. คาร์บอนไดออกไซด์ การเพิ่มระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ อาจเพิ่มหรือลดการสังเคราะห์ เอทีลีน

6. การให้เอทิลีนจากภายนอก ผลไม้ที่ได้รับเอทิลีนจากภายนอกเพียงเล็กน้อย จะกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์เอทิลีนมากขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องได้รับเอทิลีนจากภายนอกก่อนเกิด climacteric rise หรือก่อนที่ผลไม้จะเริ่มสุก

7. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ เช่น โพรปีลีน คาร์บอนมอนอกไซด์ และอะเซทิลีน สามารถกระตุ้นการสังเคราะห์เอทิลีนและสามารถออกฤทธิ์ได้เช่นเดียวกับเอทิลีนแต่ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

8. ความเครียด เช่น การเกิดแผล โรค ขาดน้ำ จะกระตุ้นให้ผลิตผลสร้างเอทิลีนได้

9. สารควบคุมการเจริญเติบโต ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีแต่ละชนิด ซึ่งจะมีผลต่อการสังเคราะห์และความสามารถในการทำงานของเอทิลีน

ก. ออกซิน (Auxin) จะกระตุ้นให้พืชสร้างเอทิลีนมากขึ้น

ข. ไซโตไคนิน (Cytokinin) จะช่วยให้พืชดูดซับ IAA เข้าไปมากขึ้น และยังยับยั้งการรวมตัวของ IAA กับ Aspartate จึงทำให้มีปริมาณของ IAA มาก ดังนั้น โคนติน จึงทำหน้าที่รักษาระดับของ IAA ซึ่งอาจจะเป็นตัวชักนำให้เกิดการสร้างเอทิลีนได้

ค. จิบเบอเรลลิน (Gibberellin) ไม่มีผลในการเพิ่มการสังเคราะห์เอทิลีน ในกรณีที่ให้กับต้นอ่อนของถั่วที่ไม่ได้รับแสง นอกจากจะใช้ร่วมกันกับ ออกซิน และ ไซโตไคนิน ถ้าเอทิลีนทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการเจริญเติบโต GA จะช่วยเสริมกระบวนการนี้ แต่ถ้าเอทิลีนทำหน้าที่เป็นตัวลดการเจริญเติบโต GA จะต่อต้านกระบวนการนั้น ๆ

ง. กรดแอบไซซิก (Abscissic acid) เป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญและการสังเคราะห์เอทิลีนในต้นอ่อน แต่ถ้าเป็นเนื้อเยื่อที่เสื่อมสภาพ ABA จะทำให้การเสื่อมสภาพเกิดเร็วขึ้นโดยจะกระตุ้นให้การสร้าง เอทิลีนมากขึ้น อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ของ ABA กับเอทิลีนไม่แน่นอน

ปัจจัยที่มีผลยับยั้งการทำงานของเอทิลีน

คณัย (2540) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลยับยั้งการทำงานของเอทิลีน ดังนี้

1. ออกซิเจน การสังเคราะห์เอทิลีนจะหยุดชะงักในบรรยากาศที่ขาดออกซิเจน ทั้งนี้เพราะออกซิเจนจำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยาการเปลี่ยน ACC ให้เป็นเอทิลีน ACC ปริมาณออกซิเจนซึ่งต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้การสังเคราะห์เอทิลีนลดลง

2. อุณหภูมิ มีผลต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลีน อัตราการสังเคราะห์เอทิลีนจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 0-25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส อัตราการสังเคราะห์เอทิลีนจะลดลง และจะหยุดชะงักที่อุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามการยับยั้ง

การสังเคราะห์เอทิลีนที่อุณหภูมิสูงนี้สามารถกลับคืนสู่ปกติได้เมื่ออุณหภูมิลดลง ขั้นตอนของปฏิกิริยาที่มีผลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น คือ ปฏิกิริยาการเปลี่ยน ACC ให้เป็นเอทิลีน

3. สารกลุ่มไวนิลไกลซีน และสารกลุ่ม ไฮดรอกซีอะมิโน อะนาลอก ในปฏิกิริยาการเปลี่ยน SAM ให้เป็น ACC นั้นเมื่อมีเอนไซม์ ACC synthase เป็นตัวเร่ง ดังนั้นปัจจัยนั้นจะมีผลในการยับยั้งปฏิกิริยาการเปลี่ยน SAM ให้เป็น ACC หรือเปลี่ยน ACC ให้เป็นเอทิลีนได้ ปัจจัยนั้นก็จะมีการยับยั้งการสังเคราะห์ เอทิลีนด้วย

สาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP)

1-MCP มีสูตรทางเคมีคือ C_4H_6 เป็นสารดูดซับเอทิลีนที่อยู่ในรูปของแก๊ส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีพิษหรือความเป็นพิษในระดับที่ต่ำมากคือ มีค่า LD 50(ขนาดมรณะ 50) มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) เมื่อทดสอบกับหนู 1-MCP มีชื่อทางการค้าว่า Ethyl Bloc® ผลิตโดยบริษัท Bio Technologies for Horticulture, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกาภายใต้ชื่อการค้าใหม่ว่า Smart Fresh™ โดยยังคงประสิทธิภาพในการยับยั้งเอทิลีนเช่นเดิม 1-MCP มีประสิทธิภาพการทำงานสูงมากที่ความเข้มข้นต่ำและสามารถออกฤทธิ์ได้ภายใน 2 - 24 ชั่วโมง โดย 1-MCP มีสารออกฤทธิ์ในประมาณ 0.16 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อสาร 1-MCP ใช้กับผลิตผลทางการเกษตรได้ 1-MCP สามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยการแย่งพื้นที่ในการจับตัวรับเอทิลีน (ethylene receptor) ภายในเนื้อเยื่อพืช เอทิลีนจึงไม่สามารถทำงานได้ทำให้พืชตอบสนองต่อเอทิลีนลดลง (จริงแท้, 2549)

ผลของ 1-MCP ที่มีต่อผลไม้

1-MCP ทำให้เอทิลีนในผลไม้ลดลง โดย 1-MCP ไปแย่งพื้นที่ในการจับตัวรับ เอทิลีนภายในเนื้อเยื่อพืช เอทิลีนจึงไม่สามารถทำงานได้ทำให้พืชตอบสนองต่อเอทิลีนลดลง จึงช่วยชะลอการเปลี่ยนสี การหลุดร่วง และลดการเกิดโรค จึงทำให้ผลไม้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น 1-MCP ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในพืชดังนี้

1. ลดการผลิตเอทิลีน เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีบทบาทในการกระตุ้นให้ผลไม้สุก การใช้สารยับยั้งการสังเคราะห์และการทำงานของเอทิลีน ตลอดจนการกำจัดเอทิลีนออกไปจากผลไม้ช่วยไม่ให้เกิดกระบวนการสุก ในขณะเดียวกันการให้เอทิลีนจากภายนอกช่วยกระตุ้นให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น 1-MCP ช่วยลดการผลิตเอทิลีนได้ เนื่องจากสามารถจับกับ receptors ของเอทิลีนทำให้ปริมาณการผลิตเอทิลีนลดลง เช่น ในทุเรียนพบว่าการรมทุเรียน (*Durio zibethinus* Murray.) ด้วย 1-MCP ที่มีความเข้มข้น 0, 125, 250, 500 และ 1000 ppb เป็นเวลา 3, 6 และ 12 ชั่วโมงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22

องศาเซลเซียส ทำให้ทุเรียนที่ได้รับ 1-MCP มีการเพิ่มขึ้นของเอทิลีนช้ากว่าทุเรียนที่ไม่ได้รับ 1-MCP (มาระตรีและอุษณา, 2550) การรมสาร 1-MCP ในเงาะพันธุ์โรงเรียน ความเข้มข้น 0, 100, 500 และ 1,000 ppb ช่วยลดอัตราการหายใจ และอัตราการผลิตเอทิลีนในเงาะได้ (สมภพ และคณะ, 2545)

2. **ชะลอการเปลี่ยนแปลงสี** การเปลี่ยนแปลงของสีผลไม้เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการสุกของผล ส่วนใหญ่การเปลี่ยนแปลงสีจะเริ่มจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้สีเขียวหายไป จากนั้นจะเกิดสีเหลือง ส้ม แดง น้ำเงิน หรือสีอื่น ๆ ขึ้น การที่ 1-MCP สามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีนได้ เนื่องจากเอทิลีนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส ซึ่งเอนไซม์ที่ทำให้คลอโรฟิลล์สลายตัวอย่างรวดเร็วจึงเกิดการเปลี่ยนสีอย่างรวดเร็ว 1-MCP จะไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีน จึงทำให้การทำงานของเอนไซม์ลดลงทำให้สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีได้ (มาระตรีและอุษณา, 2550) เช่น 1-MCP มีผลโดยตรงต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในผลส้ม (orange) แต่ไม่มีผลในพันธุ์ลูกผสมระหว่างส้มโอกับเกรฟฟรุต (grapefruit) ส่วนในมะนาว พบว่า 1-MCP ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีเขียวเป็นสีเหลืองได้ อย่างไรก็ตามในผลแอปเปิลและพลับ พบว่าการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ไม่ขึ้นอยู่กับเอทิลีนแต่อย่างใด ส่วนในกล้วยหอม 1-MCP กลับทำให้ผลกล้วยหอมเหลืองก่อนที่ผลจะอ่อนนุ่มลง และสีเหลืองที่ปรากฏไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในผลสตอเบอรี่ 1-MCP ไปยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL) ทำให้การสังเคราะห์แอนโทไซยานินลดลง กระบวนการอ่อนนุ่มระหว่างการสุกของผลไม้ลดลงในผลไม้หลายชนิด เมื่อได้รับ 1-MCP และพบว่า 1-MCP ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ทั้ง polygalacturonase, pectin methylesterase และ β -glucanase ลดลง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงในปริมาณของกรด uronic ก็ลดลงด้วย แต่ในผลอะโวคาโด ความอ่อนนุ่มยังเกิดขึ้นเป็นปกติซึ่งชี้ให้เห็นว่าในผลไม้ชนิดนี้การอ่อนนุ่มไม่ขึ้นกับเอนไซม์ polygalacturonase สำหรับการเปลี่ยนแปลงในปริมาณของน้ำตาลและกรดอินทรีย์ในผลไม้ 1-MCP มีผลไม่ชัดเจนนัก โดยทั่วไปอาจพบว่าการลดลงของกรดอินทรีย์ช้าลงและปริมาณน้ำตาลสูงกว่าผลปกติ (Hoeberichts *et al.*, 2002)

3. **การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ** Benassil *et al.* (2003) ได้กล่าวไว้ว่า 1-MCP ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้จำพวกน้อยหน่าได้ เมื่อรมที่ความเข้มข้น 810 ppb โดยทำให้น้อยหน่ายังคงมีความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดที่ไม่ได้รมสาร มีอายุการเก็บรักษานาน และยังช่วยให้ขนส่งในระยะทางไกลได้ รวมทั้งอายุการวางขายที่นานขึ้น

การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ

อุณหภูมิในห้องเย็นสำหรับผักและผลไม้แตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของผักและผลไม้ว่ามีแหล่งกำเนิดมาจากเขตหนาว เขตร้อน หรือเขตกึ่งร้อน (สายชล, 2528) โดยพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาวมักจะทนต่ออุณหภูมิต่ำ ณ จุดเยือกแข็งได้ดีกว่าพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน แม้แต่พืชที่มีถิ่นกำเนิดเดียวกันก็ยังคงต้องการหรือทนต่ออุณหภูมิต่ำไม่เท่ากัน (จิรา, 2531) ความแปรปรวนของอุณหภูมิภายในห้องเก็บรักษามีความแปรปรวนเพียง -16.6 ถึง -16.1 องศาเซลเซียส สูงหรือต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมจะเกิดการเน่าและการสุกได้ นอกจากนี้ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมมาก จะเกิดการรวมตัวของไอน้ำและเกาะอยู่บนผิวของผักและผลไม้ ทำให้ผักและผลไม้เกิดการหดรัดเสียคุณภาพและอายุการเก็บรักษาลดลง บางครั้งอาจจำเป็นต้องเก็บรักษาผักและผลไม้หลายอย่างรวมกัน ซึ่งอาจจะปลอดภัยหรือไม่ปลอดภัยก็ได้ ผลไม้ในเขตร้อนหลายชนิดโดยทั่วไปอาจเก็บรวมกันได้ ถ้าหากมีอุณหภูมิที่ต้องการใกล้เคียงกัน (สายชล, 2528)

การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำ

นิธิยา และ ดนัย (2548) กล่าวว่า iva การเก็บรักษาผลผลิตไว้ที่อุณหภูมิต่ำ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของผลผลิตดังนี้

คาร์โบไฮเดรต โดยปกติผลไม้ประเภทบ่มให้สุกได้มีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นในช่วงแรก และจะลดลงในช่วงหลังของการเก็บรักษา ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น แป้งสลายได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและเปลี่ยนเป็นน้ำตาลฟรุกโทส และซูโครส การเก็บรักษาผลไม้กลุ่มนี้ไว้ที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน จะทำให้น้ำตาลทั้ง 3 ชนิดลดลง สำหรับผลไม้จะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นในช่วงแรก และจะสลายเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโทสในเวลาต่อมา ส่วนผลไม้ที่บ่มให้สุกไม่ได้ (non-climacteric fruit) การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลจะเกิดขึ้นเล็กน้อยและเกิดอย่างช้า ๆ

ระยะความแก่ของผลไม้และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา จะเป็นตัวกำหนดอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิคิง เช่น มะเขือเทศผลอ่อนที่มีขนาดเล็กจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิคิงมากกว่ามะเขือเทศผลอ่อนที่มีขนาดใหญ่ และมะเขือเทศผลแก่ที่มีสีเขียวจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิคิงไม่เปลี่ยนแปลง แต่มะเขือเทศที่กำลังสุกเมื่อนำไปเก็บรักษาจะมีปริมาณน้ำตาลลดลง ในแคโรทอธราส่วนของน้ำตาลซูโครสต่อน้ำตาลรีดิคิงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 14-18 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 1-2 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้ภาวะสมดุลของน้ำตาลซูโครสและน้ำตาลรีดิคิงเปลี่ยนไป เช่น มันฝรั่งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5.6 องศาเซลเซียส จะมีน้ำตาลรีดิคิง

มากกว่ามันฝรั่งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 7.2 องศาเซลเซียส และมันฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8.9 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำคาลน้อยที่สุด

กรดอินทรีย์ ในระหว่างการเก็บรักษาจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงจะผันแปรไปตามระยะความแก่และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา เช่น ผลมะเขือเทศอ่อนจะมีปริมาณกรดอินทรีย์มากกว่าผลแก่ การเก็บรักษามะเขือเทศอ่อนที่มีขนาดเล็ก ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้นภายหลังจาก 2 สัปดาห์ แต่ถ้าเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันและจะเกิดขึ้นภายหลัง 3 สัปดาห์ สำหรับผลมะเขือเทศแก่ที่มีผลสีเขียวและผลกำลังสุกเมื่อนำไปเก็บรักษา ปริมาณกรดอินทรีย์จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ส่วนผลมะเขือเทศสุกที่มีสีส้มแดงเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 วัน ปริมาณกรดอินทรีย์จะลดลง ส่วนปริมาณวิตามินซีนั้น ในผลมะเขือเทศที่สุกขณะที่ติดอยู่กับต้นจะมีปริมาณวิตามินสูงกว่าพวกที่สุกภายหลังจากเด็ดออกจากต้นแล้ว อย่างไรก็ตาม ปริมาณวิตามินซีจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูง เช่น ผลมะเขือเทศ หน่อไม้ฝรั่ง มะนาว ส้ม และพลับ

ไขมัน ผลิตภัณฑ์บางชนิดจะมีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นในรูปผิวเคลือบ (cuticle) หรือไขมันเคลือบอยู่ที่ผิว เช่น การเพิ่มขึ้นของผิวเคลือบที่เคลือบผิวของผลแอปเปิล เมื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบของไขมันที่เคลือบผิวผลไม้ พบว่าส่วนที่เป็นน้ำมัน (oil) จะเพิ่มขึ้นเร็วกว่า ursolic acid และมี non-volatile ester ถูกสร้างขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการเก็บรักษาด้วย ขณะที่ volatile ester จะปรากฏขึ้นในช่วงหลังของการเก็บรักษา และการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานจะมีส่วนที่เป็นไขมันชนิด soft wax สะสมอยู่ในผิวเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น ปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นจะผันแปรตามชนิดของพันธุ์ ตัวอย่างเช่น แอปเปิลพันธุ์ Cox's Orange Pippin ไขมันที่ผิวจะคงที่ ขณะที่แอปเปิลพันธุ์ Bramley มีปริมาณแว็กซ์ที่เคลือบผิวเพิ่มขึ้น

สารสีหรือรงควัตถุ ระหว่างการเก็บผักและผลไม้ส่วนใหญ่ ปริมาณคลอโรฟิลล์จะลดลง แต่สารสีชนิดอื่นจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา ความแก่และพันธุ์ เช่น มันเทศบางพันธุ์ปริมาณแคโรทีนและแคโรทีนอยด์ทั้งหมดลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ สำหรับผลมะเขือเทศที่ยังไม่แก่และมีผลขนาดเล็กเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองช้ากว่ามะเขือเทศผลใหญ่

ในกรณีของแตง (Winter squash) ปริมาณเบต้า-แคโรทีน จะเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วง 10 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา ปริมาณแคโรทีนของมะเขือเทศจะเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนแรก และหลังจาก 4 เดือน ปริมาณแคโรทีนจะลดลง กล้วยบางพันธุ์จะคงยังมีสีเขียวอยู่ถึงแม้จะสุกแล้วก็ตาม อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษากล้วยไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสจะเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้ผลกลัวยมีสีเหลืองได้

สารประกอบเพกทิน ในระหว่างการเก็บรักษาความแน่นเนื้อของผลผลิตจะลดลง เนื่องจากการสลายตัวของสารโพรโทเพกทินซึ่งไม่ละลายน้ำ ได้เป็นกรดเพกทินและเพกทินซึ่งละลายน้ำได้ ถ้าระหว่างการเก็บรักษาไม่มีกระบวนการสุกเกิดขึ้น สารประกอบเพกทินจะมีการเปลี่ยนแปลง น้อยมาก เช่นกรณีของผลเกรฟฟรุตที่เก็บรักษาไว้นาน 6 สัปดาห์ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง ความสัมพันธ์ระหว่างโพรโทเพกทินและเพกทินชนิดที่ละลายน้ำได้

สารระเหย อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาจะมีผลต่อการสังเคราะห์สารระเหย เช่น ในการเก็บรักษาแอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส จะมีการสังเคราะห์สารระเหยเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่วนแอปเปิลพันธุ์ McIntosh เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4.5 องศาเซลเซียส จะสร้างสารระเหยมากเป็น 2 เท่าของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ผลผลิตที่เก็บรักษาไว้ที่สภาพควบคุมบรรยากาศ จะสร้างสารระเหยได้น้อยกว่าแม้จะนำออกจากสภาพนั้นแล้วก็ตาม การเก็บรักษาในที่มียอกซิเจนต่ำยังทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ เนื่องจากการสะสมของเอซีทัลดีไฮด์และเอทิลแอลกอฮอล์ภายในผลไม้

กรดอะมิโน ปริมาณกรดอะมิโนจะลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา เช่น ใน ถั่ว (pea) กรดอะมิโนอิสระจะลดลงหลังจากเก็บรักษาไว้นาน 2 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรือ ภายใน 5 วัน ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส แต่ปริมาณจะคงที่เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 28 วัน ที่อุณหภูมิ 1.1 องศาเซลเซียส

เอนไซม์ ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เช่น เอนไซม์อะไมเลส เพกทินเอสเทอเรส เซลลูเลส และอะไมเลส จะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา แต่ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ออกซิเดสจะลดลง ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์จะผันแปรตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาและระยะเวลาความแก่ของผลไม้ด้วย ผลไม้ที่แก่จัดตามธรรมชาติ ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสและเพกทินเอสเทอเรสจะสูงกว่า แต่เอนไซม์ออกซิเดสจะต่ำกว่า ผลไม้ที่เก็บเกี่ยวขณะยังไม่แก่

ความเสียหายจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

จิรา (2531) กล่าวว่า การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพอุณหภูมิต่ำจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตเนื่องจาก อุณหภูมิต่ำลดกระบวนการต่าง ๆ ภายในพืชให้เกิดช้าลง ทำให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารภายในพืชทำงานช้าลง ในพืชบางชนิดจะมีอัตราการเผาผลาญน้ำตาลที่สะสมไว้อย่างรวดเร็ว เช่น ข้าวโพด หน่อไม้ฝรั่ง และผักกาดหอมห่อ ฉะนั้นการลดอุณหภูมิจะช่วยลดการเผาผลาญน้ำตาลในผลผลิต ทำให้คุณภาพของผลผลิตเสื่อมช้าลง นอกจากนี้ยังชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งจะทำความเสียหายให้กับพืชด้วย การเลือกใช้ระดับของอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดซึ่งมี

ความทนต่อระดับอุณหภูมิต่ำไม่เท่ากัน ระดับอุณหภูมิต่ำที่ใช้เก็บรักษาผลผลิตสดมี 2 ระดับคือ อุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง และอุณหภูมิต่ำ ณ จุดเยือกแข็ง

ระดับอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง (Chilling temperature) การเก็บผลผลิตในระดับอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง พืชบางชนิดจะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียสจึงจะอยู่ได้นาน หากลดอุณหภูมิต่ำกว่านี้พืชจะเป็นอันตรายจากความเย็น แม้จะไม่ถึงจุดเยือกแข็งของน้ำก็เป็นอันตรายได้ซึ่งมีชื่อเรียก “อาการสะท้านหนาว” (Chilling injury) อาการสะท้านหนาวเป็นลักษณะความผิดปกติทางสรีระของพืชที่เกิดเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง ทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย ผลผลิตอาจชักนำให้เกิดอันตรายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็งได้ก่อนหรือหลังเก็บเกี่ยว พืชที่กระทบกระเทือนง่าย ส่วนมากจะมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนหรือกึ่งร้อน เช่น พืชวงศ์มะเขือ วงศ์พริก ถั่วฝักยาว มะม่วง และอื่น ๆ ลักษณะอาการสะท้านหนาว มักจะไม่แสดงอาการให้เห็นชัดเจน เมื่อเคลื่อนย้ายผลผลิตไปไว้ในสภาพอุณหภูมิที่สูงขึ้น อาการที่แสดงออกอาจจะมีอาการเดียวหรืออาจจะแสดงได้หลายอาการพร้อมกันซึ่งจะมีลักษณะอาการดังต่อไปนี้

ก. การเน่าเสีย พืชมักจะเน่าเสียอย่างรวดเร็ว เพราะอุณหภูมิต่ำจะลดความต้านทานของเซลล์ต่อเชื้อโรค และอุณหภูมิต่ำยังป้องกันการรักษาบาดแผล (curing) ในพืชบางชนิด เช่น มันเทศ ทำให้มีโอกาสเกิดการเน่ามากขึ้น การเน่านี้จะลุกลามไปอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะที่อุณหภูมิห้อง เพราะเชื้อโรคเติบโตได้ดีบนเนื้อเยื่อที่กำลังจะตายหรือตายแล้ว

ข. สีผิดปกติ อาการนี้อาจจะแสดงที่ผิวของเปลือก พบว่าในถั่ว ถั่วฝักยาว และมะม่วง ส่วนมะเขือต่าง ๆ จะเกิดสีผิวผิดปกติภายในเนื้อเยื่อของผล สีผิดปกติจะแสดงเด่นชัดเมื่อนำพืชมาเก็บไว้ในอุณหภูมิสูงขึ้น

ค. เกิดรอยนูน เป็นรอยนูนลึกลงไปจากผิวของเนื้อเยื่อพืช มักจะเป็นอาการแรกที่พืชแสดงออกให้เห็น ความรุนแรงของการเกิดรอยนูนของเนื้อเยื่อขึ้นกับความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นในบรรยากาศ รอยนูนจะเกิดขึ้นรุนแรงในสภาพที่มีความชื้นน้อยกว่าสภาพที่มีความชื้นมาก เพราะจะสูญเสียความชื้นมากขึ้น ทำให้เซลล์พืชเกิดการขาดน้ำ ทำให้สูญเสียลักษณะของการทรงตัว และทำให้เกิดเป็นรอยนูนขึ้น ถ้าในอากาศมีความชื้นมากจะลดหรือป้องกันการเกิดรอยนูนได้แต่ไม่ได้ป้องกันอันตรายอื่น ๆ

ง. การชุกที่ผิดปกติ พบมากในมะเขือเทศเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวเวลาสุกสีแดงจะเกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งผล การอ่อนตัวของผลจะถูกชะลอให้เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ

ฉ. อาการไหม้ตู้แข็ง เป็นลักษณะอาการที่ผลผลิตได้รับอันตรายเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำแล้วเกิดการกลายตัวเมื่อได้อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงขึ้นสลับกันไปมาหลายครั้งได้ เช่น พาร์สนิป (parsnip) แต่พืชบางชนิดจะไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำ ณ จุดเยือกแข็ง เช่นมะเขือเทศ ถ้าได้รับ

อุทกภัยน้ำท่วมและเกิดการแข็งตัวเพียงครั้งเดียวจะมีอาการผิดปกติทันที ทั้งแต่ละชนิดจะทนต่ออุทกภัยน้ำท่วมไม่เหมือนกัน



บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

พืชทดลอง

ทดสอบกับน้อยหน่า 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ พันธุ์ ‘หนังเขียว’ และพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ โดยผลิตผลได้จากเกษตรกรที่ปลูกน้อยหน่าในอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และเก็บเกี่ยวในเดือนกันยายน ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการ สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร โดยรถยนต์ (ระยะทาง 770 กิโลเมตร) เมื่อผลิตผลมาถึงทำการคัดเลือกน้อยหน่าที่มีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกัน ไม่มีโรคแมลงเข้าทำลาย เพื่อใช้ในการทดลอง

วิธีการวิจัย

การทดลองแยกศึกษาเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ทำการศึกษาผลของ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่า 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ‘เพชรปากช่อง’, ‘หนังเขียว’ และ ‘ฝ้ายเขียว’ ทดลองโดยแยกศึกษาแต่ละสายพันธุ์ (3 การทดลองๆละ 1 สายพันธุ์) ส่วนที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ (13 องศาเซลเซียส) ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่า 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ‘เพชรปากช่อง’ และ ‘ฝ้ายเขียว’ (2 การทดลอง ๆ ละ 1 สายพันธุ์) โดยแต่ละส่วนมีการวางแผนการทดลองดังนี้

การทดลองส่วนที่ 1 ผลของ 1- Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่า 3 สายพันธุ์ โดยแยกการศึกษาเป็น 3 การทดลองย่อยที่มีการวางแผนการทดลองเหมือนกันดังนี้

การทดลองที่ 1.1 ผลของ 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’

การทดลองที่ 1.2 ผลของ 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’

การทดลองที่ 1.3 ผลของ 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’

การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) แต่ละการทดลองใช้ความเข้มข้นของสาร 1-MCP 3 ระดับ คือ ชุดควบคุม (0 ppb), 1,800 ppb และ 3,600 ppb เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง วิธีการรมสารโดยการนำสาร 1-MCP ในรูปแบบเม็ด (บริษัท ไบโอเซฟเฟอร์ จำกัด) ทำการรมโดยนำ 1-MCP ใส่ในภาชนะปากกว้าง เติมน้ำ 30 มิลลิลิตร แล้วนำเข้าตู้รมขนาด 40 x 40 x 100

ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังจากที่ได้รับสิ่งทดลองแล้ว นำน้อยหน่ามาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เพื่อเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิต จำนวนหน่วยทดลองที่ใช้ รวม 126 หน่วย (หน่วยละ 1 ผล) โดยแบ่งหน่วยทดลองออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 63 ผล โดยกลุ่มแรกใช้เก็บข้อมูลแบบไม่ทำลายเนื้อเยื่อ (จำนวนวันสุก และอายุวางจำหน่าย) จำนวน 7 วัน ๆ ละ 3 ผล ต่อสิ่งทดลองและกลุ่มที่ 2 ใช้เก็บข้อมูลแบบทำลายเนื้อเยื่อ (ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้) จำนวน 7 วัน ๆ ละ 3 ผล

การทดลองส่วนที่ 2 ผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่า 2 พันธุ์ โดยแยกการศึกษาเป็น 2 การทดลองย่อยดังนี้

การทดลองที่ 2.1 ผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’

การทดลองที่ 2.2 ผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’

การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) หลังจากที่ยกส่งน้อยหน่าจากแปลงเกษตรกรที่ อำเภอปากช่อง ที่ขนส่งโดยรถยนต์มายังมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เพื่อใช้ในการทดลอง โดยใช้อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส และมีระยะเวลาเก็บรักษาเป็นสิ่งทดลอง ได้แก่ ระยะเวลา 0 วัน (ไม่เข้าห้องเย็น) เข้าห้องเย็น 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน หลังจากที่ยกเข้าห้องเย็นแล้วนำออกมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เพื่อเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลผลิตจำนวนหน่วยทดลองที่ใช้ รวม 186 หน่วย ๆ ละ 1 ผล โดยแบ่งหน่วยทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกใช้เก็บข้อมูลแบบไม่ทำลายเนื้อเยื่อ (จำนวนวันสุก และอายุวางจำหน่าย) จำนวน 7 วัน ๆ ละ 10 ผลต่อสิ่งทดลอง และกลุ่มที่ 2 ใช้เก็บข้อมูลแบบทำลายเนื้อเยื่อ (ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้) จำนวน 7 วัน ๆ ละ 3 ผล รวม 21 ผลต่อสิ่งทดลอง

การบันทึกข้อมูล

เก็บข้อมูลแบบไม่ทำลายเนื้อเยื่อ

1. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักสดของผลทุกวันจนกว่าผลจะหมดอายุ เพื่อเก็บข้อมูลการเปลี่ยนน้ำหนัก และนำมาหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักแต่ละวัน ภายหลังจากที่ได้รับสิ่งทดลอง โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{(\text{น้ำหนักในวันแรก} - \text{น้ำหนักวันที่ตรวจสอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักวันแรก}}$$

2. จำนวนวันที่สุก หลังจากน้อยหน่าได้รับสิ่งทดลองแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและทำการเก็บข้อมูลจำนวนวันสุก โดยการนับจำนวนวันหลังจากที่ผลน้อยหน่าได้รับสิ่งทดลอง ซึ่งจะใช้เกณฑ์ในการพิจารณาเกี่ยวกับการสุกของผล คือ ผลน้อยหน่ามีและมีค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้เป็น 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

3. อายุการวางจำหน่าย หลังจากน้อยหน่าได้รับสิ่งทดลองแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และทำการเก็บข้อมูลอายุการวางจำหน่าย โดยการนับจำนวนวันจากวันที่ได้รับสิ่งทดลอง จนผลน้อยหน่ามีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกเป็นสีน้ำตาล 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะถือว่าหมดอายุการวางจำหน่าย

การเก็บข้อมูลแบบทำลายเนื้อเยื่อ

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids, TSS) โดยการนำน้ำคั้นจากส่วนของ เนื้อหยาบลงบนจานรองรับน้ำตัวอย่างของเครื่อง digital hand reflectometer 2 – 3 หยด แล้วกดเริ่มเพื่ออ่านค่า

2. ความแน่นเนื้อ ทำการเฉือนผิวเปลือกบริเวณกึ่งกลางผลทั้งสองด้านออก วัดความแน่นเนื้อ โดยเครื่อง penetrometer โดยใช้หัวกดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร ใช้หน่วยกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แทนหัวที่ใช้วัดบนเนื้อผลให้กลิ้งผ่านรอยขีดแล้วอ่านค่าบันทึกผล

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองส่วนที่ 1 ผลของ 1- Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่า

การทดลองที่ 1.1 ผลของ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’

จากการทดสอบเบื้องต้นเรื่องความเข้มข้นที่เหมาะสมในการรมสาร 1-MCP กับน้อยหน่า โดยทำการทดสอบกับน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ที่ความเข้มข้น 0, 1,800, 3,600 และ 5,400 ppb เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าการรมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 3,600 ppb มีแนวโน้มทำให้น้อยหน่ามีระยะเวลาการสุกเท่ากับ 4 วัน และอายุการวางจำหน่ายเท่ากับ 6 วัน (ตารางผนวก 3) และ ความแน่นเนื้อลดลงเป็น 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา (ตารางผนวก 4, ภาพภาคผนวก 8) ซึ่งดีกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้อยหน่าที่รมสาร 1-MCP พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษา (ภาพภาคผนวก 9) ในแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ความเข้มข้น 1,800 ppb ทำให้น้อยหน่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ดีกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ (ตารางผนวก 4) จากผลการทดสอบเบื้องต้นจึงเลือกความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบต่อไป คือ 1,800 ppb และ 3,600 ppb โดยทดสอบลดระยะเวลาในการรมเหลือ 3 ชั่วโมง เพื่อให้ประหยัดเวลาและสะดวกในการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น

ระยะเวลาการสุกและอายุการวางจำหน่าย

จากผลการรมสาร 1 - MCP ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่าย น้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ ชุดควบคุม (0 ppb) 1,800 ppb และ 3,600 ppb พบว่า ในน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ชุดควบคุมมีระยะเวลาการสุก 2.5 วัน ในขณะที่ชุดที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,800 ppb และ 3,600 ppb มีระยะเวลาการสุก 5.6 และ 5.1 วัน ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยชุดที่รมสาร 1,800 ppb ช่วยยืดระยะเวลาการสุกได้นานที่สุด ส่วนอายุการวางจำหน่าย พบว่า ชุดควบคุมมีอายุการวางจำหน่าย 4.5 วัน ในขณะที่ชุดที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,800 ppb และ 3,600 ppb มีอายุการวาง

จำหน่าย 8.0 และ 7.1 วัน ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยชุดที่รมสาร 1,800 ppb ช่วยยืดอายุการวางจำหน่ายได้นานที่สุด (ตาราง 2) ผลน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ที่หมคอายุการวางจำหน่ายจะมีลักษณะสีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ซึ่งไม่สามารถวางจำหน่ายได้ แต่คุณภาพผลภายในยังสามารถรับประทานได้ และยังสังเกตเห็นว่าน้อยหน่าที่ไม่รมสาร เปลือกเริ่มเปลี่ยนสีเห็นได้ชัดเจนในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา (ภาพ 2 ก, ข) ในขณะที่ชุดรมสาร 1,800 ppb (ภาพ 2 ค, ง) และ 3,600 ppb (ภาพ 2 จ, ฉ) เริ่มเปลี่ยนสีในวันที่ 8 และ 7 ของการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ที่รมด้วยสาร 1-MCP 3 ระดับความเข้มข้น พบว่าการรมสาร 1-MCP ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นมีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 3ก) เมื่อนำข้อมูล (วันที่ 4 ของการเก็บรักษา) มาวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่าทุกระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 3)

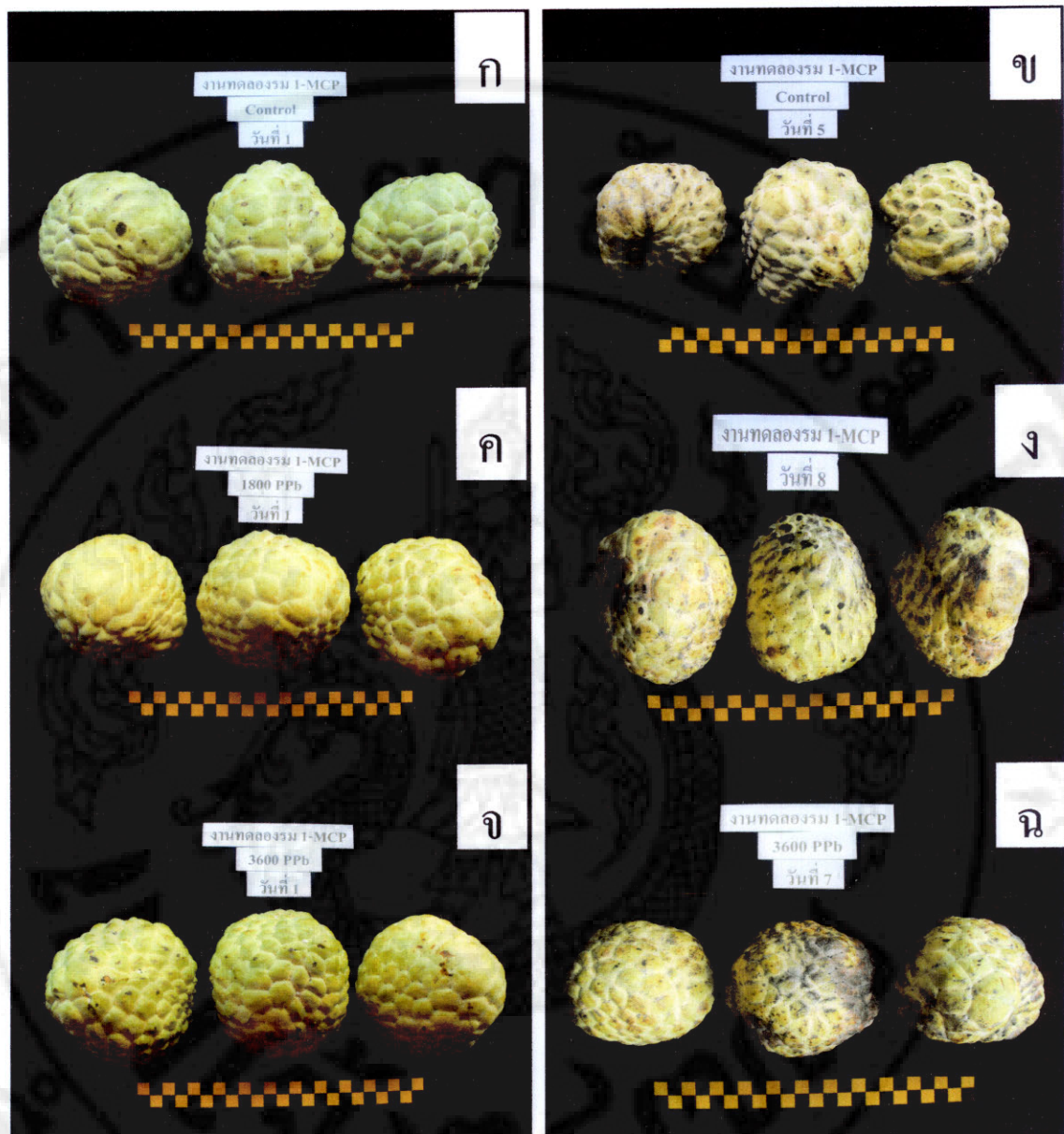
การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

จากผลการทดลองการรมสาร 1-MCP 3 ระดับความเข้มข้น พบว่าการรมสาร 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา เมื่อนำข้อมูลในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามาวิเคราะห์สถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,800 และ 3,600 ppb สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.0 และ 10.9 องศาบริกซ์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าชุดควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 20.5 องศาบริกซ์ (ตาราง 3)

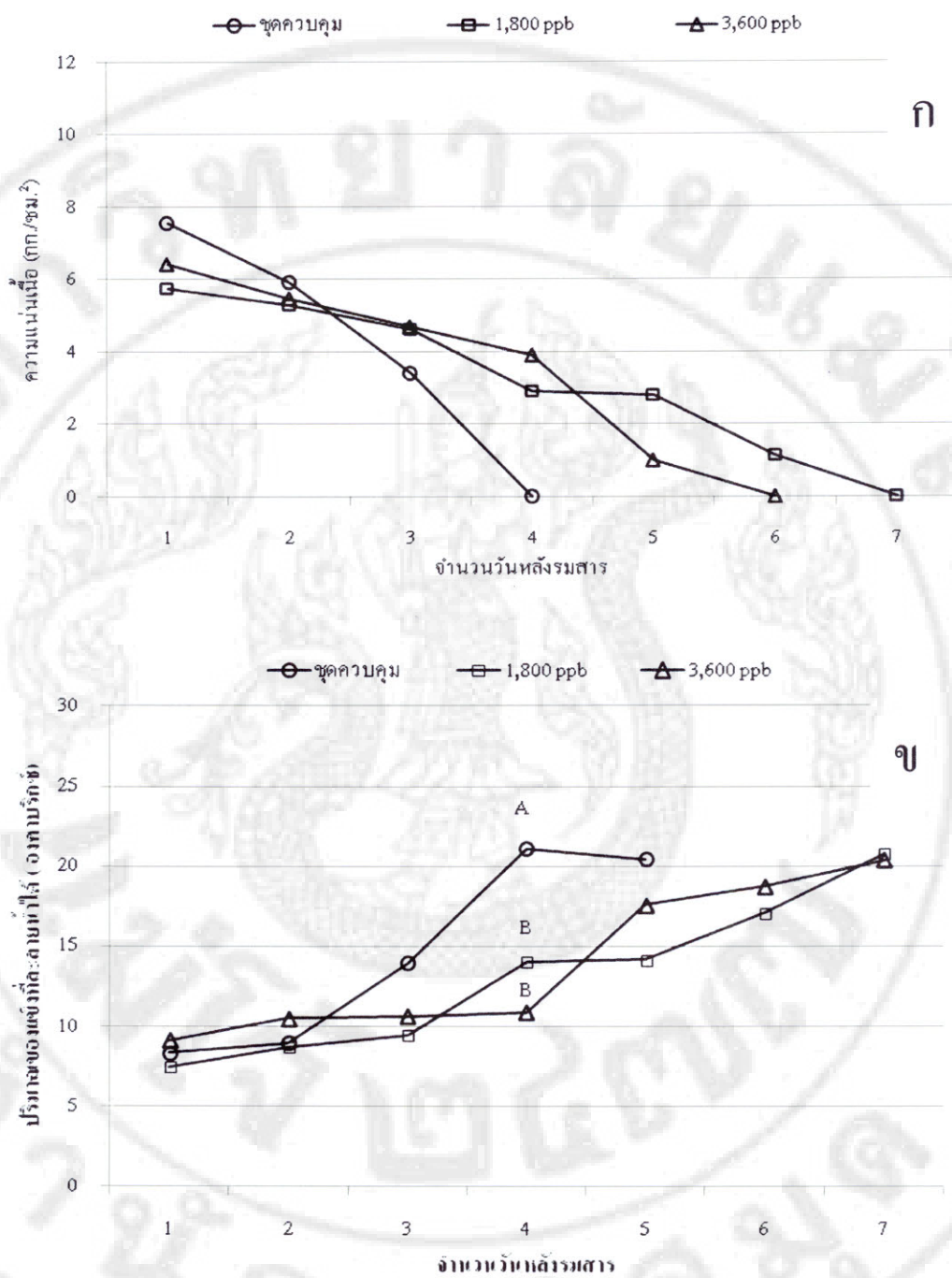
ตาราง 2 ผลของ 1-MCP ต่อระยะเวลาการสุกและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' หลังรมสารนาน 3 ชั่วโมง

สิ่งทดสอบ	ระยะเวลาการสุก (วัน)	อายุการวางจำหน่าย (วัน)
ชุดควบคุม	2.5 ^c	4.5 ^c
1,800 ppb	5.6 ^A	8.0 ^A
3,600 ppb	5.1 ^B	7.1 ^B
F-Test	**	**
CV (%)	14.38	11.02

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P \leq 0.01$



ภาพ 2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของ묘หน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม (ก, ข) และชุดที่รมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1,800 ppb (ค, ง) และ 3,600 ppb (จ, ฉ) โดยเปรียบเทียบวันเริ่มต้น (ก, ค, จ) และวันที่ผลผลิตหมดอายุการวางจำหน่าย (ข, ง, ฉ)



ภาพ 3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน

ตาราง 3 ผลของ 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส $\pm$ 2) เป็นเวลา 4 วัน ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสารนาน 3 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
ชุดควบคุม	0.0	20.0 ^A
1,800 ppb	2.9	14.0 ^B
3,600 ppb	3.9	10.9 ^B
F-Test	ns	*
CV (%)	7.0	22.3

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P \leq 0.05$

การทดลองที่ 1.2 ผลของ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่าย น้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’

ระยะเวลาการสุกและอายุการวางจำหน่าย

การรมสาร 1 – MCP ที่ความเข้มข้น 3 ระดับต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่าย น้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’ พบว่า น้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’ ชุดควบคุมมีระยะเวลาการสุก 2.7 วัน ชุดที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,800 ppb และ 3,600 ppb มีระยะเวลาการสุก 5.7 วัน (ตาราง 4) เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยชุดที่รมสาร 1,800 ppb และ 3,600 ppb ช่วยยืดระยะเวลาการสุกได้นานกว่าชุดควบคุม ส่วนอายุการวางจำหน่าย พบว่า ชุดควบคุมมีอายุการวางจำหน่าย 4.7 วัน ชุดที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,800 ppb และ 3,600 ppb มีอายุการวางจำหน่าย 7.8 และ 7.9 วัน เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยชุดที่รมสาร 1,800 และ 3,600 ppb สามารถช่วยยืดอายุการวางจำหน่ายได้นานกว่าชุดควบคุม (ตาราง 4) ผลน้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’ ที่ไม่รมสาร เปลือกเริ่มเปลี่ยนสีเห็นได้ชัดเจนในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา (ภาพ 4 ก, ข) และ ชุดรมสาร 1,800 ppb (ภาพ 4 ค, ง) และ 3,600 ppb (ภาพ 4 จ, ฉ) เริ่มเปลี่ยนสีในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของนํ้าหน่อดำพันธุ์ ‘หนั่งเขียว’ ที่รมด้วยสาร 1-MCP 3 ระดับความเข้มข้น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 5ก) เมื่อนำข้อมูลวันที่ 3 ของการเก็บรักษามาวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่าทุกระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 5)

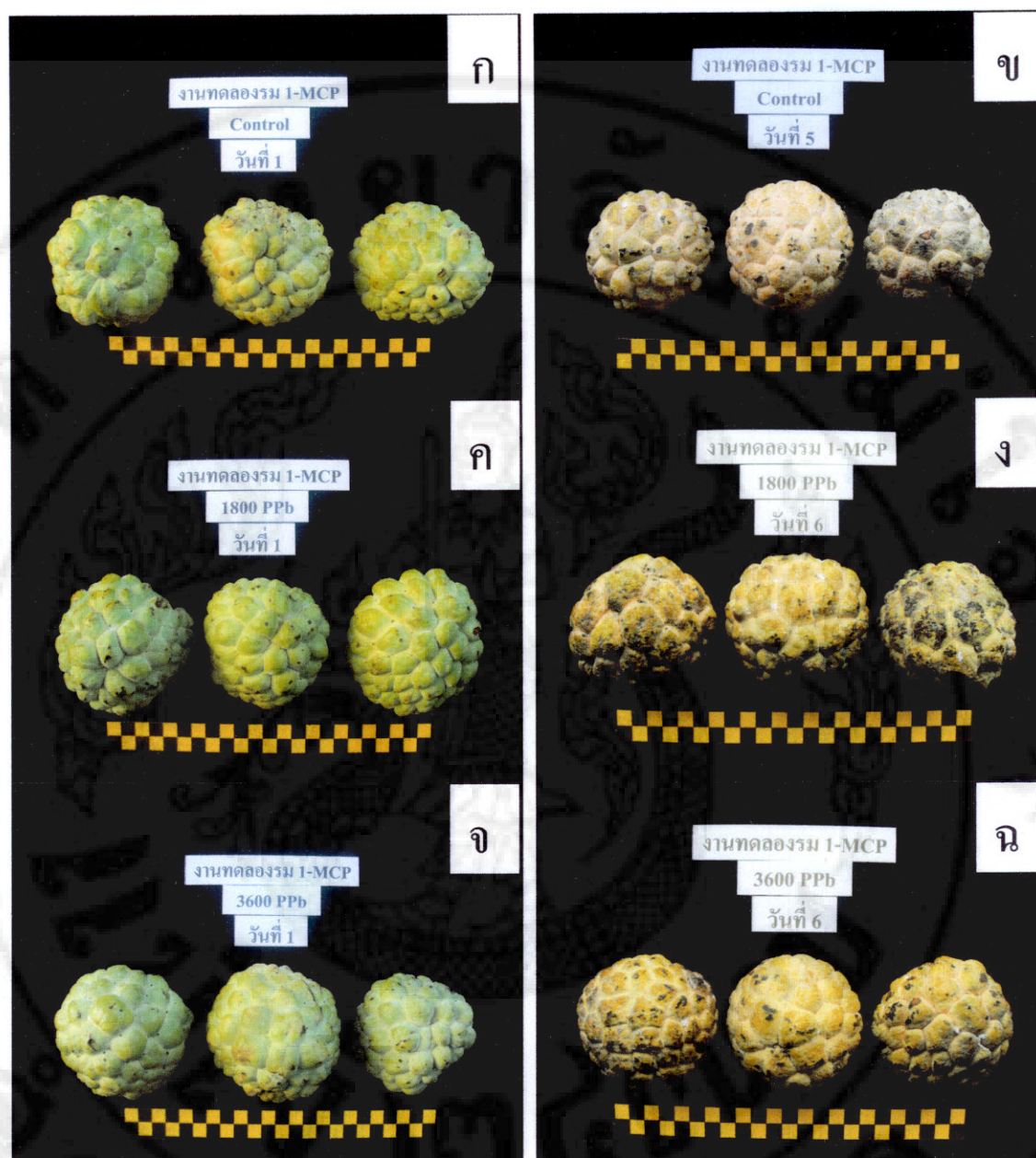
การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

จากผลการทดลองการรมสาร 1-MCP 3 ระดับความเข้มข้นกับนํ้าหน่อดำพันธุ์ ‘หนั่งเขียว’ พบว่าการรมสาร 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (ภาพ 5ข) โดยข้อมูลในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ของนํ้าหน่อดำที่การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,800 ppb และ 3,600 ppb มีค่าเท่ากับ 15.3 และ 11.4 องศาบริกซ์ และ ชดควบคุมเท่ากับ 20.9 องศาบริกซ์ แต่พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 5)

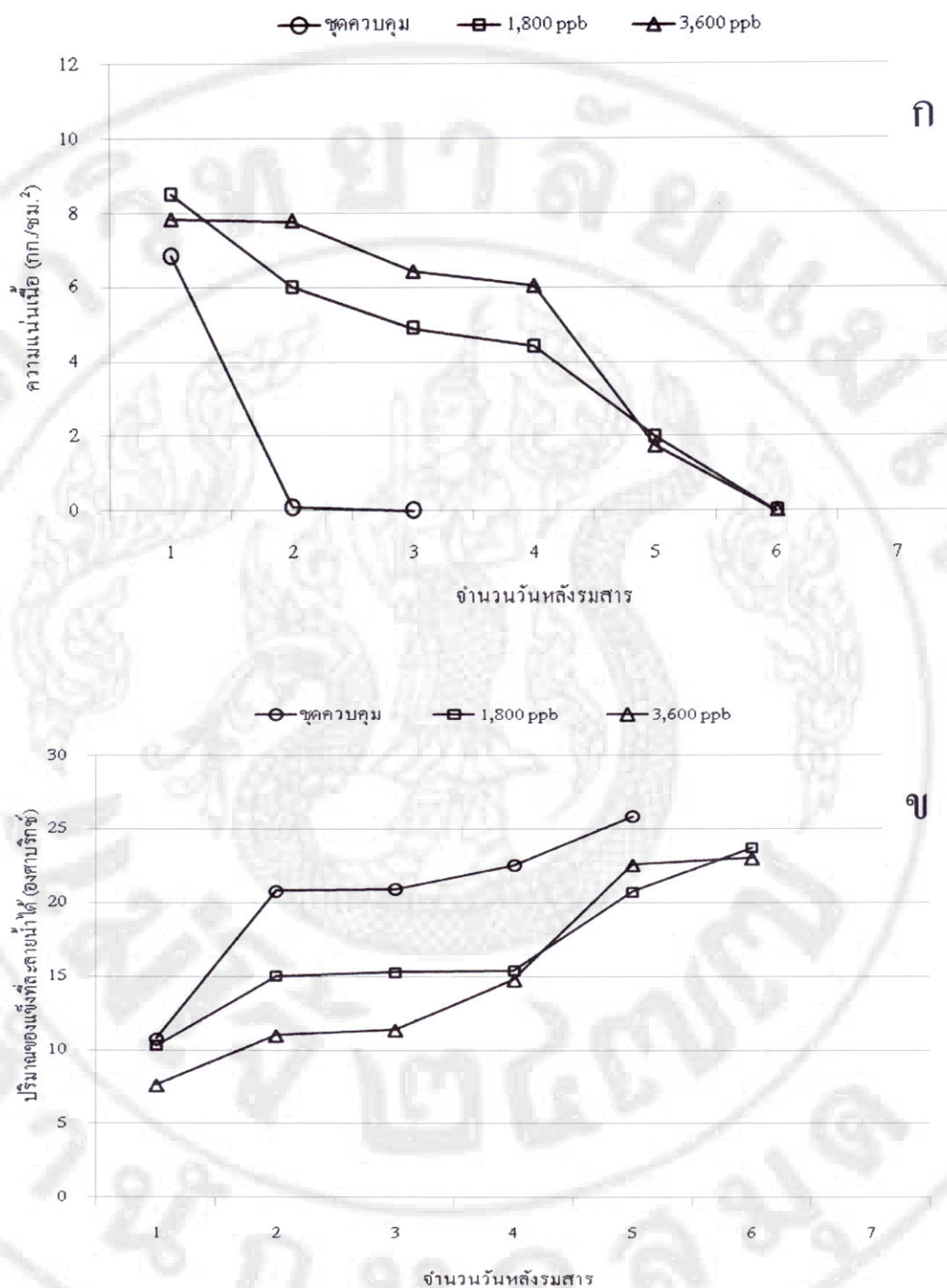
ตาราง 4 ผลของ 1-MCP ต่อระยะการสุกและ อายุการวางจำหน่ายของนํ้าหน่อดำพันธุ์ ‘หนั่งเขียว’ หลังรมสาร นาน 3 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	จำนวนวันสุก (วัน)	อายุการวางจำหน่าย (วัน)
ชดควบคุม	2.7 ^B	4.7 ^B
1,800 ppb	5.7 ^A	7.8 ^A
3,600 ppb	5.7 ^A	7.9 ^A
F-Test	**	**
CV (%)	12.37	17.68

หมายเหตุ : ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P \leq 0.01$



ภาพ 4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังกีว’ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม (ก, ข) และชุดที่รมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1,800 ppb (ค, ง) และ 3,600 ppb (จ, ฉ) โดยเปรียบเทียบวันเริ่มต้น (ก, ค, จ) และวันที่ผลผลิตหมดอายุการวางจำหน่าย (ข, ง, ฉ)



ภาพ 5 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของน้อยหน่าพันธุ์'หนังเขียว'หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน

ตาราง 5 ผลของ 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’ หลังรมสารนาน 3 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
ชุดควบคุม	0	20.9
1,800 ppb	4.9	15.3
3,600 ppb	6.4	11.4
F-Test	ns	ns
CV (%)	71.5	27.71

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การทดลองที่ 1.3 ผลของ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่าย น้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’

ระยะเวลาการสุกและอายุการวางจำหน่าย

จากการรมสาร 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่าย น้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ 3 ระดับความเข้มข้น พบว่าน้อยหน่าชุดควบคุมมีระยะเวลาการสุกเท่ากับ 6.5 วัน ชุดที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,800 ppb และ 3,600 ppb มีระยะเวลาการสุกเท่ากับ 5.6 และ 5.1 วัน เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยชุดควบคุมมีระยะเวลาการสุกนานกว่าชุด ที่รมสาร 1,800 ppb และ 3,600 ppb ส่วนอายุการวางจำหน่าย พบว่า ชุดควบคุมมีอายุการวางจำหน่าย 8.5 วัน ชุดที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,800 ppb และ 3,600 ppb มีอายุการวางจำหน่าย 7.6 และ 7.1 วัน เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยชุดที่รมสาร 1-MCP 1,800 ppb และ 3,600 ppb มีอายุการวางจำหน่ายน้อยกว่าชุดควบคุม (ตาราง 6) ผลน้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลดำเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ของผล ซึ่งแสดงถึงการหมดอายุการวางจำหน่าย (ภาพ 6)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของน้อยหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ที่รมด้วยสาร 1-MCP 3 ระดับความเข้มข้น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 7ก) เมื่อนำข้อมูลวันที่ 5 ของการเก็บรักษามาวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่าทุกระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 7)

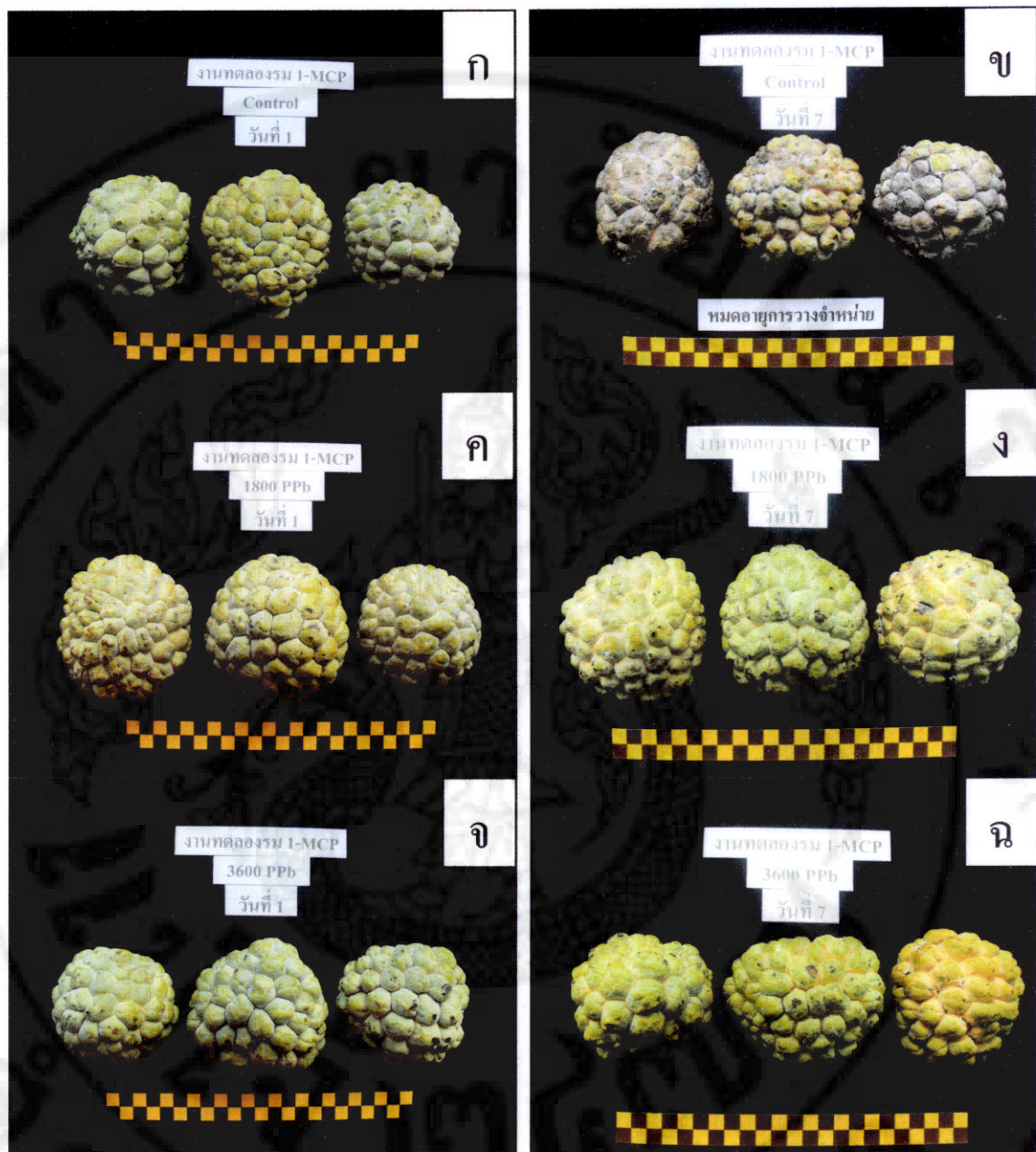
การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

จากผลการทดลองการรมสาร 1-MCP 3 ระดับความเข้มข้นกับน้อยหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ พบว่าการรมสาร 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (ภาพ 7ข) เมื่อนำข้อมูลในวันที่ 5 ของการเก็บรักษามาวิเคราะห์สถิติพบว่าทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 7)

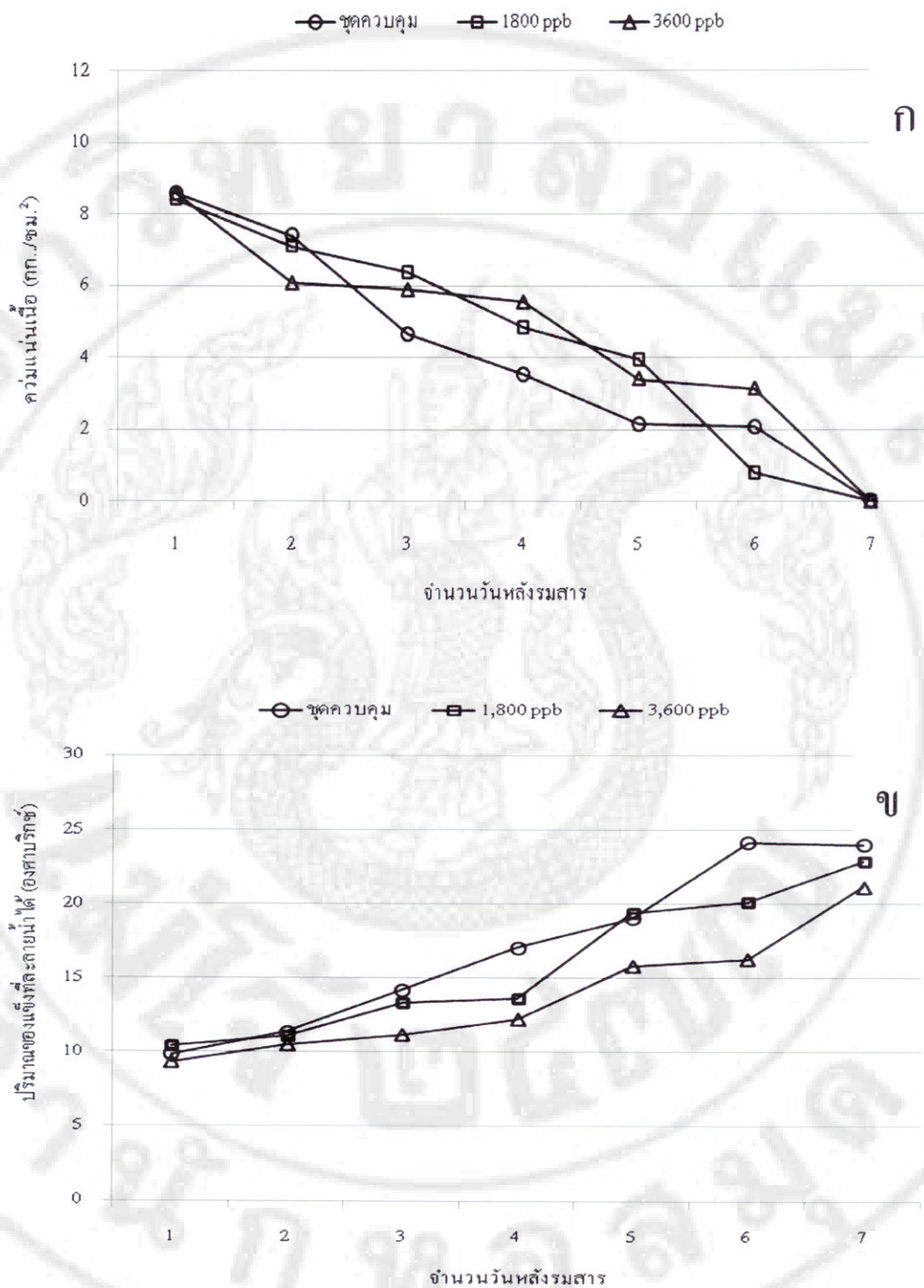
ตาราง 6 ผลของ 1-MCP ต่อระยะเวลาการสุกและอายุการวางจำหน่ายของน้อยหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ หลังรมสารนาน 3 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาการสุก (วัน)	อายุการวางจำหน่าย (วัน)
ชุดควบคุม	6.5 ^A	8.5 ^A
1,800 ppb	5.6 ^B	7.6 ^B
3,600 ppb	5.1 ^C	7.1 ^C
F-Test	**	**
CV (%)	13.42	9.14

หมายเหตุ : ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P \leq 0.01$



ภาพ 6 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของน้อยหน้าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม (ก,ข) และชุดที่รมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1,800 ppb (ค,ง) และ 3,600 ppb (จ,ฉ) โดยเปรียบเทียบวันเริ่มต้น (ก,ค,จ) และวันที่ผลผลิตหมดอายุการวางจำหน่าย (ข,ง,ฉ)



ภาพ 7 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของน้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน

ตาราง 7 ผลของ 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 วัน ของน้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังรมสารนาน 3 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
ชุดควบคุม	2.4	19.0
1,800 ppb	4.0	19.4
3,600 ppb	4.7	15.8
F-Test	ns	ns
CV (%)	81.24	27.41

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การทดลองส่วนที่ 2 ผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของ น้อยหน่า

การทดลองที่ 2.1 ผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของ น้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง'

อายุการวางจำหน่ายและอายุการเก็บรักษา

จากผลการทดลองอิทธิพลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' ที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 0 วัน (ไม่เข้าห้องเย็น) 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน แล้วนำออกมาตรวจสอบอายุการวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) พบว่าหลังจากเก็บรักษา ในห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส น้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' มีอายุการวางจำหน่ายแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเก็บรักษาไว้ 0 และ 2 วันทำให้มีอายุการวางจำหน่ายเท่ากับ 3.3 และ 3.4 วัน ซึ่งมีอายุการวางจำหน่ายนานกว่าชุดที่เก็บไว้ 4, 6, 8 และ 10 วัน ที่มีอายุการวางจำหน่ายเท่ากับ 2.3, 2.0, 1.8 และ 1.0 วัน ตามลำดับ (ตาราง 8) ส่วนอายุการเก็บรักษา พบว่า การเก็บน้อยหน่าไว้ในห้องเย็น 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน ทำให้น้อยหน่ามีอายุการ

เก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 5.4, 6.3, 8.0, 9.8 และ 11.0 วัน ตามลำดับ นานกว่าชุดที่ไม่เข้าห้องเย็นซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเพียง 3.3 วัน (ตาราง 8)

การเก็บรักษาน้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ในห้องเย็น จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ พบว่า ผิวเปลือกของผลที่เก็บรักษาในห้องเย็น 6 – 10 วัน มีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำอย่างรวดเร็ว โดยเกิดขึ้นภายใน 1 - 2 วันหลังออกจากห้องเย็น ส่วนชุดที่เก็บรักษาในห้องเย็น 0 – 4 วัน ผิวเปลือกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในวันที่ 3 - 4 ของการเก็บรักษานอกห้องเย็น (ภาพ 8)

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของผลน้อยหน้า

จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของน้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังออกจากห้องเย็น พบว่า น้ำหนักน้อยหน้าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 9ก) แต่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (ภาพ 9ข) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลในวันแรกหลังออกจากห้องเย็น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเก็บรักษาในห้องเย็น 2 วัน ทำให้น้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 1.4 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าการเก็บรักษาน้อยหน้าในห้องเย็น 0, 4, 6, 8 และ 10 วัน ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.0, 2.4, 2.6, 2.1 และ 2.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 9)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของน้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังออกจากห้องเย็น 1 วัน พบว่าน้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ มีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาในห้องเย็น 8 และ 10 วัน มีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว (ภาพ 10ก) เมื่อนำข้อมูลที่บันทึกไว้นามารวบรวมวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยน้อยหน้าที่การเก็บรักษาในห้องเย็น 0, 2, 4 วัน มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 6.3, 6.5 และ 7.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าชุดที่เข้าห้องเย็น 6, 8 และ 10 วัน ที่มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 2.7, 0.13 และ 0.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 9)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

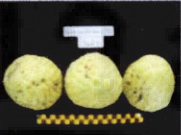
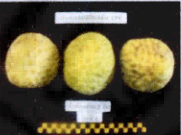
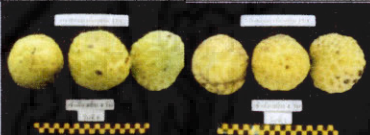
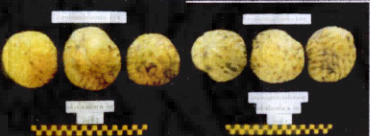
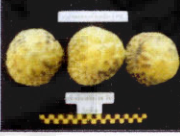
การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังออกจากห้องเย็น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (ภาพ 10ข) เมื่อนำข้อมูลในวันที่ 1 หลังออกจากห้องเย็นของแต่ละสิ่งทดลองคือ การเก็บ

รักษาในห้องเย็น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.2, 9.9, 9.6, 11.5, 15.6 และ 17.93 องศาบริกซ์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์สถิติ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเก็บรักษาน้อยหน้าในห้องเย็น 10 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ (ตาราง 9)

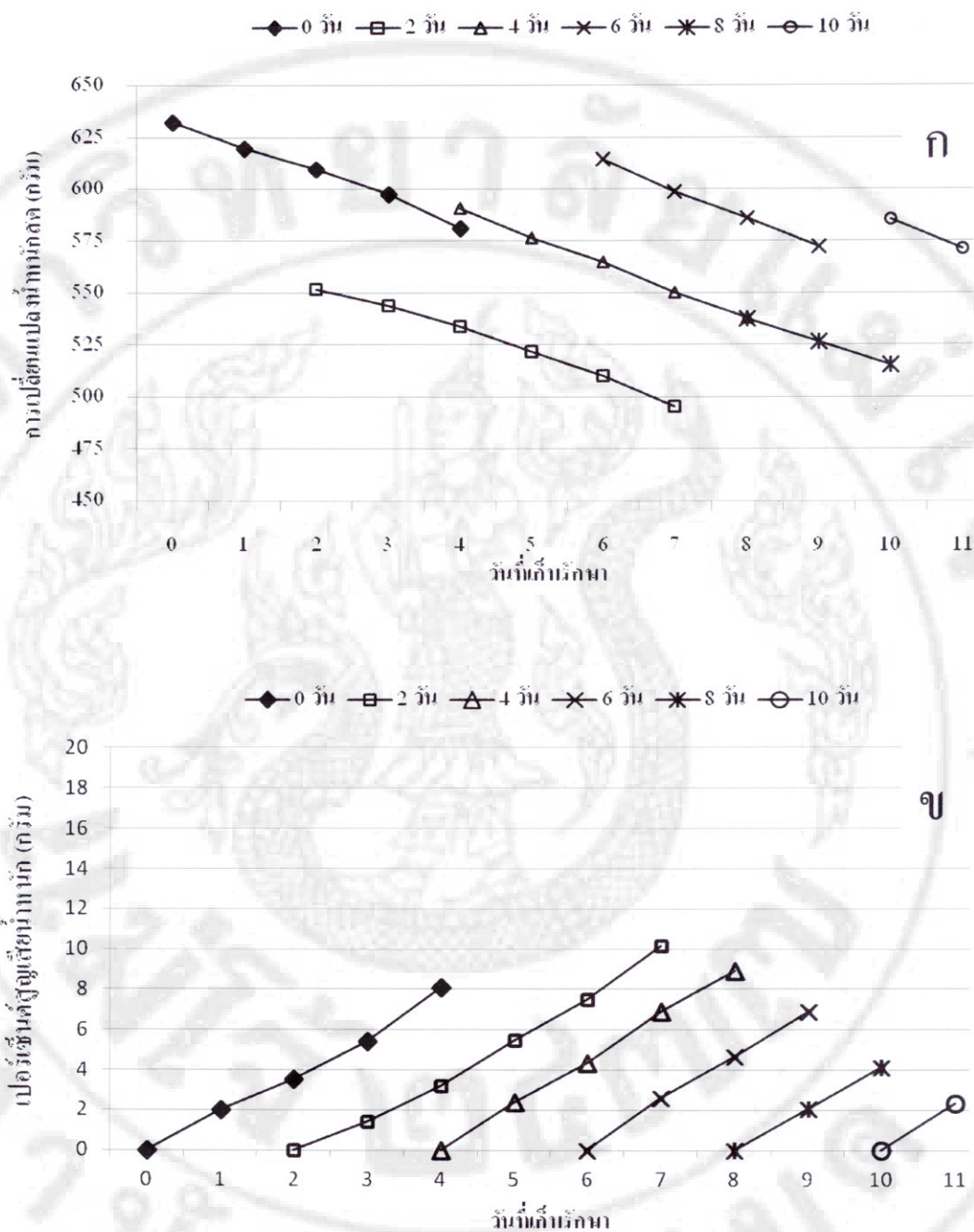
ตาราง 8 อายุการวางจำหน่ายและอายุการเก็บรักษาของน้อยหน้าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' หลังจากเข้าห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลอง	อายุการวางจำหน่าย (วัน)	อายุการเก็บรักษา (วัน)
0 วัน	3.3 ^A	3.3 ^F
2 วัน	3.4 ^A	5.4 ^E
4 วัน	2.3 ^B	6.3 ^D
6 วัน	2.0 ^B	8 ^C
8 วัน	1.8 ^B	9.8 ^B
10 วัน	1.0 ^C	11.0 ^A
F-Test	**	**
CV (%)	23.81	7.08

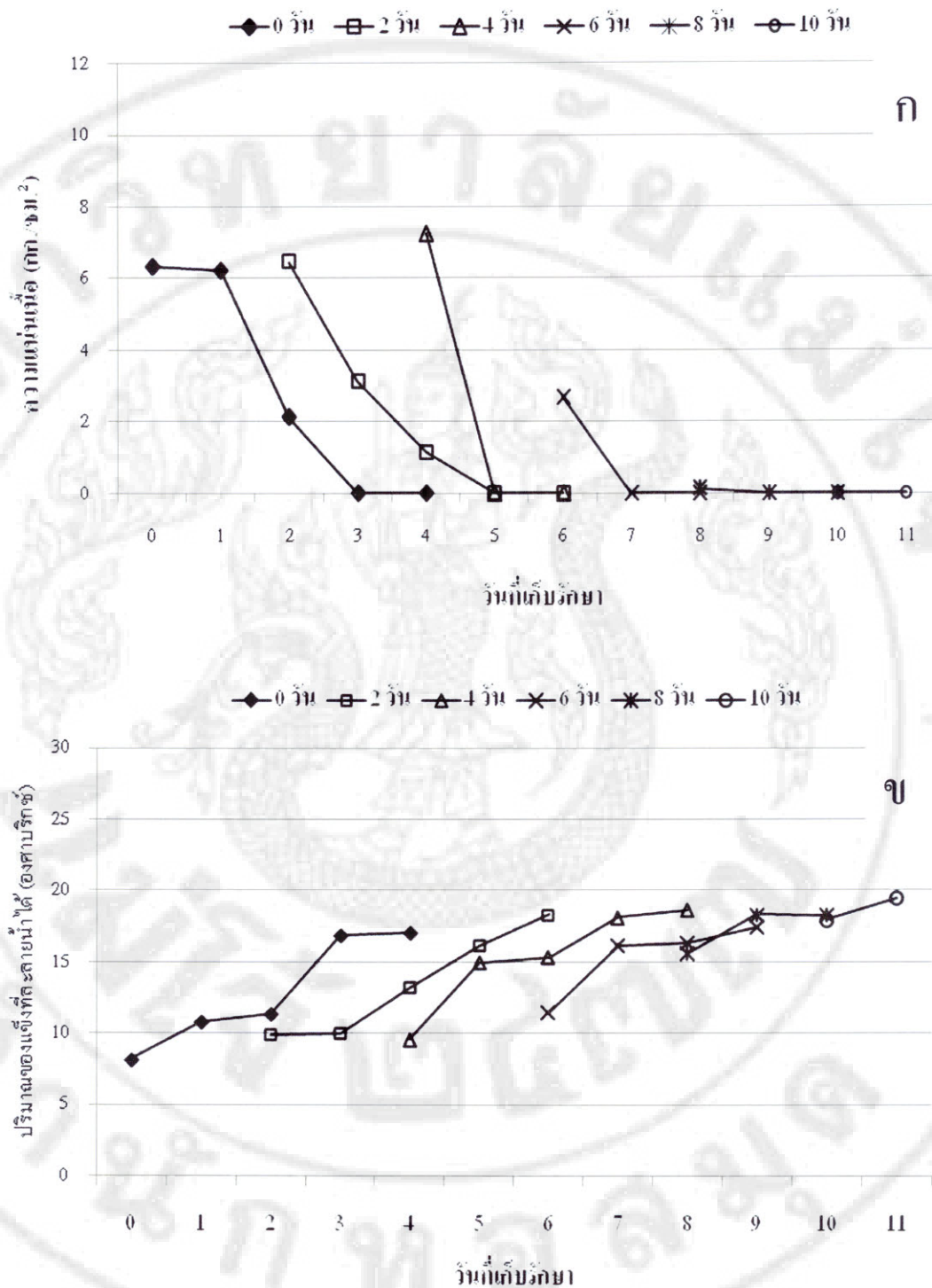
หมายเหตุ : ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.01$

วันที่อยู่ใน ห้องเย็น	จำนวนวันหลังจากออกจากห้องเย็น					
	0	1	2	3	4	5
0						
2						
4						
6						
8						
10						

ภาพ 8 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของน้อยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส นาน 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน และ นำออกมาจากห้องเย็น เพื่อเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน



ภาพ 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (ก) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (ข) ของนัยหน้า พันธุ์ 'เพชรปากช่อง' หลังเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส



ภาพ 10 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของน้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' หลังจากเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส

ตาราง 9 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ของนื้อหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังเก็บรักษาในห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน

สิ่งทดลอง	ลักษณะที่ศึกษา		
	เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
0 วัน	2.0 ^C	6.3 ^A	8.2 ^D
2 วัน	1.4 ^D	6.4 ^A	9.9 ^{CD}
4 วัน	2.4 ^{AB}	7.2 ^A	9.6 ^{CD}
6 วัน	2.6 ^A	2.7 ^B	11.5 ^C
8 วัน	2.1 ^{BC}	0.1 ^B	15.6 ^B
10 วัน	2.4 ^{AB}	0.0 ^B	17.9 ^A
F-Test	**	**	**
CV(%)	11.45	29.68	7.26

หมายเหตุ : ** = แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P \leq 0.01$

การทดลองที่ 2.2 ผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของนื้อหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’

อายุการวางจำหน่ายและอายุการเก็บรักษา

จากการทดลองผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของนื้อหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 0 วัน (ไม่เข้าห้องเย็น), 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน พบว่าหลังจากเก็บรักษานื้อหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ในห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส แล้วนำออกมาตรวจสอบอายุการวางจำหน่ายและอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) พบว่า นื้อหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ มีอายุการวางจำหน่ายแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเก็บรักษาไว้ 4 และ 6 วัน มีอายุการวางจำหน่ายเท่ากับ 2.3 วัน ซึ่งนานกว่าชุดที่เก็บไว้ในห้องเย็น 8 และ 10 วัน ที่มีอายุการวางจำหน่ายเท่ากับ 1.7 และ 1.0 วัน ตามลำดับ (ตาราง 10) ส่วนอายุการเก็บรักษานื้อหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ พบว่า การเก็บนื้อหน้าไว้ในห้องเย็น 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน ทำให้

น้อยหน่ามีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 4.1, 6.3, 8.3, 7.9 และ 11.0 วัน ตามลำดับ ซึ่งนานกว่าชุดที่ไม่เข้าห้องเย็นซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเพียง 2.0 วัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 10)

การเก็บรักษาน้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' ในห้องเย็นเป็นระยะเวลา 6 – 10 วัน เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า สีเปลือกของผลมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำอย่างรวดเร็ว โดยเกิดภายใน 1 - 3 วัน ส่วนชุดที่เก็บรักษาในห้องเย็น 0 – 4 วัน สีผิวเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำในวันที่ 4 - 5 ของการเก็บรักษา (ภาพ 11)

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของผลน้อยหน่า

จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของน้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' พบว่า น้ำหนักสดลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 12ก) แต่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (ภาพ 12ข) ซึ่งเมื่อนำข้อมูลในวันที่ 1 ของการนำออกจากห้องเย็นมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเก็บรักษาในห้องเย็น 6 วัน ทำให้น้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 4.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าการเก็บรักษาน้อยหน่าในห้องเย็น 0, 2, 4, 8 และ 10 วัน ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.7, 2.7, 3.7, 2.9 และ 3.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 11)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของน้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังจากเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลา 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน พบว่าน้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' มีความแน่นเนื้อลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาในห้องเย็น 8 และ 10 วัน มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว โดยความแน่นเนื้อลดลงเป็น 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในเวลาเพียง 1 วัน (ภาพ 13ก) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 11)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

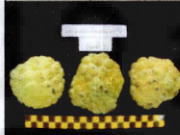
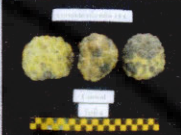
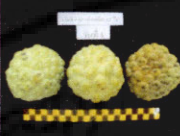
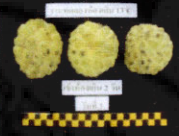
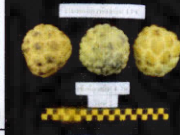
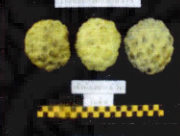
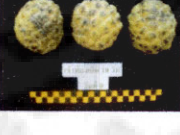
การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังจากออกจากห้องเย็น พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (ภาพ 13ข) เมื่อนำข้อมูลในวันที่ 1 หลังออกจากห้องเย็น มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่าง

นัยสำคัญยิ่งโดยการเก็บรักษาน้อยหน้าในห้องเย็น 10 วันมี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่า
สิ่งทดลองอื่น ๆ (ตาราง 11)

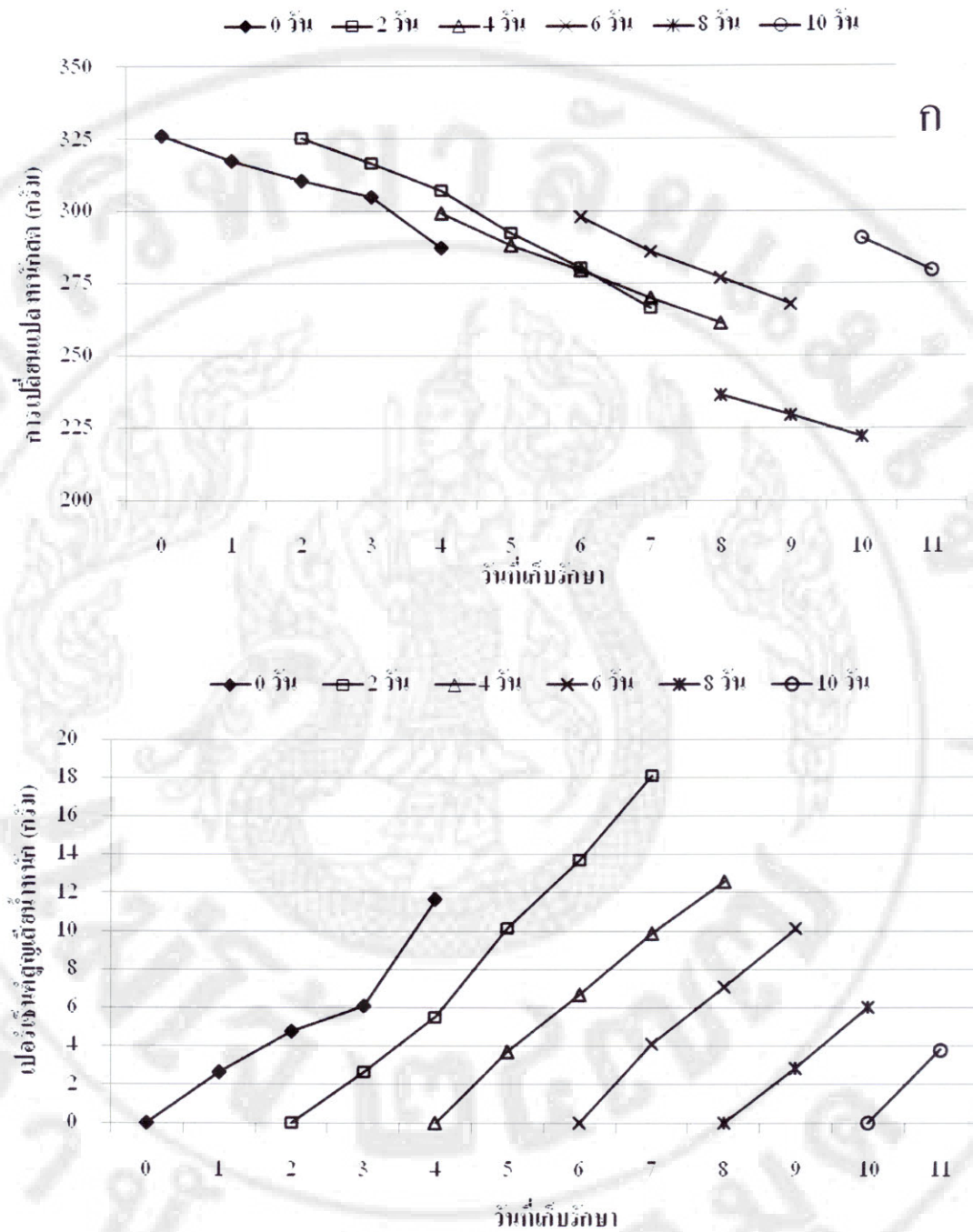
ตาราง 10 อายุการวางจำหน่ายและอายุการเก็บรักษาน้อยหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ หลังจากเก็บ
รักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลอง	อายุการวางจำหน่าย (วัน)	อายุการเก็บรักษา (วัน)
0 วัน	2.0 ^{AB}	2.0 ^F
2 วัน	2.1 ^{AB}	4.1 ^E
4 วัน	2.3 ^A	6.3 ^D
6 วัน	2.3 ^A	8.3 ^C
8 วัน	1.7 ^B	9.7 ^B
10 วัน	1.0 ^C	11.0 ^A
F-Test	**	**
CV (%)	23.9	6.60

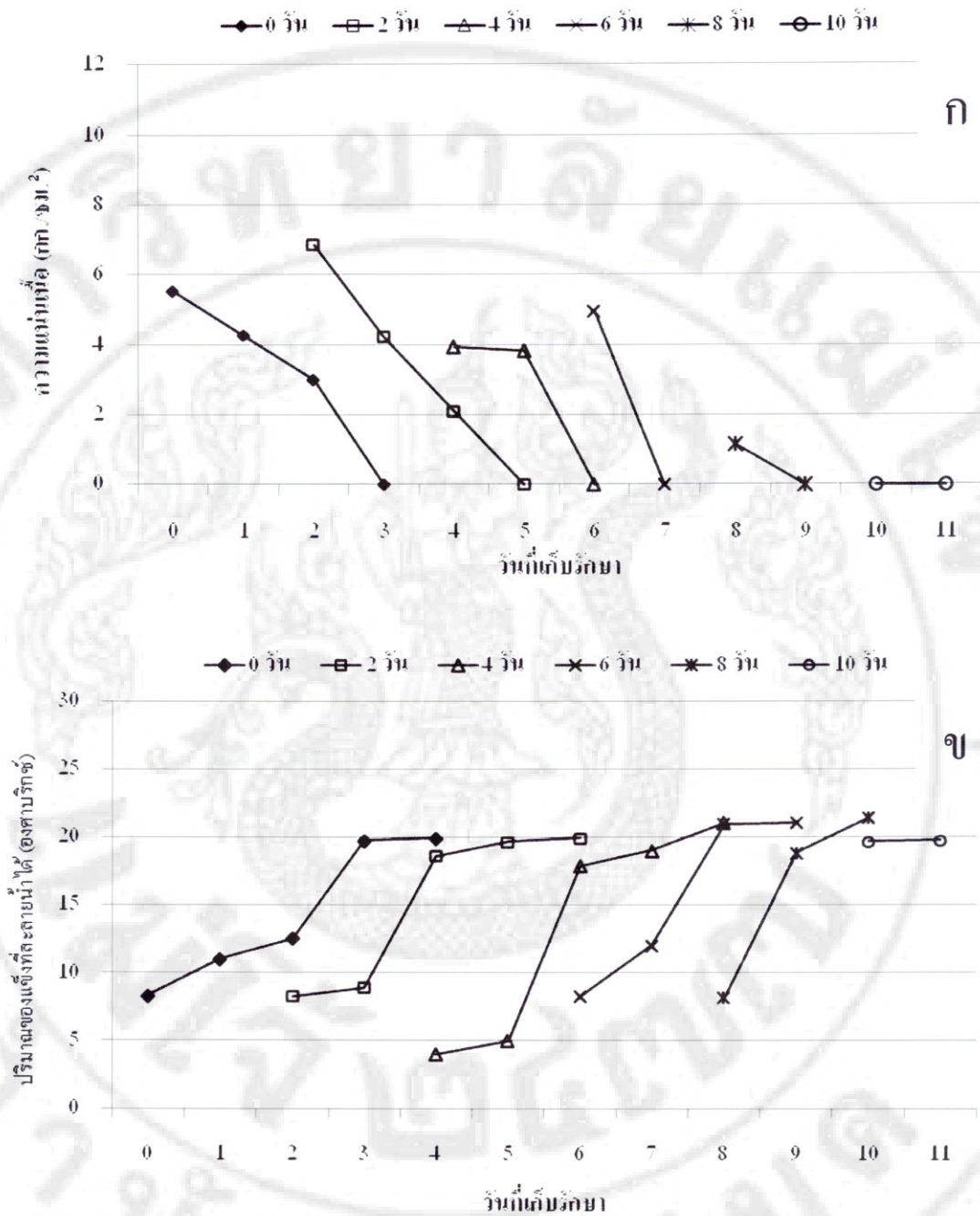
หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.01$

วันที่อยู่ใน ห้องเย็น	จำนวนวันหลังจากออกจากห้องเย็น					
	0	1	2	3	4	5
0						
2						
4						
6						
8						
10						

ภาพ 11 การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่มองเห็นได้ของน้อยหน้าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ หลังเข้าห้องเย็น 1 องศาเซลเซียส นาน 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน และ นำออกมาจากห้องเย็น เพื่อเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน



ภาพ 12 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (ก) และเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก (ข) ของนัยหน้าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส



ภาพ 13 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (ก) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ข) ของน้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังเข้าห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส

ตาราง 11 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ของนอยหน้าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว' หลังจากเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลอง	ลักษณะที่ศึกษา		
	เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
0 วัน	2.7 ^B	5.5	8.3 ^B
2 วัน	2.7 ^B	6.8	8.3 ^B
4 วัน	3.7 ^A	2.0	5.1 ^B
6 วัน	4.1 ^A	4.9	8.3 ^B
8 วัน	2.9 ^B	1.2	8.2 ^B
10 วัน	3.8 ^A	0.0	19.7 ^A
F-Test	**	ns	**
CV (%)	17.62	71.09	32.51

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P \leq 0.01$

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่า

การรมสาร 1-MCP กับน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ที่ความเข้มข้น 1,800 ppb สามารถยืดระยะเวลาการสุกได้ 5.62 วัน นานกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ ซึ่งแสดงว่าสาร 1-MCP สามารถช่วยชะลอระยะเวลาการสุกได้เช่นเดียวกับการศึกษาในมะม่วง แต่ปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมจะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของผลไม้ เช่น การรมสาร 1-MCP กับมะม่วงพันธุ์ ‘น้ำดอกไม้’ ใช้ความเข้มข้น 1,000 ppb รมนาน 6 ชั่วโมง สามารถชะลอระยะเวลาการสุกได้นานกว่าชุดที่ไม่ผ่านการรมสาร (จารุวัฒน์ และ ศิริชัย, 2545) สำหรับน้อยหน่าพันธุ์ ‘หนังเขียว’ พบว่า การรมสาร 1-MCP ระดับความเข้มข้น 1,800 ppb และ 3600 ppb ทำให้น้อยหน่าสุกช้ากว่าชุดไม่รมสาร โดยทั้งสองความเข้มข้นทำให้น้อยหน่ามีระยะเวลาการสุกเท่ากับ 5.67 วัน นานกว่าชุดที่ไม่รมสารซึ่งมีระยะเวลาการสุกเพียง 2.67 วัน จากผลการทดลอง พบว่าระยะเวลาการสุกของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ และ ‘หนังเขียว’ ที่รมสาร 1-MCP ตั้งแต่ 1,800 ppb และ 3,600 ppb สามารถช่วยทำให้น้อยหน่ายืดระยะเวลาการสุกนานขึ้นเมื่อเทียบกับชุดไม่รมสาร แต่การรมสาร 1-MCP ทุกระดับไม่มีผลกับน้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้อยหน่าแต่ละสายพันธุ์อาจจะมีการตอบสนองต่อสาร 1-MCP แตกต่างกัน จึงทำให้มีระยะเวลาการสุกของน้อยหน่าแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน

การรมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1,800 ppb และ 3,600 ppb ของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ และพันธุ์ ‘หนังเขียว’ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อได้นานกว่าชุดที่ไม่ได้รมสาร ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Benassi *et al.* (2003) ที่รายงานว่า การรมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 810 ppb เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมงทำให้น้อยหน่ามีความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดที่ไม่ได้รมสาร และยังสอดคล้องกับงานทดลองของ ยงยุทธ และ คนัย (2549) ที่ได้รายงานว่า การทดลองรมด้วย 1-MCP กับมะม่วงพันธุ์ ‘เขียวมรกต’ ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 12 ชั่วโมง สามารถช่วยชะลอความแน่นเนื้อของผลมะม่วงพันธุ์ ‘เขียวมรกต’ ได้ดีกว่าการรมสารที่ ระดับความเข้มข้น 500 และ 0 ppb ส่วนน้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ พบว่า การรมด้วยสาร 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

โดยความแน่นเนื้อจะลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น จากผลการทดลองจะเห็นว่า น้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ไม่ตอบสนองต่อการรมด้วยสาร 1-MCP ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อสาร 1-MCP แตกต่างกัน (จริงแท้, 2549) ซึ่งการลดลงของความแน่นเนื้อเมื่อน้อยหน่าสุกอาจจะเกิดจากในผลดิบจะพบสารประกอบเพคตินที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และไม่ละลายน้ำ จึงมีผลทำให้เซลล์ยึดเกาะกันแน่น แต่เมื่อสุกมีความแน่นเนื้อลดลง เพราะเพคตินมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของโมเลกุลให้เล็กลงและมีการละลายน้ำได้ ทำให้เซลล์ยึดเกาะกันอย่างหลวม ๆ (สาขชล, 2528)

การรมด้วยสาร 1-MCP ของน้อยหน่าทั้ง 3 สายพันธุ์ ที่ทุกระดับความเข้มข้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยมีเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา เช่นเดียวกับการรมสาร 1-MCP กับ มะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ความเข้มข้น 125 – 1,250 ppb นาน 12 ชั่วโมง (กันยาและคณะ, 2549) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ จะสอดคล้องกับการสุกของผลไม้ ที่มีการสลายตัวของแป้งหรือสารประกอบคาร์โบไฮเดรตสลายตัวเป็นน้ำตาล ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของ TSS (Kapse and Katrodia, 1996)

ผลของอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายน้อยหน่า

จากผลการเก็บรักษาน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ และพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0 วัน (ไม่เข้าห้องเย็น) 2, 4, 6, 8 และ 10 วัน พบว่า น้อยหน่าที่เก็บรักษาในห้องเย็น 10 วัน มีอายุการวางจำหน่ายสั้นที่สุด แต่มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด น้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ และพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ที่เก็บรักษาในห้องเย็น 10 วัน มีอายุการเก็บรักษา 11.0 วัน แสดงว่าอุณหภูมิต่ำช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ เพ็ญวิภา (2541) ที่เก็บรักษามะม่วงพันธุ์ ‘โชคอนันต์’ ไว้ที่อุณหภูมิ 3, 8, 13 และ 20 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้อุณหภูมิต่ำคือ 8 และ 13 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงได้ เมื่อเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยทำให้ระยะเวลาการสุกนานขึ้น และยังสอดคล้องกับการทดลองของ ยวดี (2548) ที่ได้ทำการศึกษา กับน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 14, 18, 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (28 ± 2 องศาเซลเซียส) ร่วมกับการห่อผลด้วยฟิล์มโพลีไวนิลคลอไรด์ พบว่า การห่อด้วยฟิล์มร่วมกับอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุได้ แต่ทำให้การสุกผิดปกติ

ในขณะที่ผลน้อยหน่าที่เก็บรักษาที่ 14 องศาเซลเซียส ที่ไม่ห่อฟิล์มโพลีไวนิลคลอไรด์ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ถึง 12 วัน เมื่อเทียบกับน้อยหน่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องมีการเก็บรักษาเพียง 3 วัน การเก็บผลผลิตในห้องเย็นต้องใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมกับชนิดของผลผลิต ควรจะทราบข้อมูลเบื้องต้นเรื่องแหล่งกำเนิดและวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสม ถึงจะสามารถยืดอายุได้โดยไม่ทำให้การเปลี่ยนแปลงหลังเก็บรักษาผิดปกติ

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของน้อยหน่าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ และ พันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ที่เก็บรักษาในห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส พบว่า น้อยหน่าทั้ง 2 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ ‘น้ำดอกไม้’ ที่อุณหภูมิ 8 และ 20 องศาเซลเซียส ที่พบว่า มะม่วงพันธุ์ ‘น้ำดอกไม้’ ที่เก็บไว้ในห้องเย็น มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (เจือจันทร์, 2541) โดยปกติการเก็บรักษาผลผลิตในอุณหภูมิห้องจะทำให้ผลผลิตมีการสูญเสียน้ำหนักเร็วและมากกว่าผลผลิตที่เก็บรักษาในห้องเย็น สอดคล้องกับการเก็บรักษาน้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้าย’ และ ‘หนัง’ ที่อุณหภูมิห้อง และ 18 องศาเซลเซียส พบว่า ทำให้น้อยหน่าพันธุ์ ‘ฝ้าย’ และ ‘หนัง’ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักรวมน้อยกว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (เรณู และยวดี, 2551)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ ของน้อยหน่า ‘เพชรปากช่อง’ และ พันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ที่เก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่า ทำให้การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของน้อยหน่าทั้ง 2 สายพันธุ์ ลดลงตามอายุการเก็บรักษาในห้องเย็น โดยที่พันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ ลดลงเป็น 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาในห้องเย็น ส่วนพันธุ์ ‘ฝ้ายเขียว’ ลดลงเป็น 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาในห้องเย็น ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้อยหน่าทั้ง 2 พันธุ์ ทุกสิ่งทดลองเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาโดยการเก็บรักษาในห้องเย็น 10 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ โดยพิจารณาจากการวิเคราะห์ข้อมูลในวันที่ 1 หลังออกจากห้องเย็น อาจเนื่องจากในระหว่างที่เก็บรักษาในห้องเย็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ค่อย ๆ มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาแต่เกิดในปริมาณที่น้อยกว่าชุดที่ไม่เข้าห้องเย็น จึงอาจกล่าวได้ว่าการเก็บรักษาน้อยหน่าในห้องเย็นสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ดีกว่าชุดที่ไม่เข้าห้องเย็น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Pasanna (2000) กล่าวว่า การเก็บรักษาน้อยหน่าที่อุณหภูมิ 10, 15, 20 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ที่

อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลงและมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยปกติผลไม้ที่สุกในระหว่างการเก็บรักษาความแน่นเนื้อของผลจะลดลง เนื่องจากการสลายตัวของสารโปรโตเพกตินซึ่งไม่ละลายน้ำ ได้เป็นกรดเพกตินและเพกตินซึ่งละลายน้ำได้ ถ้าระหว่างการเก็บรักษาไม่มีกระบวนการสุกเกิดขึ้น สารประกอบเพกตินจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (นิธิยาและคณะ, 2548) นอกจากนี้ ความแน่นเนื้อของผลไม้ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณแป้งที่สะสม เมื่อแป้งถูกย่อยสลายไปเป็นน้ำตาลหรือของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ทำให้ความแน่นเนื้อลดลงได้เช่นกัน (ธีรนุช, 2556) น้อยหน้าเป็นผลไม้จำพวก climacteric จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นในระหว่างการสุก จะมีน้ำตาลจำพวกฟรุกโทสและกลูโคสเพิ่มขึ้นและจะอยู่ได้ถึง 5 วัน หลังจากการเก็บเกี่ยว ในขณะที่น้ำตาลซูโครสจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 3 หลังการเก็บเกี่ยว หลังจากนั้นจะลดลง น้อยหน้าจะมีรสชาติดี เมื่อมีปริมาณน้ำตาลฟรุกโทสมากกว่าซูโครส (Paull *et al.*, 1983) การเก็บรักษาผลไม้กลุ่มนี้ไว้ที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน จะทำให้แป้งสลายและได้น้ำตาลกลูโคสและเปลี่ยนเป็นน้ำตาลฟรุกโทสและซูโครสลดลง (นิธิยา และคณะ, 2548)

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองรมด้วยสาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP) กับน้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' 'หนังเขียว' และ 'ฝ้ายเขียว' พบว่า การรมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1,800 และ 3,600 ppb นาน 3 ชั่วโมง สามารถยืดระยะเวลาการสุก และอายุการวางจำหน่าย ของน้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' และพันธุ์ 'หนังเขียว' ได้ และยังช่วยชะลอการเน่าของผล แต่การรมสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้อยหน่าพันธุ์ 'ฝ้ายเขียว'

สำหรับการเก็บรักษาน้อยหน่าที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของน้อยหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' และ 'หนังเขียว' ได้นาน 12 วัน เมื่อเทียบกับชุดที่ไม่เข้าห้องเย็นมีอายุการเก็บรักษาเพียง 2-3 วัน โดยการเก็บรักษาในห้องเย็น นาน 10 วันไม่ทำให้คุณภาพผลผิดปกติ

ข้อเสนอแนะ

การทดสอบการรมสาร 1-MCP ควรต้องมีการศึกษาถึงระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด ส่วนความเข้มข้นที่ใช้ในงานทดลองนี้ เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการเท่านั้น หากจะนำมาประยุกต์ใช้จริงกับผู้ประกอบการ ควรศึกษาวิธีการและความเข้มข้น ที่เหมาะสมเพิ่มเติม

บรรณานุกรม

- กลุ่มเกษตรสัญจร. 2542. **น้อยหน้า**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ม.ป.ท. :ฐานเกษตรกรรม. น. 5-8.
- กันยา แอน์กาศ, จ่านง อุทัยบุตร, กานดา หวังชัย, กอบเกียรติ แสงนิล และสุจิตรา รตนะโม. 2549. **ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาการรม 1-เมธิลไซโคลโพรเพน ต่อการสุกของมะม่วงมหาชนก**. เชียงใหม่: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 4 น.
- จารุวัฒน์ โรจนภัทรากุล และ ศิริชัย กัลป์ยานรัตน์. 2545. ผลของ 1-Methylcyclopropene ต่อการชะลอการสุกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. **วิทยาศาสตร์เกษตร** 33, 6 (พิเศษ) : 60-67.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 น.
- จิรา ณ หนองคาย. 2531. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้และดอกไม้**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แมสพับลิชชิง. 272 น.
- เจือจันทร์ ตั้งเดิมทอง. 2541. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและองค์ประกอบทางเคมีของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ. ใน **บทคัดย่อศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.phtnet.org/research/view-abstract.asp?research_id=ca004. (7 มกราคม 2557).
- ชัยสิทธิ์ ชินวัตร. ม.ป.ป. **คู่มือการเพิ่มผลผลิตชุดการปลูกน้อยหน้าปลอดสารพิษ และวิธีเพิ่มผลผลิตอีกเท่าตัว**. ม.ป.ท.: ยูทิลൈซ์. น. 12-25.
- คณัฏ บุญเกียรติ. 2540. **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน**. เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 222 น.
- ทัศนัวรรณ ทองพูน. 2539. **การศึกษาการเจริญเติบโตของผลฝรั่งพันธุ์กลมสาดี**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 25 น.
- เทียมใจ คมกฤต. 2545. **กายวิภาคของพฤษภ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 308 น.
- เทียมใจ ตูลยาทร. 2529. **โครงสร้างพืช**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 118 น.

- ธวัชชัย ชินวงศ์. 2541. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลสดทางพืชสวน**. สุรินทร์: ภาควิชาเกษตรศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์. 624 น.
- ธีรนุช เจริญกิจ. 2556. **เอกสารประกอบการสอนภาคบรรยาย วิชา พส 330 สรีรวิทยาพืชสวน (ส่วนที่ 1)**. เชียงใหม่: สาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 63 น.
- นิธิยา รัตนปนนท์ และ คณัย บุญเกียรติ. 2548. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์ เคียวนสโตร์. 236 น.
- ผาณิต ไทยเจริญ. 2513. **การศึกษาชีววิทยาของดอกและการพัฒนาการของผลน้อยหน่าพันธุ์ฝ้าย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 59 น.
- เพ็ญวิภา วาสนาส่ง. 2541. **การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และสรีรวิทยาของผลมะม่วงโชคอนันต์ที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท (วท.ม. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 97 น.
- มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และ อุษณา ไตรนอก. 2550. **ผลของ 1-MCP (1-Methylcyclopropene) ที่มีต่อผักและผลไม้**. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ขงยุทธ ขำมสี. 2539. **เอกสารการสอน สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน (พส430)**. เชียงใหม่: สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 312 น.
- ขงยุทธ ขำมสี และ คณัย บุญเกียรติ. 2549. **ผลของของ 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลมะม่วงพันธุ์เขียวมรกต**. ใน **การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 6**. โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 420 น.
- ยุวดี อ่วมสำเนียง. 2548. **การเจริญเติบโต ดัชนีการเก็บเกี่ยว และผลของการใช้ฟิล์มพลาสติกร่วมกับอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลน้อยหน่าพันธุ์เพชรปากช่อง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 103 น.
- ยอดหญิง ทองธีระ. 2549. **การเจริญเติบโต ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลน้อยหน่าลูกผสมพันธุ์เพชรปากช่อง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 107 น.

- เรณู จำเลิศ และ ชูศักดิ์ อ่วมสำเนียง. 2551. **การยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผลน้อยหน่าพันธุ์ฝ้ายและหนัง**. นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา. <http://sutir.sut.ac.th/8080/sutir/handle/123456789/2713>. (23 ธันวาคม 2556).
- เรืองศักดิ์ กมขุนทด และ กวีศรี วาณิชกุล. 2550. น้อยหน่าและน้อยหน่าลูกผสม พันธุ์และเทคโนโลยีการผลิต. **ข่าวสารเกษตรศาสตร์**. 52, 1 (ค.ค.-ม.ค.): 47 – 65.
- สมภพ อยู่เอ, วิษณุ นิยมเหลา และ ศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์. 2545. ผลของ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน. **ว.วิทย. กษ.** 33, 6 (พิเศษ): 32-35.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 237 น.
- สัมฤทธิ์ เพื่องจันทร์. 2538. **เทคโนโลยีไม้ผล**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- _____. 2544. **สรีรวิทยาการพัฒนากิ่งพืช**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. 665 น.
- สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. 364 น.
- สุรนนต์ สุภัทรพันธุ์. 2526. **สรีรวิทยาการพัฒนามากิ่งพืชสวน**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 139 น.
- เสริมศิริ จันทรเปรม. 2546. **โครงสร้างของพืช**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 0. น. 40-58.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2556. น้อยหน่า. **ในโครงการสัมมนาระดับความเห็นต่อร่างมาตรฐานสินค้าเกษตร**. วันที่ 7 มิถุนายน 2556 ณ โรงแรม เบลมอนท์ วิลเลจ รีสอร์ท เขาใหญ่ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.acfs.go.th/./acfs_09-05-56-01.pdf. (25 สิงหาคม 2556).
- อนันดา ทองกลัด. 2538. **การเจริญเติบโตดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาผลกล้วยหอมพันธุ์แกรนเนนในสภาพบรรยากาศดัดแปลง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 84 น.

- Abbas, M.F., J.H. Niami and R.M.A. Saggarr. 1994. Some aspects of developmental physiology of jujube fruit. **Pure and Applied Sciences** 21(5): 171-181.
- Benassi, G., G.A.S.F. Correa, R.A. Kluge, and A.P. Jacomino. 2003. Shelf life of custard apple treated with 1-methylcyclopropene an antagonist to the ethylene action. **Braz. arch. biol. technol.** 46, 1: 115-119.
- Campbell, C.W. and R.L. Phillips. 1980. **The Atemoya**. Fruit Crops Fact Sheet FC-64. Univ. of Florida, IFAS, Coop. Extn. Serv., Gainesville. 3 p.
- Gillaspy, G., H. Ben-David and W. Gruissem. 1993. **Fruits: a developmental perspective**. Plant Cell 5: 1439-1451.
- Hoerberichts, F.A., L.H.W. Van Der Plas and E.J. weltering. 2002. Ethylene perception is required for the pression of tomato ripening-related genes and associated physiological changes even at advanced stages of ripening. **Postharvest Biology and Technology** 26: 125-133.
- Kapse, B.M. and J.S. Katrodia. 1996. Ripening behavior of Kesar mangoes in relation to specific gravity. **Acta Hort.** 455: 669-678.
- Leopold, A.C. and P.E. Kriedemann. 1975. **Plant Growth and Development**. 2nd ed. McGraw-Hill, Inc., New Delhi. 545 p.
- Nakasane, H.Y. and R.E. Paull. 1998. Annonas. p. 45-75. **In. Tropical Fruit**. Edited by H.Y. Nakasane and R.E.Paull CAB International, London, UK.
- Pal, D.K. and P.S. Kumar. 1995. Change in the physico-chemical and biochemical compositions of custard apple fruits during growth, development and ripening. **Hort. Scie.** 70(4) : 569 - 572.
- Palma, P., J.M. Aguilera and D.W. Stanley. 1993. A review of postharvest events in cherimoya. **Postharvest Biology and Technology.** 2 : 187-208.
- Paull, R.E., J. Deputy and N.J. Chen. 1983. Changes in organic acids, sugars, and headspace volatiles during fruit ripening of soursop (*Annona muricata* L.). **J. Amer. Soc Hort. Sci.** 108(3): 931-934.
- Paull, R.E. 1996. Postharvest atemoya fruit splitting during ripening. **Postharvest Biology and Technology.** 8(4): 329-334.

- Prasanna, K.N.V., D.V.S. Rao, and S.K. Rishnamurthy. 2000. Effect of storage temperature on ripening and quality of custard apple (*Annona squamosa* L.) fruits. **Hort. Scie and Biology**. Year. 75, 5: 546-550.
- Seymour, G.B., J.E. Taylor and G.A. Tucker. 1993. **Biochemistry of Fruit Ripening**. Chapman & Hall, London. 454 p.
- Thakur, D.R. and R.N. Singh. 1967. Pomological descriptionn and classification of some *Annonas*. **Indian J. Hort**. 84: 11-19.
- Thompson, A.K. 2003. **Fruit and Vegetables Harvesting, Handling and Storage**. Black well Publishing Ltd., Oxford. 460 p.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

ตารางผนวก 1 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิในตู้รมขณะที่นําน้อยหน่ากำลังรมสาร 1-MCP

พันธุ์น้อยหน่า	ความเข้มข้นของสาร 1-MCP					
	ชุดควบคุม		1,800 ppb		3,600 ppb	
	%Rh	Tem (°C)	%Rh	Tem (°C)	%Rh	Tem (°C)
เพชรปากช่อง	85.8	25.5	94.6	26.5	92.9	25.7
หนังเขียว	84.9	27.4	97.3	26.6	96.9	27.1
ฝ้ายเขียว	77.3	28.5	86.1	30.2	93.2	27.3

หมายเหตุ %Rh หมายถึง ความชื้นสัมพัทธ์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

Tem หมายถึง อุณหภูมิ หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ตารางผนวก 2 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิในห้องเก็บรักษาน้อยหน่าที่ผ่านการรมสาร 1-MCP

วันที่เก็บรักษา	ความชื้นและอุณหภูมิในห้องเก็บข้อมูล	
	% RH	T (°C)
เพชรปากช่อง	84.6	26.8
หนังเขียว	85.8	26.6
ฝ้ายเขียว	84.6	26.8

หมายเหตุ % RH หมายถึง ความชื้นสัมพัทธ์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

T หมายถึง อุณหภูมิ หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ตารางผนวก 3 ผลของ 1-MCP ต่อระยะการสุกและอายุการวางจำหน่ายของน้้อยหน้าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' หลังรมสารนาน 6 ชั่วโมง (งานทดสอบความเข้มข้นของ 1-MCP ปี 2555 ก่อนเริ่มงานทดลอง)

สิ่งทดลอง	ระยะเวลาการวันสุก	อายุการวางจำหน่าย
	(วัน)	(วัน)
ชุดควบคุม	3.0 ^B	5.0 ^B
1,800 ppb	3.0 ^B	5.0 ^B
3,600 ppb	4.0 ^A	6.0 ^A
5,400 ppb	2.7 ^B	4.7 ^B
F-Test	**	**
CV (%)	9.11	5.58

หมายเหตุ : ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P \leq 0.01$

ตารางผนวก 4 ผลของ 1-MCP ต่อความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของนํ้าหน่พันธ์
'เพชรปากช่อง' หลังรมสารนาน 6 ชั่วโมง (งานทดสอบความเข้มข้นของ 1-MCP ปี
2555 ก่อนเริ่มงานทดลอง)

สิ่งทดลอง	ความแน่นเนื้อ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
ชุดควบคุม	0 ^B	19.2 ^B
1,800 ppb	0 ^B	22.2 ^A
3,600 ppb	3.6 ^A	19.4 ^B
5,400 ppb	0 ^B	18.5 ^B
F-Test	**	*
CV (%)	69.41	5.51

หมายเหตุ : ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P \leq 0.01$

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $P \leq 0.05$





ภาพผนวก 1 แสดงลักษณะแปลงน้อยหน่าที่นำมาทำงานทดลอง จาก อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา



ภาพผนวก 2 แสดงลักษณะการคัดผลผลิตและโรงที่ใช้คัดบรรจุน้อยหน่าที่นำมาทำงานทดลอง



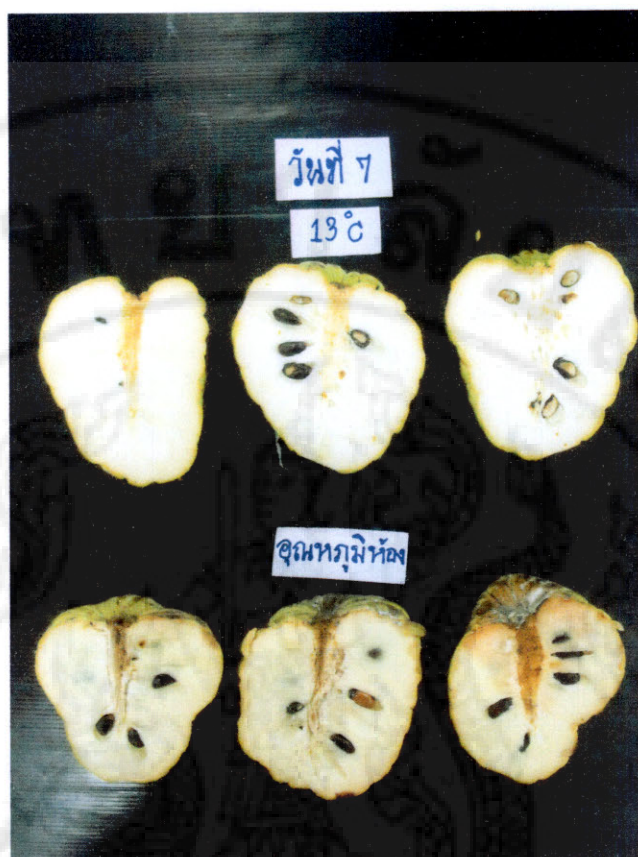
ภาพผนวก 3 แสดงลักษณะของตู้ที่ใช้ในการรมสาร 1-MCP และขณะที่น้อยหน้ากำลังรมสาร



ภาพผนวก 4 แสดงลักษณะของห้องที่ใช้ในการทดลองการเก็บรักษาน้อยหน้าในอุณหภูมิต่ำ



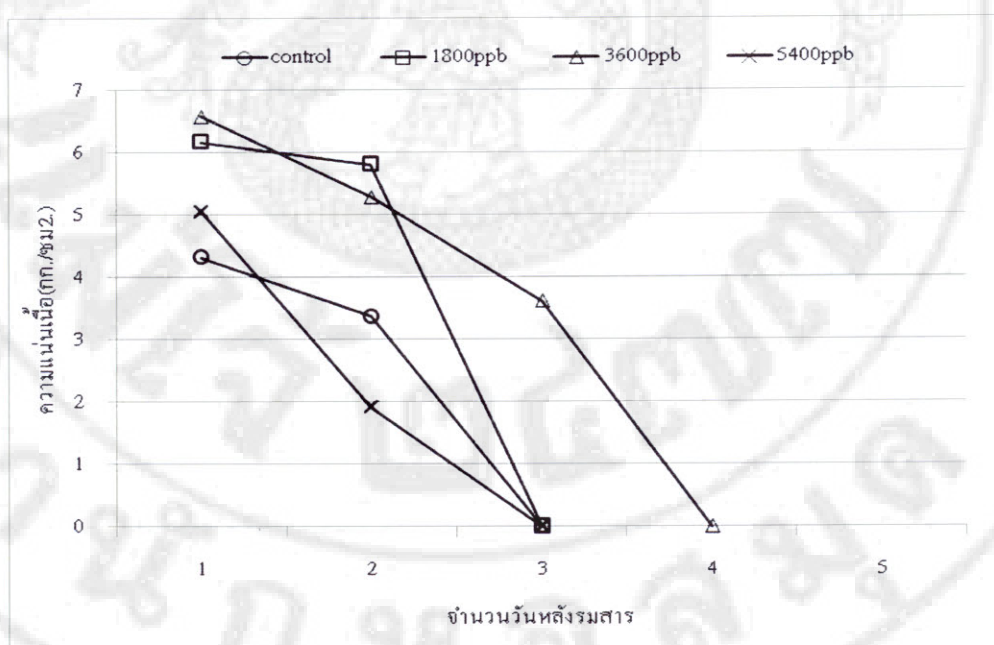
ภาพผนวก 5 ภาพเปรียบเทียบเปลือกภายนอกของนํ้าหน่าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' ที่เก็บรักษาใน อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน



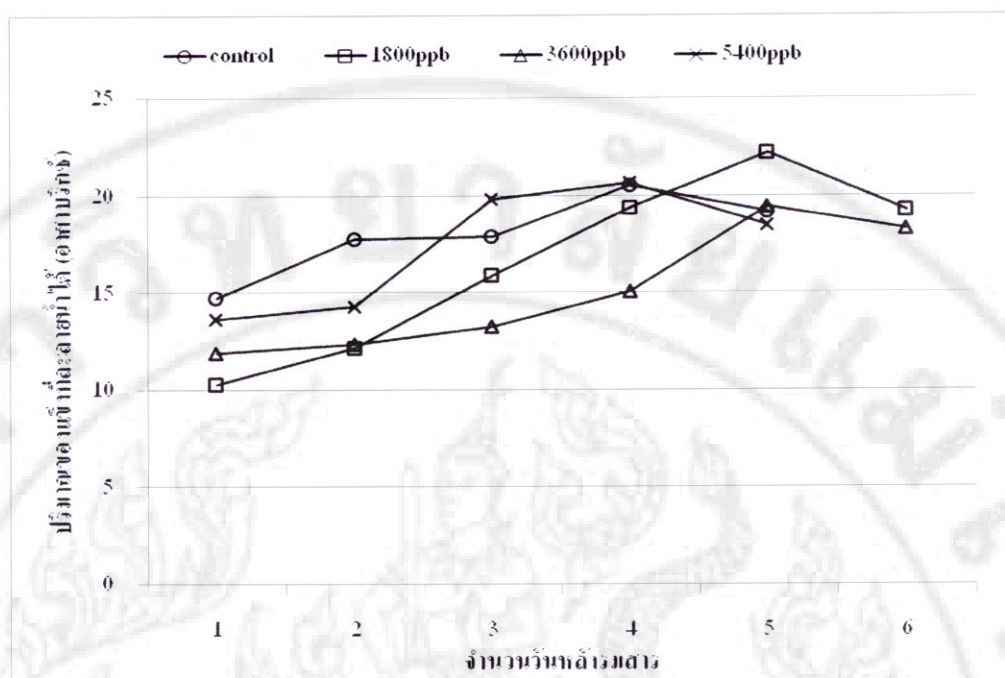
ภาพผนวก 6 ภาพเปรียบเทียบเนื้อภายในของน้อยหน้าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องระยะเวลา 7 วัน



ภาพผนวก 7 ภาพลักษณะภายนอกและเนื้อภายในของน้อยหน้าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 วัน



ภาพผนวก 8 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของน้อยหน้าพันธุ์ 'เพชรปากช่อง' หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน (งานทดสอบความเข้มข้นของ 1-MCP ปี 2555 ก่อนเริ่มงานทดลอง)



ภาพผนวก 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของนอยหน้าพันธุ์ ‘เพชรปากช่อง’ หลังรมสาร 1-MCP นาน 3 ชั่วโมงและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน (งานทดสอบความเข้มข้นของ 1-MCP ปี 2555 ก่อนเริ่มงานทดลอง)



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายวีรพงษ์ สีหอแก้ว
เกิดเมื่อ	17 กันยายน พ.ศ. 2529
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านคุดเชือก จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2545 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านกอกหนองผือ จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2548 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ เกษตรศาสตร์ (พืชศาสตร์) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2550 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เกษตรศาสตร์ (พืชศาสตร์) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2552 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต พืชศาสตร์ (ไม้ผล) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่