

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



T097130

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

(Effect of Low Temperature on Post Harvest Quality in Mango cv. Nam Dok Mai Si Tong)

จัดทำโดย

นางสาวนิชชิตา บุญศิริ รหัสประจำตัว 43040241

นางสาวปิติกาญจน์ ไชยรักษ์ รหัสประจำตัว 43040247

นางสาวอรดา จาตุรนต์ลักษณ์ รหัสประจำตัว 43040296

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....
.....

(อ.พัศกร เจียรตระกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

พ.พ.

๙๖๕๕๗ ๙

๑๕๕๗

..... ๒๒ / ๕ / ๒๕๕๗

วัน/เดือน/ปี

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 97130

รับ เดือน ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้ภายในห้องสมุด ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดรูปหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิชชีมา บุญศิริ, ปิติกาญจน์ ไชยรักษ์ และอรดา จาตุรงค์ลักษณ์. 2547. : ผลของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง (Effect of Low Temperature on Post Harvest Quality in Mango cv. Nam Dok Mai Si Tong). สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 อาจารย์ที่ปรึกษา : อ.พัศกร เจียรตระกูล, 63 หน้า

บทคัดย่อ

มะม่วงเป็นผลิตผลพืชสวนที่มีแหล่งกำเนิดในเขตร้อนและจัดเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งซึ่งจะอ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาวมาก จากการนำมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมาเก็บรักษาในสภาวะห้องเย็นที่มีการควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 13 องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ 94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์จะเริ่มพบการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) โดยที่ผิวเปลี่ยนเป็นสีเขียวปนเทา ไม่สุกตามปกติหรือสุกไม่สม่ำเสมอ การเก็บรักษาในห้องเย็นสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงสดให้นานขึ้นแต่การเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีในขั้นตอนกระบวนการสุกยังเกิดขึ้นต่อเนื่องอย่างช้า ๆ และเมื่อนำออกจากห้องเย็น เพื่อศึกษาถึงการสุกของมะม่วงที่อุณหภูมิห้อง (29 องศาเซลเซียส) โดยแบ่งกลุ่มมะม่วงออกเป็นสัปดาห์ที่ 0, สัปดาห์ที่ 1, สัปดาห์ที่ 2, สัปดาห์ที่ 3, สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 5 พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2 และ 3 นั้นระยะเวลาการสุกมะม่วงมีแนวโน้มเกิดเร็วขึ้น จากวันที่ 7 เป็น 6, 4 และ 2 วัน ตามลำดับ ส่วนสัปดาห์ที่ 4 เข้าสู่ระยะการสุกเกิดตั้งแต่อยู่ในห้องเย็น และในสัปดาห์ที่ 5 ไม่สามารถทำการศึกษาได้เนื่องจากมะม่วงเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพตั้งแต่เก็บรักษาในห้องเย็น

..... นิชชีมา บุญศิริ
 ปิติกาญจน์ ไชยรักษ์
 อรดา จาตุรงค์ลักษณ์

ลายมือชื่อนักศึกษา

..... พวัศกร เจียรตระกูล

(อ.พัศกร เจียรตระกูล)

..... ๑๑/๐๓/๕๗

วัน/เดือน/ปี

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่องผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วง น้ำดอกไม้สีทองนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ พัสกร เทียบตระกูล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษาและคอยดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้จัดทำมีความซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

กราบขอขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง ,อ.ถิรเดช คำรงโกวรรณ และดร.พอใจ ถามากร ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์กรรมการให้แก่ข้าพเจ้า รวมทั้งให้คำแนะนำและความรู้ต่างๆในชั้นเรียนและช่วยให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอบพระคุณคณาจารย์โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ช่วยประสิทธิประสาทศาสตร์ความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาในการศึกษาจนกระทั่งข้าพเจ้ามีโอกาสนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่เคารพของคณะผู้จัดทำทุกท่านที่ให้กำลังใจและกำลังทรัพย์ในการทำงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาและกำลังใจโดยตลอดมา และที่ขาดไม่ได้คือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีอาหาร และห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหารทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเอื้ออำนวยความสะดวกในการศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ขอขอบคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้ประสบความสำเร็จลงด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

นิชชิตา บุญศิริ

ปิติกัญจน์ ไชยรักษ์

อรดา จาตุรนต์ลักษณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
2.1 ลักษณะทั่วไปของมะม่วง	3
2.2 ดัชนีการเก็บเกี่ยว	4
2.3 การเก็บรักษา	5
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.5 การสุก	7
2.6 การเสื่อมสภาพของผลผลิต	8
2.7 ลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยา	9
บทที่ 3 ขั้นตอนและการดำเนินงาน	12
3.1 วัตถุประสงค์	12
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง	13
3.3 สถานที่ดำเนินงาน	14
3.4 วิธีการดำเนินงาน	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	20
4.1 ผลการศึกษาสภาวะบรรยากาศของสถานที่เก็บรักษาและสถานที่ทำการทดลอง	20
4.2 ผลการทดลองที่ 1	21
4.3 ผลการทดลองที่ 2	24
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	43
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การเตรียมสารเคมี	47
ภาคผนวก ข การวัดสี	50
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณ	52
ภาคผนวก ง ผลจากการวัดโดยใช้เครื่อง Texture analyzer	56
ภาคผนวก จ เครื่องมือการทดลอง	57
ภาคผนวก ฉ ผลการตรวจสอบทางสถิติ	62
ประวัติผู้เขียน	63



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ปริมาณความชื้นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ	38
4.2 ปริมาณสารอาหารของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	39
4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อใยของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ	40
4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อใยของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ	41
4.5 ปริมาณเถ้าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 การวางแผนการทดลอง	12
4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาในการทดลอง	20
4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับระยะเวลาการเก็บรักษามะม่วง น้ำดอกไม้สีทองในห้องที่ทำการทดลองและบ่ม	21
4.3 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	21
4.4 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน	22
4.5 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน	22
4.6 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 21 วัน	22
4.7 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 28 วัน	23
4.8 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 35 วัน	23
4.9 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	24
4.10 การเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนัก(เปอร์เซ็นต์)กับระยะเวลาการเก็บรักษามะม่วง น้ำดอกไม้สีทองในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	25
4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำหนักกับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่ อุณหภูมิห้องในชุดการศึกษาในขั้นตอนกระบวนการสุก	25
4.12 การสูญเสียน้ำหนักกับระยะเวลาการสุกจนถึงวันเสื่อมสภาพ	26
4.13 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ	27
4.14 การเปลี่ยนแปลงค่า b^* (สีเหลือง-น้ำเงิน)ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมา เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.15 การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บที่ อุณหภูมihห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ	29
4.16 การเปลี่ยนแปลงค่า chroma ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่ อุณหภูมihห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ	30
4.17 การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของมะม่วงกับระยะเวลาการเก็บรักษาจนมะม่วง ถึงระยะเสื่อมสภาพ	31
4.18 ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด, ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรด ทั้งหมดกับระยะเวลาการเก็บรักษา	32
4.19 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble solid) กับระยะเวลาทำการทดลอง จนกระทั่งวันเสื่อมสภาพ	33
4.20 ค่าความเป็นกรด-ด่างกับระยะเวลาทำการทดลองจนถึงระยะเสื่อมสภาพ	34
4.21 ปริมาณกรดกับระยะเวลาทำการทดลองจนถึงระยะเสื่อมสภาพ	35
4.22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ, ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดเมื่อ นำมะม่วงมาเก็บไว้ที่อุณหภูมihห้องเพื่อศึกษากรณีการสุก จนกระทั่งเสื่อมสภาพ	36
4.23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บในอุณหภูมih 13 องศาเซลเซียส	37
4.24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมih 13 องศาเซลเซียส	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

มะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อนที่เก่าแก่และมีความสำคัญมากในทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นผลไม้ที่มีการส่งออกผลผลิตไปจำหน่ายในต่างประเทศเป็นจำนวนมาก โดยมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองเป็นมะม่วงพันธุ์หนึ่งที่นิยมกันมากสำหรับรับประทานผลสุก และเป็นพันธุ์ที่มีแนวโน้มที่ดีในการส่งออกในอนาคต ในปี 2545 ประเทศไทยสามารถส่งออกมะม่วงไปยังต่างประเทศได้ถึง 16,129 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 393 ล้านบาท และในเดือนมีนาคม 2546 ประเทศไทยส่งออกเฉพาะมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองได้เป็นจำนวน 75,948 ตัน คิดเป็นมูลค่า 11,392,200 บาท ปัญหาการส่งออกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองของประเทศไทยอยู่ที่เก็บมะม่วงที่ยังไม่แก่จัด และไม่สามารถเก็บผลมะม่วงไว้ได้นานจึงจำเป็นต้องขนส่งทางเครื่องบิน

มะม่วงที่ส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศต้องปราศจากโรคและแมลง และต้องมีคุณภาพสูงคือมีความสุกที่เหมาะสม ไม่มีรอยช้ำ และมีขนาดสม่ำเสมอ ปัญหาการส่งออกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองอยู่ที่ความเสียหายเนื่องจากความเย็น (chilling injury) เป็นปัญหาที่มักเกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษา มีผลทำให้มะม่วงที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำเกิดรอยช้ำและการเน่าเสียในระหว่างการขนส่ง ดังนั้นการศึกษาวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อการส่งออกและการขนส่งระยะไกลจึงจำเป็นในการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1. เพื่อศึกษาระยะเวลาในการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury)
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสุก (ripening) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำต่อระยะเวลาการเกิดอาการสะท้านหนาวและการเปลี่ยนแปลงการสุกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง โดยการนำมะม่วงไปเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เพื่อสังเกตการเกิดอาการสะท้านหนาว(chilling injury) แล้วนำผลมะม่วงออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากห้องเย็นออกมาทุกๆ 0, 7, 14, 21, 28 และ 35 วัน ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสูกที่อุณหภูมิห้องโดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบช่วงระยะเวลาในการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส
2. ทราบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพในกระบวนการสุกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส
3. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเก็บมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ลักษณะทั่วไปของมะม่วง

มะม่วงเป็นไม้ผลไม่ผลัดใบ ลำต้นขนาดกลางถึงใหญ่ สูงประมาณ 10-40 เมตร กิ่งก้านสาขาเป็นพุ่ม แน่นทึบ กิ่งอ่อน ผิวเกลี้ยงเขียว เปลือกสีน้ำตาลปนเทาอ่อน ใบเป็นรูปหอก (simple lanceolate) เนื้อใบหนา ผิวใบด้านบนเรียบเป็นมัน สีเขียวเข้ม ส่วนด้านล่างไม่เป็นมันสีอ่อนกว่าด้านบน ใบอ่อนมีสีม่วงถึงม่วงเข้ม ใบเกิดแบบสลับออกดอกเป็นช่อขนาดใหญ่ ออกดอกเป็นช่อสีเหลืองอ่อน เมื่อดอกบานมีสีเหลืองอมเขียว ดอกย่อยมีขนาดเล็ก ช่อดอกจะพบทั้งดอกสมบูรณ์เพศ และดอกเพศผู้ (เต็ม ,2521 และ วิจิตร ,2529) มะม่วงมีโครโมโซม 1 ชุด (n) = 20 และโครโมโซม 2 ชุด ($2n$) = 40 (วิจิตร ,2529) ผลมะม่วงเป็นผลแบบเนื้อน้ำ (drupes) แบ่งผลมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของ เนื้อชั้นนอก (exocarp) เนื้อชั้นกลาง (mesocarp) และเนื้อชั้นใน (endocarp) และหลังจากที่ผลมะม่วงผ่านความแห้งแล้ง และอากาศเย็นอย่างเพียงพอจนออกดอก ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ติดผลระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม และผลจะแก่หรือบริบูรณ์ เกือบถึงระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม (เต็ม ,2521 และ วิจิตร ,2529)

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่แตกกิ่งก้านสาขาออกไปรอบๆ ต้นมากมาย เปลือกของต้นมีสีน้ำตาลอมดำ ผิวขรุขระหรืออาจเป็นร่องไปตามแนวยาวของต้น ใบจะมีลักษณะเป็นรูปหอก มีสีเขียวเข้ม เป็นไม้ใบเดี่ยวจะออกเรียงกันเป็นคู่ๆ ไปตามก้านใบ ขอบใบเรียงไม่มีจักปลาย ใบแหลม โคนมน เนื้อใบค่อนข้างหนาเล็กน้อย ใบดก ออกดอกเป็นช่อ ดอกมีสีเหลืองอ่อน ดอกเล็ก (วิทย์ ,2540) ส่วนมากแล้วมีนิสัยในการออกดอกทะวาย ออกดอกดก แต่เกิดผลปานกลางและให้ผลผลิตทุกปี พันธุ์ที่เป็นทะวายจะมีทรงพุ่มเตี้ย ออกดอกง่าย ระยะเวลาตั้งแต่แตกยอดจนถึงออกดอกสั้น เวลาตั้งแต่ออกดอกจนกระทั่งผลแก่ใช้เวลาประมาณ 115 วัน เมื่อดอกโรยจะติดผล ผลมีขนาดปานกลางถึงใหญ่ (ประพัฒน์ ,2533) ลักษณะของผลรูปไข่ยาวๆ ด้านหัวผลอูม ค่อยๆ สอบเข้าสู่ปลายผล ปลายผลแหลม ใหญ่ผลด้านท้องมน ใหญ่ผลด้านหลังลาดลง ผลแก่สีเขียวอ่อน มีนวล (วิจิตร ,2529) เนื้อแน่นหนาสีขาว รสเปรี้ยวจัด (ประพัฒน์ ,2533) เมื่อสุกผิวเปลือกที่อยู่นอกทรงพุ่มได้รับแสงจะมีสีเหลืองทองเข้มเป็นพิเศษ ส่วนผลที่อยู่ในพุ่มจะมีสีขาวเหลืองนวล (ทองดี ,2535) เนื้อเหลือง มีกลิ่นหอม เมล็ดยาวแบน คุณภาพของเนื้อผลดี รสหวานอร่อย เนื้อละเอียด ไม่มีเสี้ยน (ประพัฒน์ ,2533)

มะม่วงเป็นผลไม้แบบ climacteric fruit มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เด่นชัดมาก คือ มีอัตราการหายใจและการสร้างเอทิลีนที่สูงมากในระหว่างการสุก (respiration climacteric)

2.2 ดัชนีการเก็บเกี่ยว

อายุการเก็บมะม่วงมีความสำคัญต่อคุณภาพในการรับประทาน และอายุการเก็บรักษาทั้งยังมีความสำคัญต่อผลตอบแทนที่จะได้จากการจำหน่ายผลมะม่วงทั้งหมด ดังนั้นการที่จะให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี และเก็บไว้ได้นานจึงต้องเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม การเก็บเกี่ยวผลที่อ่อนหรือยังไม่แก่จัดจะทำให้คุณภาพของผลลดลง คือเมื่อเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่ยังอ่อนหรือไม่แก่จัดจะทำให้ผลมะม่วงมีรสเปรี้ยว สีผิวและสีเนื้อไม่สวย ผลเหี่ยวยุบเนื่องจากสูญเสียน้ำหนักเร็ว ทำให้บ่มสุกช้าและไม่มียกกลิ่นหอม นอกจากนี้ยังทำให้อายุการวางจำหน่ายสั้นลง ถ้าเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่แก่จัดมากเกินไปหรือที่เรียกว่า สุกปากตะกร้อ เมื่อนำมาบ่มให้สุกจะทำให้มะม่วงสุกมีคุณภาพไม่ดี มักจะทำให้ผลสุกไม่สม่ำเสมอ คือเนื้อในบริเวณใกล้เปลือกหุ้มเมล็ดจะสุกก่อน เนื้อผลจะเริ่มเสียบและบอบช้ำได้ง่าย (ประพัฒน์, 2533)

การตรวจสอบเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเก็บเกี่ยว จำแนกได้ดังนี้

2.2.1 การนับอายุ

การนับอายุหลังจากดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์จนถึงเก็บเกี่ยวได้ หรือนับอายุหลังจากติดผลขนาดหัวเท่าไม้ขีดจนถึงวันเก็บเกี่ยวได้ (ประพัฒน์, 2533) เช่นมะม่วงน้ำดอกไม้เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 98 วันหลังติดผล ผลจะบริบูรณ์เต็มที่นับตั้งแต่ดอกบานเต็มที่ ใช้เวลา 110 วัน และจะเก็บเกี่ยวส่งตลาดนับตั้งแต่ดอกบานเต็มที่ใช้เวลา 90 วัน (วิจิตร, 2529) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ จะเก็บเกี่ยวผลได้นับตั้งแต่ออกดอกใช้เวลา 115 วัน และจะเก็บเกี่ยวผลได้นับตั้งแต่ดอกบานเต็มที่ใช้เวลา 100 วัน และจะเก็บเกี่ยวผลได้นับตั้งแต่ติดผลใช้เวลา 93 วัน ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 14, 15 และ 16 สัปดาห์หลังการติดผล หรือเมื่ออายุ 98, 105 และ 112 วันหลังการติดผล ปล่อยให้สุกที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาในการสุก 7, 6 และ 4 วันตามลำดับ (ประพัฒน์, 2533) ผลมะม่วงเก็บเกี่ยวที่ความแก่มากเมื่อผลสุก พบว่าใช้เวลาในการสุกน้อยกว่า มีการพัฒนาสีดีกว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid ; TSS) TSS/TA ratio และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugars ; RS) สูงกว่า แต่มีความแน่นเนื้อ ปริมาณกรด (titratable acidity ; TA) น้อยกว่าผลมะม่วงสุกที่เก็บเกี่ยวที่ความแก่น้อยกว่า นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในผลมะม่วงที่แก่กว่ามีการเพิ่มถึงจุดสูงสุดเร็วกว่า และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่จุดสูงสุดมากกว่าผลมะม่วงที่แก่น้อยกว่า ขณะที่การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ในระหว่างการสุกมีลักษณะคล้ายกัน (สาขชล, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การวัดเปอร์เซ็นต์สารประกอบที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid ;TSS)

การวัดเปอร์เซ็นต์สารประกอบที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid ;TSS) หรือปริมาณสารประกอบที่ละลายน้ำได้ หรือของแข็งที่ละลายน้ำได้ รวมทั้งกรดอินทรีย์ต่างๆ แต่ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล เช่น มะม่วงน้ำดอกไม้เมื่ออายุได้ 16 สัปดาห์ หรือ 112 วัน วัดเปอร์เซ็นต์สารประกอบที่ละลายน้ำ ได้ 10.0 องศาบริกซ์ เมื่อบ่มสุกจะมีค่าเปอร์เซ็นต์สารประกอบที่ละลายน้ำ ได้ 22.1 องศาบริกซ์

2.2.3 การวัดเปอร์เซ็นต์กรด (titratable acidity ; TA)

การวัดเปอร์เซ็นต์กรด เช่น มะม่วงจะมีความบริสุทธิ์ คุณภาพดีที่สุดหลังจากติดผล 13 สัปดาห์ หรือ 91 วัน มีปริมาณกรด 8-9 เปอร์เซ็นต์ หรือมีอัตราส่วนของปริมาณน้ำตาลต่อปริมาณกรด (TSS/TA ratio) ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ (ประพัฒน์ ,2533)

2.2.4 การสังเกตด้วยตา

การสังเกตด้วยตา ใช้สำหรับผู้ที่มีความชำนาญสูง เช่น สังเกตจากทรงผล ผิวมีนวลเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง มีจุดประบนผิว (lenticel) แห่งเป็นสีน้ำตาล ขณะอ่อนเป็นสีเขียว และคิดพึงเสียง

2.3 การเก็บรักษา

การเก็บรักษาให้ผลผลิตอยู่ได้นานนั้น เป็นการปฏิบัติด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมของผลผลิต และชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ องค์ประกอบของบรรยากาศ และปัจจัยอื่นๆ รอบๆ ผลผลิตให้เหมาะสม นอกจากนี้ยังการพยายามตัดแปลงพันธุกรรมของผลผลิตเพื่อให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยการเก็บรักษาผลผลิตให้มีอายุนานขึ้นต้องปฏิบัติตั้งแต่ก่อนการเก็บเกี่ยวจนถึงหลังการเก็บเกี่ยว ต้องมีการกำจัดขางมะม่วง การตัดแต่ง (trimming) การคัดเลือกคุณภาพ (sorting) การทำความสะอาด (cleaning) การควบคุมโรคและแมลง การเก็บรักษา การให้ความเย็น การบรรจุหีบห่อตลอดจนการขนส่ง จะต้องดีเสียก่อนจึงจะทำให้มะม่วงมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

การเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เพื่อให้ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีอายุการใช้ประโยชน์นานขึ้น ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวแล้วบางครั้งมีมากเกินไปขายไม่หมด ขายได้ราคาถูก ถ้าต้องการกักตุนไว้ให้ได้ราคาสูงขึ้น การเก็บรักษาผลมะม่วงอาจเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาในเรื่องเหล่านี้ได้

การเก็บรักษาผลมะม่วงมีหลายวิธีแต่ละวิธีมีความเหมาะสมไม่เหมือนกัน บางวิธีอาจใช้ผลดีในห้องทดลอง แต่ในทางปฏิบัติจริงๆ มาสามารถนำมาใช้ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเก็บรักษาผลมะม่วงด้วยวิธีใดก็ตาม หลังจากการเก็บรักษาแล้ว ผลมะม่วงคิบยังคงมีคุณภาพดี คือเมื่อปมผลคิบแล้วสุกปกติ สิ่งที่สำคัญคือผลมะม่วงที่จะนำไปเก็บรักษาต้องมีคุณภาพที่ดี ปราศจากโรคและแมลง ไม่ชอกช้ำหรือมีบาดแผล ผลมะม่วงสะอาด และผลมะม่วงคิบจะต้องแก่

2.4.1 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง โดยใช้อุณหภูมิต่ำถือว่าเป็นวิธีการรักษาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่อุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง (chilling temperature) ทำให้ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ซึ่งมีกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อน ได้รับอันตรายหรือเกิดความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (chilling injury ; CI) ซึ่งอาการของ chilling injury มักจะรุนแรงขึ้น เมื่อย้ายผลผลิตไปยังอุณหภูมิที่สูงกว่า อาการของผลมะม่วงที่ได้รับอันตรายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ คือมะม่วงคิบมีสีผิวและเนื้อบางส่วนคล้ำ ซึ่งอาจจะเป็นสีม่วงหรือสีเทาก็ได้ หรือบริเวณเนื้อที่ติดกับเมล็ดอาจเกิดสีเทา หรือสีดำคล้ำก็ได้ และผิวผลเกิดความเสียหาย เช่น เกิดรอยบุ๋ม หรือสีผิดปกติ เนื้อผลน้ำ และ หรือมีสีผิดปกติ อ่อนแอต่อเชื้อโรคและเน่าเสียเร็ว เกิดกลิ่น และรสชาติที่ผิดปกติ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนควรเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง อุณหภูมิที่ปลอดภัยสำหรับการเก็บรักษามะม่วง ควรอยู่ประมาณ 12-13 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศในห้องเย็นต่ำกว่านี้ จะทำให้ผลมะม่วงสูญเสียน้ำมาก และผลมะม่วงจะเกิดการเหี่ยวแห้ง สามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 2-4 สัปดาห์ (สายชล , 2533)แสดงให้เห็นว่าภายใต้อุณหภูมิต่ำ พบว่าการเพิ่มระดับความสุกมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา โดยมะม่วงที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำระดับของการสุกเพียงเล็กน้อยแต่จะพบการเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงกว่ามะม่วงที่เก็บที่อุณหภูมิสูง (Chaplin และคณะ, 2000) แต่ถ้าใช้ไอของ Methyl Jasmonate (MJ) มาช่วยในการเก็บรักษาจะสามารถป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว ลดการเสื่อมสภาพของผลมะม่วง และเพิ่มการเกิดสีแดงและสีเหลืองในมะม่วงได้ ถึงแม้ว่าจะเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผลไม้ที่เก็บรักษาโดย MJ จะมีปริมาณน้ำตาล กรดอินทรีย์และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มสูงขึ้นในการเก็บรักษา (Gonzalez และคณะ,2000) เมื่อนำมะม่วงน้ำดอกไม้ทั้งผลสุกและผลคิบที่ผ่านการอบไอน้ำก่อนนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงทั้งผลสุกและผลคิบ

ลดลงอย่างคงที่ ส่วนมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ไม่ได้ผ่านการอบไอน้ำเมื่อนำมาเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ มะม่วงผลดิบจะไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าผลสุก (Kanda , 2002)

2.5 การสุก (Ripening)

กระบวนการซึ่งเกิดขึ้นในระยะท้ายๆ ของกระบวนการเจริญเติบโตและพัฒนาจนถึงตอนต้นของกระบวนการเสื่อมสภาพ (senescence) กระบวนการสุกเป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสรีรวิทยาทางกายภาพ และทางเคมีเป็นกระบวนการที่มีปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ เกิดขึ้นมากมายภายในเซลล์ของเนื้อเยื่อ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการสุกมีดังนี้

ก. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ระหว่างการสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ดังนี้

1. การเปลี่ยนสี

การเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการสุกที่เห็นได้อย่างชัดเจน การหายไปของสีเขียว (Degreening) ตามปกติจะเกิดร่วมไปกับการเกิดรงควัตถุชนิดอื่นๆ เช่น แคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานิน ในเนื้อเยื่อสีเขียวทั่วไปมักจะมีแคโรทีนอยด์ปะปนอยู่ด้วย แต่สีของแคโรทีนอยด์จะถูกคลอโรฟิลล์บังไว้ เมื่อคลอโรฟิลล์สลายตัวไป สีของแคโรทีนอยด์จึงจะแสดงออกมาได้

2. การเปลี่ยนคุณภาพของรสชาติ

การสุกทำให้เกิดรสหวานและโดยทั่วไปปริมาณกรดจะลดลง ความหวานเกิดจากการเกิดน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็ก ซึ่งปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวของแป้ง และคาร์โบไฮเดรตรูปอื่นๆ น้ำตาลที่ถูกปลดปล่อยมานี้ยังเกิดการกลับไปกลับมาได้ (Interconversion) นอกจากนี้การไฮโดรไลซ์แป้งอย่างมาก โดยเกิดร่วมกับการหายใจแบบ climacteric ในระหว่างการสุกปริมาณกรดจะลดลงเนื่องจากการใช้ไปในการหายใจ

3. การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของผนังเซลล์

มีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเนื้อ ผลดิบจะมีลักษณะเนื้อแข็ง เมื่อผลสุกจะมีลักษณะอ่อนนุ่มลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคติน เพคตินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์โดยอยู่ในส่วนที่เรียกว่า มิดเดิลลามีลลา (middle lamella) ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ให้ติดกัน สารประกอบเพคตินที่อยู่ในผนังเซลล์ของผลดิบจะอยู่ในรูปของโปรโตเพคติน (Protopectin) ซึ่งละลายน้ำไม่ได้ เมื่อผลสุกโปรโตเพคตินจะถูกสลายกลายเป็นเพคตินและกรดเพคตินที่ละลายน้ำได้ การนุ่มของเนื้อสัมผัส (Texture) สามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปริมาณไขมัน

จะเพิ่มมากขึ้น โดยจะมีมวลหรือซี่ฝักเกิดขึ้นที่เปลือกด้วย

ข. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางขนาด น้ำหนัก และความแน่นเนื้อ ซึ่งจะแปรผันไปตามระยะเวลา

ค. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เป็นผลของกระบวนการเมแทบอลิซึมซึ่มภายในเซลล์ ในระยะการเติบโตเมแทบอลิซึมซึ่มภายในเซลล์จะเป็นการสังเคราะห์มากกว่าสลาย

2.6 การเสื่อมสภาพของผลผลิต

การเสื่อมสภาพ (senescence) ของผลผลิตในด้านวิชาการหลังการเก็บเกี่ยว คือ กระบวนการซึ่งเกิดขึ้นต่อจากกระบวนการแก่ทางสรีรวิทยาหรือกระบวนการแก่ทางการค้าซึ่งจะนำไปสู่การตายของเนื้อเยื่อ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับความชรา (Aging) นั้นมักจะหมายถึง การเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

การเปลี่ยนแปลงระหว่างการแก่และการเสื่อมสภาพ

1. การเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์มะม่วง

น้ำหนักโดยเฉลี่ยของผลมะม่วงจะเพิ่มขึ้นจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ในช่วงแก่ผลจะมีน้ำหนักคงที่รวมทั้งปริมาตรด้วย ในช่วงแรกของการเจริญเมล็ดจะมีน้ำหนักเป็นเปอร์เซ็นต์สูงสุดของผลเมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกและเนื้อ ในการเจริญต่อมาการอัตราส่วนของน้ำหนักเมล็ดจะลดลง และน้ำหนักของเนื้อจะเพิ่มขึ้น น้ำหนักของเปลือกจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในตอนช่วงแก่อัตราส่วนของน้ำหนักของเปลือกจะลดลงแต่น้ำหนักของเนื้อจะเพิ่มขึ้น

มะม่วงนั้นการแข็งของเมล็ดจะหยุดเมื่อผลแก่ ดังนั้นจึงไม่มีระยะพักตัว การเจริญของมะม่วงแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นการเจริญในช่วง 2 สัปดาห์แรกหลังการติดผล มีลักษณะการเจริญเติบโตช้า ในระยะที่สอง อัตราการเจริญเติบโตจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 8 ส่วนในระยะที่สาม อัตราการเจริญเติบโตของผลจะเกิดช้าลงจนผลแก่

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีมะม่วง

ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต จะมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตน้อยมาก และเป็นไปอย่างช้าๆ ปริมาณกลูโคสและฟรุกโตสอาจต่ำมากหรือไม่มีเลย เมื่อปรากฏน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งขึ้นในเนื้อแสดงว่าได้ถึงจุดที่เกือบแก่แล้ว เมื่อมะม่วงแก่จะมีการเพิ่มปริมาณน้ำตาลรวมกลูโคส และฟรุกโตสทันทีแต่การสะสมแป้งจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเจริญเติบโต ในมะม่วงพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำดอกไม้ระดับของแป้งจะเพิ่มมากในสัปดาห์ที่ 9 จนถึงระยะแก่นมม่วงพันธุ์เดียวกันนี้ ปริมาณของแป้งที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงระยะแก่น ในขณะกรอที่ไต่เตรทได้จนถึง จุดสูงสุดเมื่อสัปดาห์ที่ 9 และหลังจากนั้นจะลดลง

แป้ง ความถ่วงจำเพาะและน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโต แป้งจะเพิ่มขึ้นทีละน้อยจนนมม่วงแก่เต็มที่ อัตราส่วนของน้ำหนักแห้งต่อแป้งจะคงที่ในช่วงการเก็บเกี่ยว อัตราส่วนดังกล่าวอาจใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ด้วย และเมื่ออัตราส่วนของกรดเท่ากับหรือมากกว่า 4 ก็เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวเช่นกัน ในนมม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จาก ระยะแรกๆ ถึงอายุ 12 สัปดาห์ ปริมาตรของผลจะมากกว่าน้ำหนัก แสดงว่าความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1 แต่หลังจากนั้นน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นจนมากกว่าปริมาตรและทำให้ความถ่วงจำเพาะกลายเป็น 1.03 – 1.04 ซึ่งใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้

กรด ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต กรดจะเพิ่มขึ้นและต่อมาจะเริ่มลดลง เมื่อเข้าสู่ระยะ แก่

แทนนิน ตามปกติแทนนินจะลดลงเมื่อผลนมม่วงแก่ อาจจะเป็นผลของการเกิดการรวมตัว (Polymerization) ของแทนนิน

อิทธิพลภายนอกที่มีผลต่อกระบวนการเสื่อมสภาพ

1. อุณหภูมิ ผลของอุณหภูมิต่อกระบวนการเมทาบอลิซึมของผลิตภัณฑ์นั้น เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้ว และได้กล่าวไว้ในข้างต้น
2. การควบคุมสภาพบรรยากาศ การควบคุมสภาพบรรยากาศ ในการเก็บรักษา หรือระหว่างการขนส่งนับว่าเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญต่ออัตราการเกิดการเสื่อมสภาพรองลงมาจาก อุณหภูมิ
3. แสง ปัจจัยของแสงนี้มีผลกระทบต่อผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวไม่มากนักเพราะผลผลิตส่วนใหญ่ถูกเก็บไว้ในที่มืด

2.7 ลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยา

ลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยา หมายถึง ลักษณะที่ผิดปกติทางเนื้อเยื่อ เนื่องจากมีการสลายตัวที่ไม่ได้เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค หรือเนื่องจากการถูกทำลายด้วยเครื่องมือกล ลักษณะดังกล่าวอาจเกิดเนื่องจากการตอบสนองของเนื้อเยื่อพืชต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเช่น อุณหภูมิ

ลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยาเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการสะท้านหนาว (Chilling Injury)

ผลผลิตพืชสวนที่มีแหล่งกำเนิดในเขตร้อนส่วนใหญ่มักจะอ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาวเมื่อได้รับอุณหภูมิที่ต่ำซึ่งมักจะต่ำกว่า 12.5 องศาเซลเซียส แต่จะต้องเป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าจุดอุณหภูมิเยือกแข็งของผลผลิตนั้นๆ อาการสะท้านหนาวอาจเกิดในสวนหรือระหว่างการขนส่งระหว่างการเก็บรักษาที่ตลาดขายส่งและบાયโกลิก หรือแม้กระทั่งในตู้เย็นตามบ้านทั่วไป

ลักษณะอาการ

เป็นผลที่เกิดมาจากการได้รับอุณหภูมิต่ำ อาการมักเกิดรุนแรงเมื่อนำออกสู่อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว อาการที่เกิดขึ้นสรุปได้ดังนี้

1. อาการของผลผลิตขุบตัวลงเป็นแห่งๆ (Surface pitting) บริเวณที่ขุบลงอาจมีสีผิดปกติไปจากเดิม นอกจากนี้ผลผลิตจะมีการสูญเสียน้ำมาก ทำให้จุดนั้นขยายใหญ่ขึ้น
2. ช้ำน้ำ เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์ ผิวของผลผลิตมีสีคล้ำช้ำน้ำ จะเกิดร่วมไปกับการย่อยสลายบางชนิดออกมาจากเซลล์
3. สีของเนื้อและเปลือกเปลี่ยนไป เนื้อของของผลไม้บางชนิดได้รับอุณหภูมิต่ำจะเปลี่ยนจากสีปกติไปเป็นสีน้ำตาล โดยมากจะเกิดขึ้นรอบๆ ท่อน้ำ ท่ออาหาร เพราะกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส ที่ออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในเซลล์
4. การสลายตัวของเนื้อเยื่อ ทำให้มีสารเมตาโบไลต์ต่างๆ เช่น กรดอะมิโน น้ำตาลและแร่ธาตุต่างๆ ถูกปล่อยออกมาจากเซลล์ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายต่อได้ง่าย
5. ขาดคุณสมบัติในการสุก ผลไม้ดิบที่แก่จัดหลายชนิดเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานานพอสมควร อาจจะทำให้เสียคุณสมบัติที่จะสุกเมื่อนำไปบ่ม
6. เร่งอัตราการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น
7. อายุการเก็บรักษาลดลงอันเนื่องมาจากเหตุผลข้างต้น
8. องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลงไป มักมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติไปจากเดิม
9. ขาดคุณสมบัติในการเจริญต่อเนือง เช่น ไม่สามารถงอกได้

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว

1. ความแก่ (maturity) ผลไม้ขณะสุกจะมีความต้านทานต่ออาการสะท้านหนาวมากกว่าผลไม้ที่ยังไม่สุก
2. คาร์บอนไดออกไซด์ ในสถานะที่มีคาร์บอน ไดออกไซด์สูง จะช่วยลดความอ่อนแอของผลผลิตต่ออาการสะท้านหนาวได้
3. ลักษณะทางพันธุกรรม ผลผลิตที่ผลิตได้จากแหล่งต่างกันหรือพันธุ์ต่างกันอาจแสดงอาการสะท้านหนาวต่างกัน ได้ ถึงแม้เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเดียวกัน
4. ธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะอาการสะท้อนหนาวของมะม่วง

มะม่วงจัดเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่อ่อนแอต่ออาการสะท้อนหนาวมาก โดยจะเกิดผิวเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวปนเทา ไม่สุกตามปกติ หรือสุกไม่สม่ำเสมอ รสชาติไม่ดี อาจจะไม่มีการเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เกิดอาการของผลผลิตยวบยตัวลงเป็นแห่งๆ (Surface pitting) และเน่าได้ง่าย อาการที่รุนแรงมากอาจจะเกิดกับผลมะม่วงซึ่งเก็บรักษานาน 2-3 ใน ที่อุณหภูมิสูงกว่า 13 -15 องศาเซลเซียส

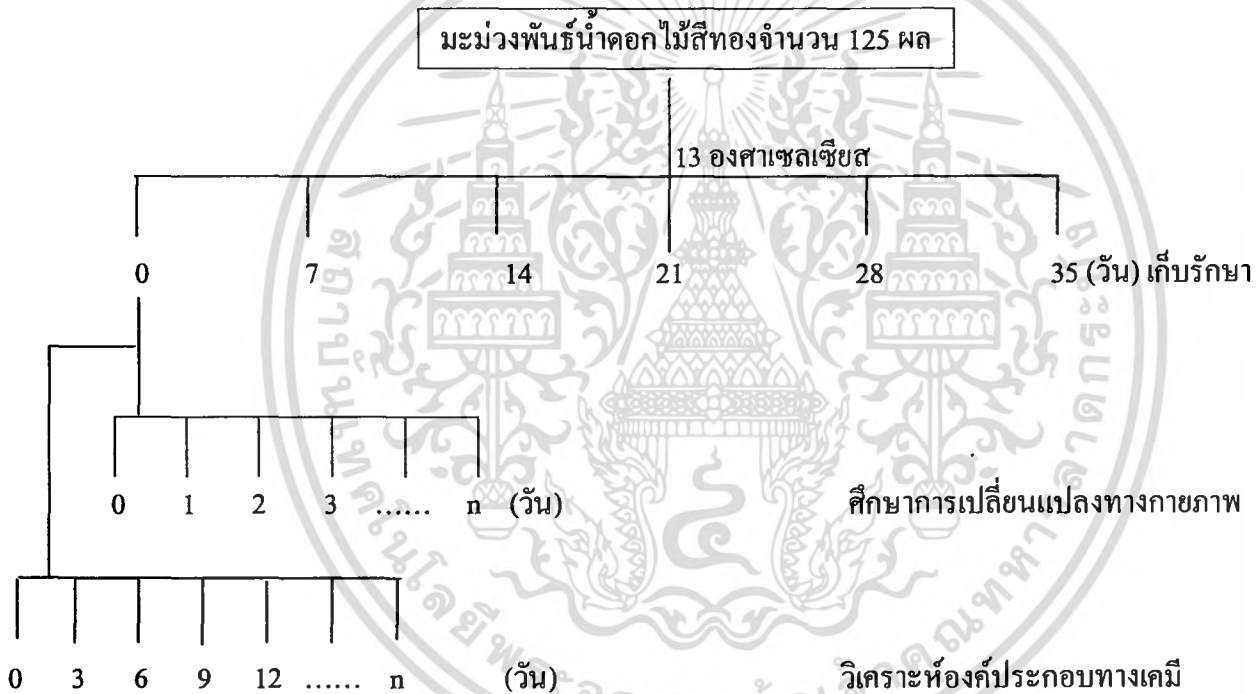


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนและการดำเนินงาน

การวางแผนการทดลองวิชาปัญหาพิเศษหัวข้อผลของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Random Designed ; CRD)



รูปที่ 3.1 การวางแผนการทดลอง

จากรูปที่ 3.1 ในการวางแผนการทดลองเพื่อสังเกตการเกิดอาการสะท้านหนาว(chilling injury) และศึกษาการเปลี่ยนแปลงสูกที่อุณหภูมิห้อง จะนำมะม่วงไปเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส จากนั้นสุ่มมะม่วงจากห้องเย็นออกมาทุกๆ 0, 7, 14, 21, 28 และ 35 วัน เพื่อศึกษาน้ำหนักที่สูญเสีย การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก และความแน่นเนื้อ โดยทำการทดลองและบันทึกข้อมูลในทุกวันเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และจะนำมะม่วงมาวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 วัตถุดิบ

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองจำนวน 125 ผล

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

1. ห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส
2. เทอร์โมมิเตอร์
3. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
4. เครื่องวัดสี(Color meter) รุ่น Minolta
5. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ(Texture analyzer) รุ่น TA-XT2i
6. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
7. เครื่องมือวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (hand refractometer) รุ่น N1
8. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน
9. ขวดเจลดาคห์ (Kjeldahl flask)
10. บีกเกอร์ ขนาด 50, 100, 500 และ 1000 มิลลิลิตร
11. ครูชีเบิล
12. อลูมิเนียม แคน
13. บุชเนอร์ ฟันแนล (Buchner funnel)
14. Digestion flask
15. ขวดรูปชมพู่ (Elenmeyer flask)
16. ขวดวัดปริมาตร 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
17. กระจกบอทวง
18. เดซิเคเตอร์ (desiccator)
19. หลอดหยด
20. ซ้อนตักสาร และแท่งแก้ว
21. บิวเรต-ขาดั่ง
22. บีเปต ขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
23. จุกยาง
24. ตู้อบ
25. เตาเผา (Muffle furnace)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26. hot plate
27. ขวดแก้วสีชา และขวดพลาสติก
28. อุปกรณ์อื่น ๆ
 - แผ่นป้าย
 - อุปกรณ์ถ่ายภาพ
 - มีด และเขียง

3.3 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส, ห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์อาหาร, ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหาร และห้องปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 วิธีการดำเนินงาน

3.4.1 การหาปริมาณความชื้นสัมพัทธ์

1. การหาปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิห้อง
นำเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง ไปไว้ที่บริเวณกลางห้องที่ใช้ทำการทดลอง และนำเทอร์โมมิเตอร์อีกอันไปไว้บริเวณประตูทางเข้าออกห้อง
2. การหาปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส
 - นำเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง ไปไว้ที่บริเวณใต้พัดลมแอร์ด้านในสุดของห้องเย็น และนำเทอร์โมมิเตอร์อีกอันไปไว้บริเวณประตูทางเข้าออกห้อง
 - นำมาหาปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ได้จาก ไชโครเมตริก ชาร์ต (Psychometric Chart) ได้ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์

3.4.2 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. การเปลี่ยนแปลงค่าสี (color) ของเปลือกมะม่วง
 - ชูคมะม่วงที่นำออกมาจากห้องเย็นเพื่อใช้ทำการทดลองในทุก ๆ 7 วัน จะทำการสุ่มผลมะม่วงออกมา 3 ผลเพื่อใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงค่าสี
 - ใช้เครื่องวัดสี (color meter) ในการวัดค่าสีโดยตั้งค่าเป็นแบบ $L^* a^* b^*$

- ชูดมะม่วงที่นำออกมาจากห้องเย็นเพื่อใช้ทำการทดลองในทุก ๆ 7 วัน จะทำการสุ่มผลมะม่วงออกมา 3 ผลเพื่อใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงค่าสี
- ใช้เครื่องวัดสี (color meter) ในการวัดค่าสีโดยตั้งค่าเป็นแบบ $L^* a^* b^*$
- ทำการวัดโดยแบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว, ส่วนกลาง, และส่วนท้าย วัดส่วนละ 3 ซ้ำ จากนั้นนำค่า $L^* a^* b^*$ ที่ได้มาหาค่า ฮิวส์ (Hue value) และ ค่าโครมา (Croma value) จากสูตร

$$\text{Hue} = \text{ATAN}[b^* / a^*]$$

$$\text{Croma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

- นำค่าที่ได้จากทั้ง 3 ผลมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นค่าตัวแทนของแต่ละวัน
- วัดการเปลี่ยนแปลงค่าสีทุกวันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองของชุดนั้น ๆ

2. ปริมาณน้ำหนัที่สูญเสี่ย (% weight loss)

- ใช้มะม่วงชุดเดียวกับที่ใช้วัดค่าการเปลี่ยนแปลงสี ชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- นำค่าจากทั้ง 3 ผลมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นตัวแทนของแต่ละวัน
- ชั่งการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุกวันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองของชุดนั้น

3. ตรวจสอบความแน่นเนื้อ (hardness firmness) โดยใช้เครื่อง texture analyzer รุ่น TA-XT2i

- ผ่ามะม่วงออกตามด้านแบนของเมล็ดทั้ง 2 ด้าน โดยเว้นส่วนที่เป็นเมล็ดไว้ แบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนท้าย ทำการกดส่วนละ 3 ซ้ำ
- หัววัด P2 cylinder stainless ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร
- กำหนดความเร็วในการกดลงไปเนื้อ 1.0 มิลลิเมตร/วินาที และระยะในการกด 10 มิลลิเมตร
- ค่าที่ได้จะออกมาเป็นค่าแรง(นิวตัน) และระยะทาง(เซนติเมตร)
- คำนวณหาแรงสูงสุด(max force)
- นำค่าทั้งหมดที่วัดได้มาเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของ 1 ผล

3.4.3 การวิเคราะห์ทางเคมี

1. ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

- แบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนท้าย นำส่วนเนื้อมะม่วงมาคั้นน้ำใส่บีกเกอร์ขนาด 50 มล. ให้ได้ปริมาณมากพอที่จะจุ่มมิดหัว probe ของเครื่อง pH meter อ่านค่าจากเครื่อง
- ทำการวัดส่วนละ 3 ซ้ำ นำค่าทั้งหมดมาเฉลี่ยเป็นตัวแทนของ 1 ผล
- วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างทุกวันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองของชุดนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้หลอดหยดหยดน้ำมะม่วงลงบน hand refractometer 2-3 หยด อ่านค่าเป็นองศาบริกซ์
 - ทำการวัดส่วนละ 3 ซ้ำ นำค่าทั้งหมดมาเฉลี่ยเป็นตัวแทนของ 1 ผล
 - วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทุกวันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองของชุดนั้นๆ
3. ค่าความเป็นกรด (titratable acidity ;TA) (ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์อาหาร, 2545)
- แบ่งมะม่วงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนท้าย นำส่วนเนื้อมะม่วงมาคั้นน้ำ
 - ใช้ปิเปตดูดน้ำมะม่วงมา 5 มล. ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล. หยดฟีนอล์ฟทาลีน 3-4 หยด แล้วนำมาไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N
 - ทำการวัดส่วนละ 3 ซ้ำ นำค่าทั้งหมดมาเฉลี่ยเป็นตัวแทนของ 1 ผล
 - วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดทุกวันจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองของชุดนั้นๆ
 - คำนวณเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด จากสูตร

$$\% \text{ TA} = \frac{\text{ปริมาณเฉลี่ยของ NaOH ที่ใช้ไตเตรท(มล.)} \times 0.1 \text{ N} \times 33 \times 100}{1000 \times \text{ปริมาณตัวอย่าง(มล.)}}$$

4. ปริมาณโปรตีน (protein) โดยใช้ Kjeldahl method (คู่มือปฏิบัติการเคมีอาหาร, 2545)
- เตรียมขวด Kjeldahl แห่งและสะอาด ใช้ลูกแก้ว (boiling chip) ป้องกันการเดือดอย่างรุนแรงประมาณ 4 – 5 ชิ้น เติม แคตตาลิท์ 7 กรัม และตัวอย่างเนื้อมะม่วงที่ปั่นละเอียด 1 กรัม
 - เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มล. ผสมให้เข้ากัน นำไปตั้งบนเตาของชุดย่อยโปรตีนที่มีระบบดูดควันที่ดี ในความร้อนต่ำประมาณ 5 นาทีก่อนเร่งความร้อนให้สูงขึ้น ย่อยโปรตีนจนได้สารละลายสีฟ้าใส (นานประมาณ 1 ชั่วโมง) ขณะย่อยโปรตีนหมุนขวดเป็นระยะ ๆ
- หมายเหตุ** งดลดให้ความร้อนของเตาย่อย ควรอยู่ต่ำกว่าระดับของของเหลวในขวด
- รอให้สารละลายสีฟ้าเย็นและหมอดควันของไอกรดก่อนเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร โดยแยกเติมทีละ 5 มิลลิลิตร พร้อมเขย่าขวด
 - ทำ blank โดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง
 - ปิดชุดกลั่นโปรตีนและผ่านน้ำเย็นเข้าออกคอนเดนเซอร์(condenser) เปิดสวิทซ์เตาของชุดกลั่นให้มีความร้อนเพียงพอในขณะที่เริ่มต้นกลั่นและป้องกันการไหลย้อนกลับของสารละลายที่ใช้เก็บแอมโมเนีย
 - ดูดกรดบอริก 50 มล. ในขวดรูปชมพู่ 250 ml. ที่แห้งและสะอาด หยดมิกซ์ อินดิเคเตอร์ (mixed indicator) 4 หยด เขย่าให้ดีก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่น โดยให้ปลายคอนเดนเซอร์จุ่มในสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 % ในสารละลายที่อยู่ใน Kjeldahl flask จนกระทั่งสารละลายเป็นสีดํา ประกอบเข้าชุดกลั่น

- แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะผ่านคอนเดนเซอร์ ลงสู่สารละลายบอริก สีของสารละลายเปลี่ยนจากม่วง-น้ำเงิน (bluish purple) ไปเป็นเขียว-น้ำเงิน (bluish green) การเปลี่ยนสีเป็นไปอย่างรวดเร็วประมาณ 20-30 วินาที เมื่อสารละลายบอริกเปลี่ยนสีประมาณ 5 นาที ลอระดับของ Erlenmeyer Flask ให้ปลาย condenser อยู่เหนือระดับของของเหลว 1 ซม. ล้างปลายคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำกลั่น รอให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปอีกประมาณ 1-2 นาที ก่อนนำไปไตเตรทกับสารละลายไฮโดรคลอริก 0.01 N จนสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นใส-ไม่มีสี

- ทำการทดลองเช่นเดียวกับแบลงค์ (blank)
- ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทุก 7 วัน จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองของชุดนั้น
- วิธีคำนวณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด

$$\% \text{ไนโตรเจน} = \frac{N \text{ HCl} \times (V_1 - V_2) \times 14 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times 1000}$$

V_1 = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

V_2 = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ไตเตรท blank

$$\% \text{โปรตีน} = \% \text{ไนโตรเจน} \times 6.25$$

โปรตีนประกอบด้วยไนโตรเจน 16 % ($100/16 = 6.25$)

5. ปริมาณความชื้น (moisture) (คู่มือปฏิบัติการเคมีอาหาร, 2545)

- ปิดฝาซึ่งน้ำหนักอะลูมิเนียมแคน(aluminum can) พร้อมฝาที่สะอาด และผ่านการอบแห้งแล้ว

- ใส่ตัวอย่างเนื้อมะม่วงป่น 3-5 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่ง ด้วยเครื่องชั่งละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

- นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝาอะลูมิเนียมแคน(aluminum can) ใช้อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 16-18 ชั่วโมง

- เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝาอะลูมิเนียมแคน แล้วนำไปทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (desiccator) ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก (จนตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่)

- ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

- วิเคราะห์ปริมาณความชื้นทุก 3 วัน จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองชุดนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

6. ปริมาณใยอาหาร (fiber) (คู่มือปฏิบัติการเคมีอาหาร, 2545)

- ชั่งตัวอย่างเนื้อมะม่วงปั่นละเอียด 2 กรัม ใน digestion flask ซึ่งเป็นขวดแก้วก้นกลมเติมกรดซัลฟิวริกที่ผ่านการต้มเดือดแล้วจำนวน 200 มิลลิลิตร และตุ๋นแก้ว 2-3 ชั่วโมง ก่อนนำคอนเดนเซอร์ มาประกอบตอนบนของขวด

- นำไปต้มบนเตาของชุดย่อย crude fiber โดยให้สารละลายเดือดนาน 30 นาที ต่อเนื่องกัน เขย่าขวดเพื่อไม่ให้ตัวอย่างเกาะบนผนังขวด
- กรองกากด้วยผ้ากรองบนเครื่องกรองสุญญากาศ (buchner funnel) และใช้ปั๊มช่วยในการกรอง
- ล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์กรด โดยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
- เทกากกลับไปใน digestion flask เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการต้มเดือด จำนวน 200 มิลลิลิตร ต้มส่วนผสมนาน 30 นาที กรองทันทีและล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์ด่าง
- ล้างกากด้วยสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟตร้อน
- เทกากกลับไปใน digestion flask อีกครั้ง ล้างตะกอนที่ติดผ้ากรองด้วยน้ำเดือดหลายๆ ครั้ง
- เทกากใน digestion flask ผ่านไปใน sintered glass crucible ล้างกากด้วยน้ำเดือดหลายๆ ครั้ง
- ล้างกากด้วยแอลกอฮอล์ จำนวน 30 มิลลิลิตร
- อบ crucible พร้อมกากที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็นลง
- นำไปเผาในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อจัดสาร volatile organic
- นำ crucible มาทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ก่อนชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ crude fiber
- ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ
- วิเคราะห์ปริมาณใยทุก 3 วัน จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองชุดนั้น
- คำนวณเปอร์เซ็นต์ crude fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{crude fiber} = \frac{\text{น้ำหนัก crude fiber} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

7. ปริมาณเถ้า (ash) (คู่มือปฏิบัติการเคมีอาหาร, 2545)

- ล้าง porcelain dish ทำให้แห้งก่อนเผาใน muffle furnace นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ก่อนนำไปชั่ง
- ชั่งตัวอย่างเนื้อมะม่วงปั่นละเอียดใน porcelain dish 25 กรัม
- เผาตัวอย่างด้วย hot plate จนเผาไหม้หมด (completely carbonized) จึงนำ dish วางในเตาเผา จนกระทั่งตัวอย่างกลายเป็นเถ้าสีขาว
- ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

วิเคราะห์ปริมาณเถ้าทุก 3 วัน จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองชุดนั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

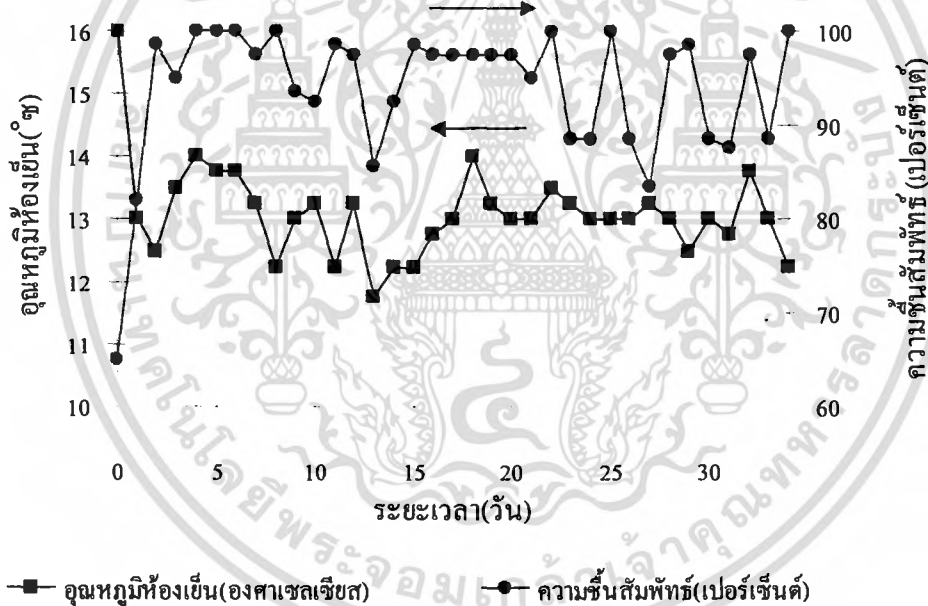
บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ระยะเวลาทำการทดลอง จากเริ่มต้นทำการทดลองวันที่ 17 ธันวาคม 2546 และสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 22 มกราคม 2547 เป็นระยะเวลาทั้งหมด 34 วัน

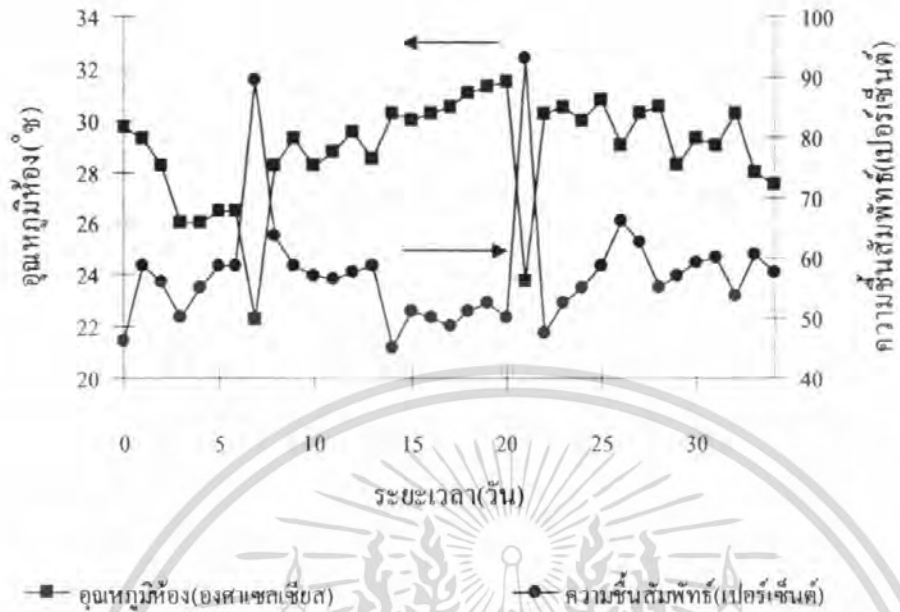
4.1 ผลการศึกษาสภาวะบรรยากาศของสถานที่เก็บรักษาและสถานที่ทำการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลอง โดยจะมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 94 % ดังรูป 4.1



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาในการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในห้องทำการทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในห้องมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 58 เปอร์เซ็นต์ ดังรูป 4.2



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับระยะเวลาการเก็บรักษามะม่วง น้ำดอกไม้สีทองในห้องที่ทำการทดลองและบ่ม

4.2 ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาระยะเวลาในการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury)

มะม่วงเป็นผลผลิตที่มีแหล่งกำเนิดในเขตร้อนมักเกิดการอ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว(chilling injury) ซึ่งเป็นลักษณะปรากฏทางสรีรวิทยาของมะม่วงซึ่งเป็นผลที่เกิดมาจากการได้รับอุณหภูมิต่ำ

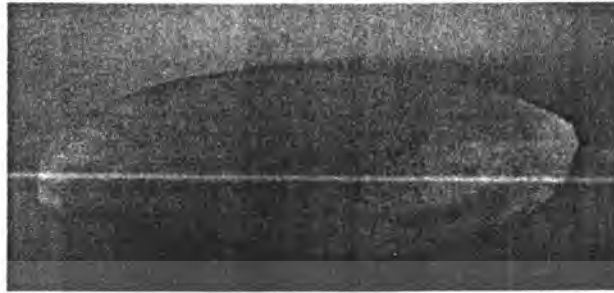
4.2.1 ลักษณะของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองในวันแรกของแต่ละชุดการทดลอง
ต่ำกว่าที่ 0 มะม่วงมีลักษณะเป็นสีเขียวอมเหลือง ดังรูป4.3



รูปที่4.3 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 1 ผิวมะม่วงมีสีเหลืองทองเพิ่มมากขึ้น ดังรูป 4.4



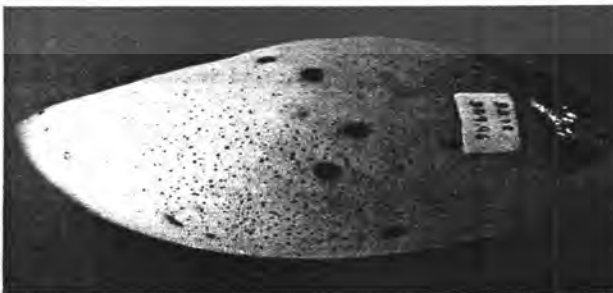
รูปที่ 4.4 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน

สัปดาห์ที่ 2 ผิวมะม่วงมีสีเหลืองทองแต่ไม่สม่ำเสมอ บริเวณขั้วจะเห็นสีเหลืองได้ชัดเจนกว่าส่วนอื่น เริ่มมีความอ่อนนุ่มมากขึ้น และมีจุดสีดำเกิดขึ้นซึ่งเกิดจากการบอบช้ำของเซลล์ อันเนื่องมาจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเรียกอาการที่เกิดขึ้นนี้ว่า อาการสะท้านหนาว(chilling injury) รูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน

สัปดาห์ที่ 3 ผิวมะม่วงมีสีเหลืองทองเข้มขึ้นแต่ยังคงไม่สม่ำเสมอ พบการเกิดจุดมีดำเพิ่มมากขึ้น และเริ่มมีรอยชำบริเวณขั้วผล รูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 4 รอยช้ำบนผิวมะม่วงมีบริเวณกว้างมากขึ้น และยังคงพบจุดสีดำที่ผิวมะม่วง เป็นการบ่งชี้ว่ามะม่วงเริ่มเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพ(senescence) รูปที่4.7



รูปที่ 4.7 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 28 วัน

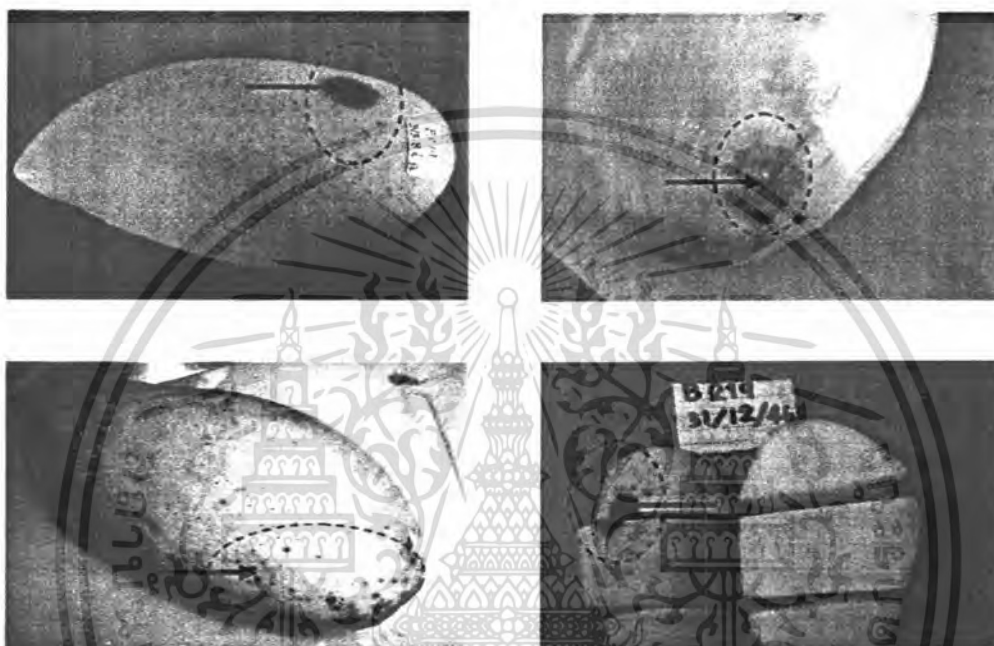
สัปดาห์ที่ 5 มะม่วงมีรอยช้ำสีดำเป็นบริเวณกว้างเกือบทั่วทั้งผล มีเชื้อราเกิดขึ้นที่บริเวณผิว และตามรอยพับของไฟมกันกระแทก เป็นลักษณะการเสื่อมสภาพของมะม่วงจึงไม่นำมาการตลาด รูปที่4.8



รูปที่ 4.8 มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ลักษณะการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เมื่อนำมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมาเก็บรักษาในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าเกิดอาการสะท้านหนาวที่บริเวณเปลือกของมะม่วงหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ โดยจะพบอาการเป็นจุดสีดำบนเปลือกของมะม่วง และเป็นรอยชำที่เนื้อ ดังรูป 4.9



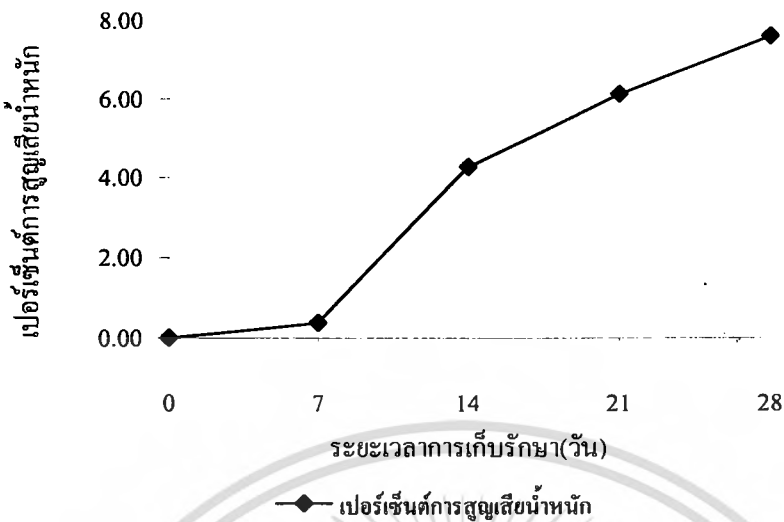
รูปที่ 4.9 การเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงที่เก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

4.3 ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการสุก (ripening) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

4.3.1 การสูญเสียน้ำหนัก

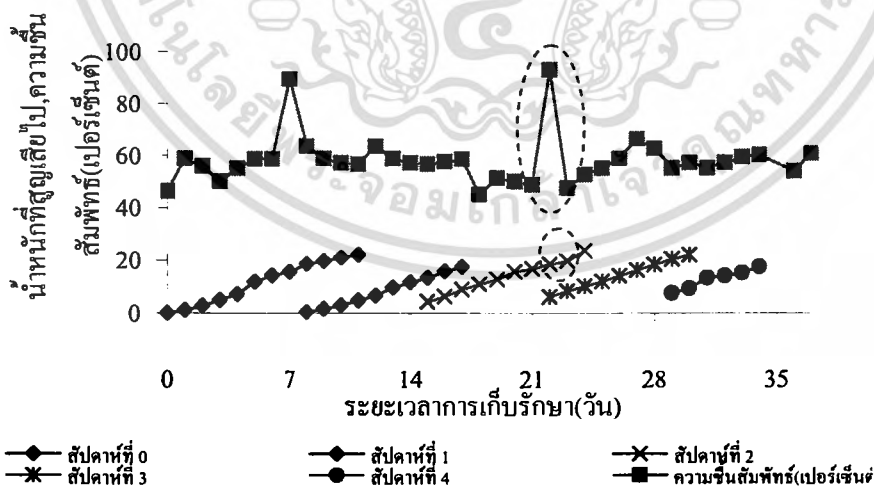
- น้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็น 13 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า มะม่วงที่เก็บรักษาผ่านไปเป็นระยะเวลา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.38, 4.27, 6.13 และ 7.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักไปส่วนหนึ่งเกิดจากบรรยากาศรอบ ๆ ในการเก็บรักษา ดังรูป 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักกับระยะเวลาการเก็บรักษามะม่วง น้ำดอกไม้สีทองในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

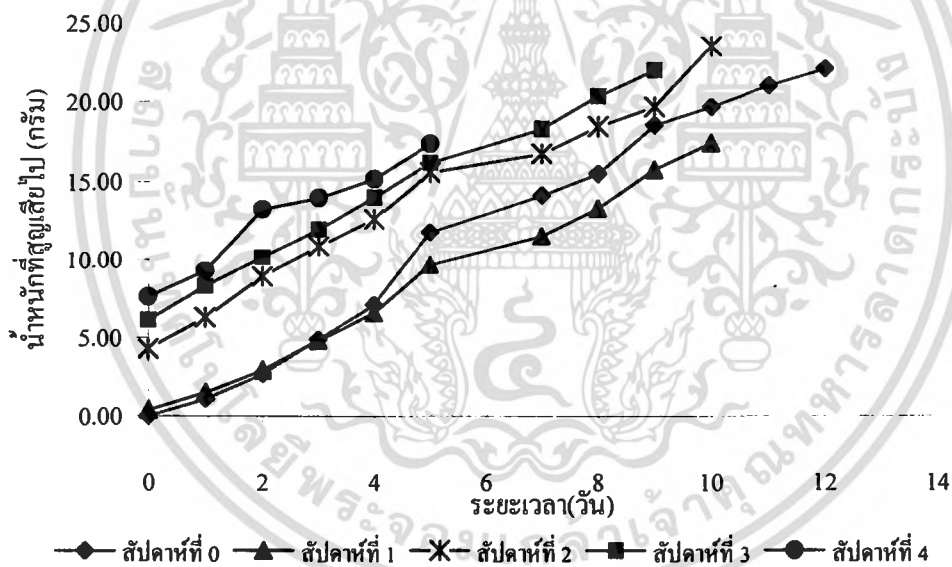
- การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการศึกษาก็เกี่ยวกับการสุกของมะม่วงในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการทดลองเช่นเดียวกับการเก็บรักษาในห้องเย็นแต่จะสูญเสียน้ำหนักในปริมาณที่มากกว่า เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ โอกาสที่จะสูญเสียน้ำหนักออกไปได้มาก แต่ในช่วงที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูง จะพบว่า การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าเห็น ได้ชัดในสัปดาห์ที่ 2 ดังรูป 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำหนักกับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่ อุณหภูมิห้องในชุดการศึกษาในขั้นตอนกระบวนการสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูง เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจะไม่สูงมาก ซึ่งในทุก ๆ สัปดาห์ จะมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็น อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเพิ่มสูงขึ้น ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองตลอดการทดลอง ในระหว่างการสุกของมะม่วงพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาในห้องเย็นนานขึ้นมีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น สามารถสังเกตได้จากวันแรกของแต่ละสัปดาห์ที่เก็บรักษาในห้องเย็น ซึ่งมะม่วงที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่าจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็วจากวันที่นำออกจากห้องเย็นเท่ากับ 22.05, 17.48, 23.51, 21.99 และ 17.42 ตามลำดับ แต่ในสัปดาห์ที่ 1 เมื่อระยะเวลาผ่านไปพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าสัปดาห์ที่ 0 เนื่องจากช่วงที่ทำการทดลองมะม่วงชุดสัปดาห์ที่ 1 มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจึงน้อยกว่าสัปดาห์อื่น แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก มักขึ้นกับอุณหภูมิและความชื้นในบรรยากาศรอบ ๆ ดังรูป 4.12

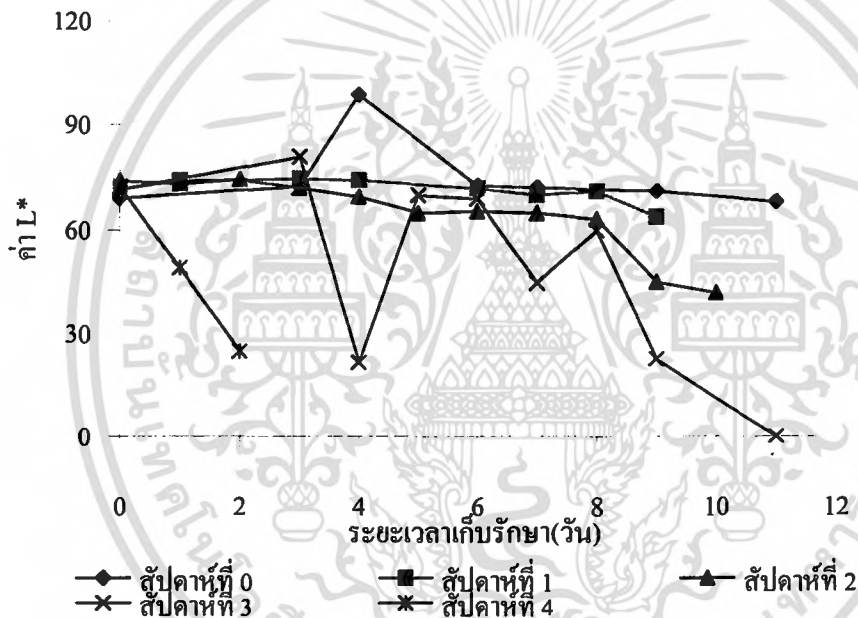


รูปที่ 4.12 การสูญเสียน้ำหนักกับระยะเวลาการสุกจนถึงวันเสื่อมสภาพ

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีผิวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองด้วยระบบ CIE ประกอบด้วยค่า L*, a*, b* โดยค่า L* เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของสีผิว(lightness) โดยค่าที่เข้าใกล้ 0 จะมีค่าความสว่างมากและค่าสูงสุดอยู่ที่ 100 ซึ่งมีค่าเป็นสีดำ ความสว่างของมะม่วงจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงจุดจุดหนึ่งจากนั้นจะมีค่าลดลง เนื่องจากมะม่วงจะมีการผลิตสารเคลือบผิว (Wax) ออกมาซึ่งจะมีลักษณะเป็นสีขาวนวลทำให้มีค่าความสว่างที่เพิ่มมากขึ้นจากนั้นเมื่อมะม่วงเือกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพปริมาณของสารเคลือบผิวจะมีการสลายตัวและมีรอยบอบช้ำเกิดขึ้นที่ผิวค่าความสว่างจึงลดลงตามไปด้วย ในวันแรกที่ทำการทดลองของสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเริ่มต้นที่ 69.01, 71.44, 73.94, 71.46 และ 72.28 ตามลำดับ จากนั้นค่าความสว่างจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 มีค่าความสว่างสูงสุดเท่ากับ 98.46, 74.66, 73.94, 80.71 และ 72.28 ตามลำดับ พบว่าช่วงสูงสุดของค่าความสว่างจะลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการเก็บในห้องเย็นโดยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไปเส้นกราฟไม่มีช่วงของการเพิ่มขึ้นและจะลดลงอย่างต่อเนื่องซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงได้เกิดขึ้นในช่วงที่เก็บอยู่ในห้องเย็น ค่าความสว่างต่ำสุดของแต่ละสัปดาห์มีค่าเท่ากับ 72.57, 63.67, 41.95, 22.70 และ 24.79 ตามลำดับ ดังรูป 4.13 พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 มีการลดลงของค่าความสว่างอย่างรวดเร็วมาก



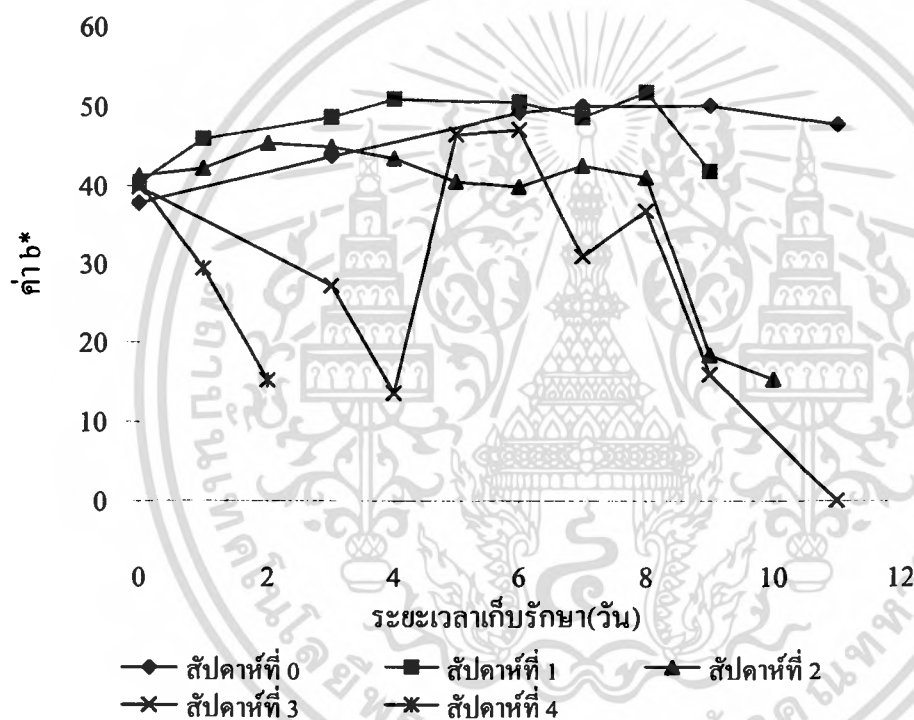
รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

4.3.3 การเปลี่ยนแปลงค่า b^*

ขณะทำการเก็บรักษามะม่วงระหว่างที่มีการสุกการสูญเสียสีเขียวจะเกิดจากการสลายตัวของ chlorophyll ทำให้สีเหลือง (carotenoid) ปรากฏขึ้นซึ่งเป็นลักษณะของการเกิด senescence โดยค่า b^* ที่มีค่าเป็นบวกจะแสดงความเป็นสีเหลืองและค่าลบแสดงความเป็นสีน้ำเงิน ดังรูป 4.14 พบว่าที่ทุกระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเมื่อนำออกมาที่อุณหภูมิห้องจะมีค่า b^* เริ่มต้นที่ใกล้เคียงกันได้แก่ 37.79, 40.30, 41.23, 39.77 และ 40.43 ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 0 ช่วงการเพิ่มขึ้นของกราฟจะสูงกว่าในสัปดาห์อื่นและลดลงเรื่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และลดลงอย่างรวดเร็วตามระยะเวลาที่เก็บในห้องเย็น โดยในสัปดาห์ที่ 0, 1, และ 2 มีความเป็นสีเหลืองสูงสุดอยู่ที่ 50.10, 50.95 และ 45.39 ในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 พบว่าไม่มีช่วงการเพิ่มขึ้นของเส้นกราฟโดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 15.90 และ 15.10 ตามลำดับทั้งที่มีค่าเริ่มต้นใกล้เคียงกัน แสดงว่าไม่มีการเพิ่มขึ้นของสีเหลือง โดยมีการเสื่อมเสียตั้งแต่เก็บอยู่ในห้องเย็นและเริ่มมีการเสื่อมเสียเมื่อ b^* มีค่าต่ำกว่า 30 ในวันที่ 3 และ 4 ของสัปดาห์ที่ 3 พบว่ามีการลดลงของเส้นกราฟอย่างผิดสังเกตซึ่งเป็นผลจากการวัดที่ผิดพลาดจึงไม่นำมาใช้ในการดูแนวโน้มของเส้นกราฟ จากกราฟชี้ให้เห็นว่าการเก็บในห้องเย็นสามารถยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาได้แต่ทำให้คุณภาพของมะม่วงลดลง



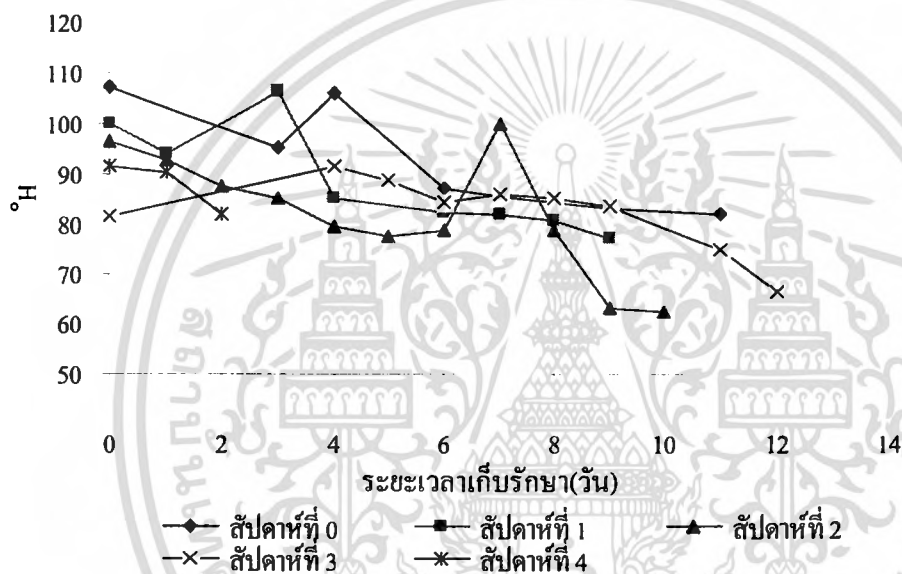
รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงค่า b^* (สีเหลือง-น้ำเงิน) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

4.3.4 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue (h^*)

ค่า Hue เป็นตัวเลขที่ระบุว่ามีตำแหน่งอยู่ที่ใดในกราฟ มีหน่วยเป็นองศา ถ้าค่า h^* เท่ากับ 0 องศา แสดงว่าเป็นสีแดง ถ้าค่า h^* เท่ากับ 90 องศา แสดงว่าเป็นสีเหลือง ถ้าค่า h^* เท่ากับ 180 องศา แสดงว่าเป็นสีเขียว และถ้าค่า h^* เท่ากับ 270 องศา แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน ค่าแรกของสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 107.34, 100.19, 96.53, 81.43 และ 91.66 ตามลำดับ ดังรูป 4.15 พบว่ามีแนวโน้มที่ลดลงซึ่งเป็นค่าที่แสดงการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลืองซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

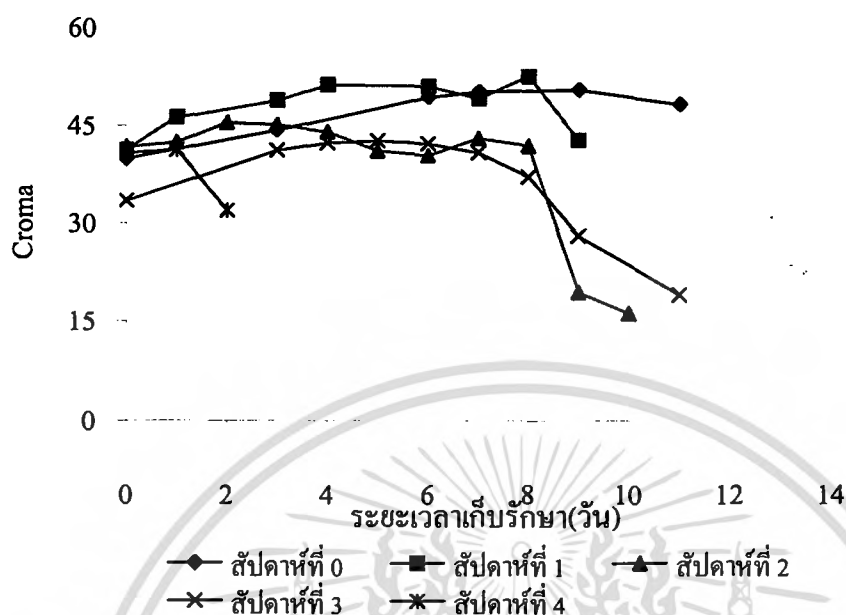
ช่วงของการสุกที่มีการสลายตัวของ chlorophyll มะม่วงในระยะนี้จะมีสีเขียวอมเหลือง จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้ง ข้อมูลดังกล่าวสามารถบอกถึงผลของการเก็บในห้องเย็นได้ว่า จากสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 4 มีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นเหลืองในอัตราที่ช้ามากเมื่อเทียบกับการสุกที่อุณหภูมิห้อง โดยมีค่าต่ำสุดของแต่ละสัปดาห์เท่ากับ 81.81, 77.22, 62.44, 66.26 และ 82.00 ตามลำดับซึ่งค่าที่ได้ต่ำกว่า 90 องศา จึงเป็นการเปลี่ยนจากสีเหลืองไปในด้านสีแดงซึ่งจะอยู่ในช่วงเดียวกับที่ค่าความสว่างลดลงคือเป็นระยะที่มีการเสื่อมเสีย และเมื่อนำมะม่วงออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องมะม่วงจะมีอัตราการลดลงของค่า h^* มากขึ้นแสดงถึงการเสื่อมเสียที่เร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บในห้องเย็น



รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

4.3.5 การเปลี่ยนแปลงค่า Chroma (c^*)

ค่า c^* เป็นค่าที่ใช้บอกความสดใสของสีที่ค่าความสว่างหนึ่ง ๆ ในสัปดาห์ที่ 0 ที่เก็บมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่าแรกเท่ากับ 39.87 และมีช่วงการเพิ่มขึ้นของกราฟมากกว่าสัปดาห์อื่น ๆ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ในวันที่ 9 เท่ากับ 50.46 และจะลดลงเรื่อย ๆ จนมีค่าสุดท้ายอยู่ที่ 48.20 โดยจุดที่เริ่มมีการลดลงของค่า c^* ของสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 จะอยู่ในวันที่ 9, 4, 2, 6 และ 1 ตามลำดับ ดังรูป 4.16 โดยการลดลงของค่า c^* สามารถบอกถึงค่าสีที่มีความสว่างลดลงซึ่งการลดลงของเส้นกราฟก็จะรวดเร็วมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิห้องเย็น



รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงค่า chroma ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่ อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

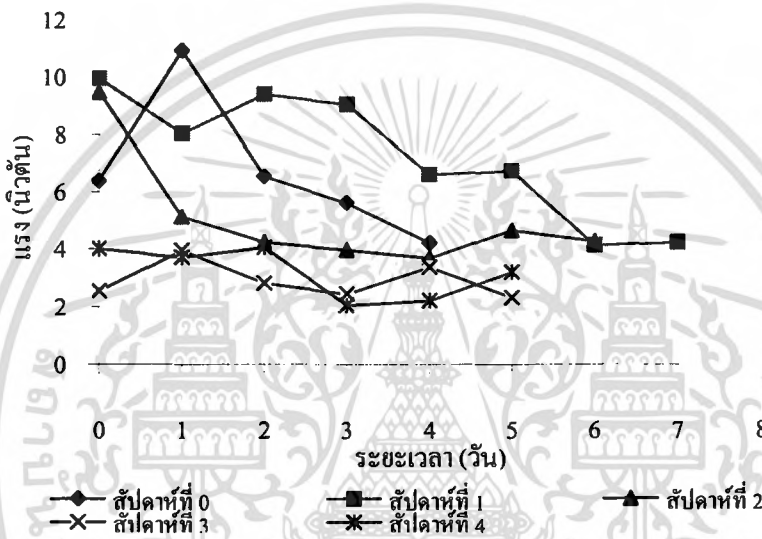
การเปลี่ยนแปลงค่า c^* มีความสอดคล้องกับค่าความสว่าง ค่า h^* และค่า b^* กล่าวคือ เมื่อมะม่วงเริ่มสุกค่าของสีเหลืองจะเพิ่มมากขึ้นซึ่งค่าความสว่างและความสดใสก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน ในขณะที่ค่า h^* มีองศาที่ลดลงเข้าใกล้ 90 องศาซึ่งแสดงว่าเป็นสีเหลือง จนกระทั่งมะม่วงเริ่มมีการเสื่อมสภาพสีของเปลือกมะม่วงจะคล้ำลงและเกิดการรอยชำสีดำอันเนื่องมาจากการเน่าเสียค่าความเป็นสีเหลืองจึงลดลงไปทางด้านที่เป็นสีน้ำเงิน ค่าความสว่าง ความสดใสจึงลดลงตามไปด้วย ส่วนค่า h^* ก็ลดลงน้อยกว่า 90 องศาซึ่งเป็นค่าของสีที่เข้มขึ้นเช่นกัน

4.3.6 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส

ภายหลังการเก็บมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่าในสัปดาห์ที่ 0 ที่เก็บไว้ที่ อุณหภูมิห้อง ค่าแรงที่ใช้กดเนื้อมะม่วงโดยเฉลี่ยจะสูงกว่าทุกสัปดาห์เนื่องจากเนื้อของมะม่วงยังคงดิบอยู่ และมีแนวโน้มลดลง โดยค่าแรงกดสูงสุดที่ใช้ในสัปดาห์ที่ 0 เท่ากับ 10.92 นิวตัน และค่าแรงกดต่ำสุดเท่ากับ 4.19 นิวตัน สัปดาห์ที่ 1 หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ค่าแรงกดโดยเฉลี่ยจะยังคงสูงอยู่ แต่มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากเนื้อมะม่วงเริ่มที่จะสุก โดยค่าแรงกดสูงสุดที่ใช้ในสัปดาห์ที่ 1 เท่ากับ 9.95 นิวตัน และค่าแรงกดต่ำสุดเท่ากับ 4.12 นิวตันในสัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ค่าแรงกดมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากเนื้อมะม่วงมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง อ่อนนุ่มลงและเกิดการเสื่อมเสีย โดยค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในสัปดาห์ที่ 2 , 3 และ 4 เท่ากับ 9.46 , 3.94 และ 4.05 นิวตันตามลำดับ และค่าแรงกคต่ำสุดเท่ากับ 3.68 , 2.31 และ 2.05 นิวตันตามลำดับ แต่ในสัปดาห์ที่ 3 เมื่อออกจากห้องเย็นเป็นเวลา 3 วัน พบว่ามีแรงกคเพิ่มสูงขึ้น การกคทะลุเปลือกจึงต้องใช้แรงกคมากขึ้น เนื่องจากมะม่วงที่เข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพ เปลือกจะมีความเหนียวมากขึ้น จากการทดลอง ค่าแรงกคสูงสุดที่ใช้ เท่ากับ 10.92 นิวตัน และค่าแรงกคต่ำสุดเท่ากับ 2.05 นิวตัน จากค่าที่ได้สามารถเขียนกราฟได้ ดังรูป 4.17



รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของมะม่วงกับระยะเวลาการเก็บรักษาจนมะม่วงถึงระยะเสื่อมสภาพ

4.3.7 การเปลี่ยนแปลงค่าทางเคมี

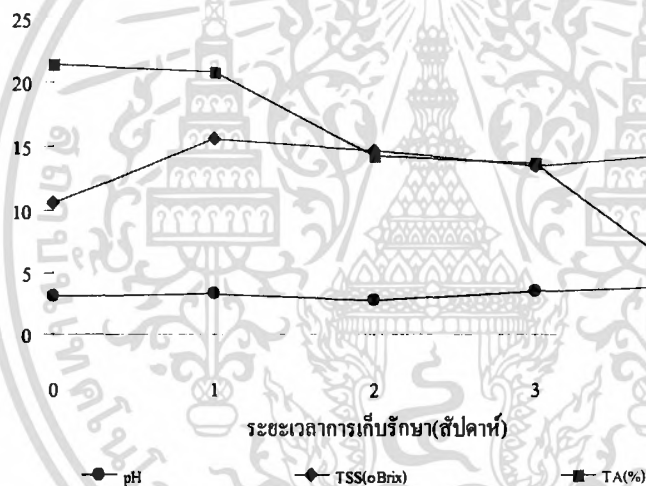
ในระหว่างกระบวนการสุกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสจะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ

4.3.7.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดของมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

การสุกของมะม่วงจะทำให้มีรสหวานขึ้น ทำให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total soluble solid; TSS) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาล ในวันแรกของแต่ละสัปดาห์ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งมะม่วงสุกเต็มที่ จากนั้นปริมาณน้ำตาลจะลดลง ดังรูป 4.18 โดยสัปดาห์ที่ 0 มะม่วงจะมีความหวานน้อยที่สุดเท่ากับ 10.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาบริกซ์ และจะสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4 เท่ากับ 15.62 14.76 13.48 และ 14.42 องศาบริกซ์ ตามลำดับ และโดยทั่วไปค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ในมะม่วงตั้งแต่เริ่มทำการทดลองไปจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจะมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น โดยในสัปดาห์ที่ 0 1 2 3 และ 4 จะมีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.18 3.33 2.89 3.56 และ 3.82 ตามลำดับ เมื่อมะม่วงที่ทำการทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)เพิ่มขึ้น แสดงถึงปริมาณกรดจะลดลง ซึ่งในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองก่อนการสุกจะมีการสะสมกรดซิตริก (citric acid) ในระหว่างการสุกปริมาณกรดจะลดลง เนื่องจากใช้ไปในการหายใจ จึงพบว่า ปริมาณกรดที่ของมะม่วงในทุก ๆ วันแรกของแต่ละสัปดาห์ที่ทำการทดลอง จะพบการเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้า ๆ คือ ปริมาณกรดในสัปดาห์ที่ 0 มะม่วงยังคงดิบ จึงมีเปอร์เซ็นต์กรดสูงที่สุดคือ 21.49 และภายหลังการเก็บรักษาจนกระทั่งในสัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4 พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดลดลงเรื่อย ๆ เท่ากับ 20.83 14.28 13.68 และ 4.20 ตามลำดับ



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด, ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดกับระยะเวลาการเก็บรักษา

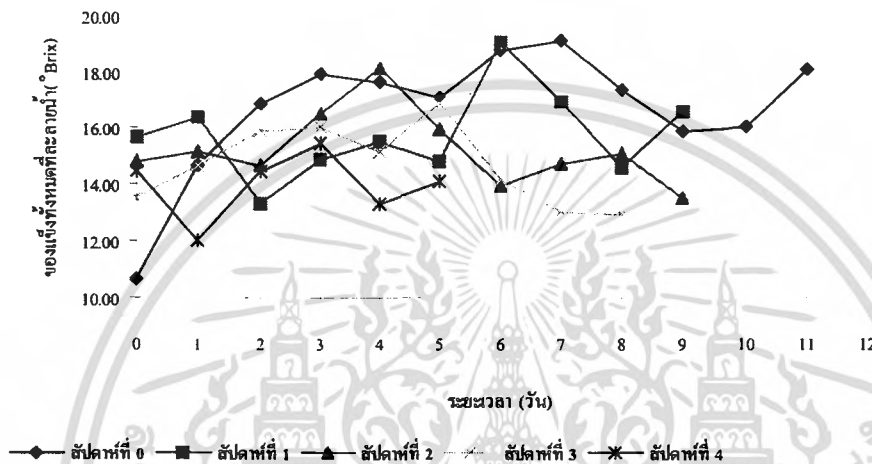
4.3.7.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมด, ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรด เมื่อ นำมะม่วงมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษากรณีการสุกจนกระทั่งเสื่อมสภาพ

- การเปลี่ยนแปลงพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble solid)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำในสัปดาห์ที่ 0 ที่เก็บรักษาไว้สภาวะอุณหภูมิห้อง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำมีค่าสูงที่สุด คือ 19.18 องศาบริกซ์ และจะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุด

ในวันที่ 7 หลังจากนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงจะน้อยลงทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมภายในลดลงจนกระทั่งเสื่อมสภาพ

ภายหลังจากการนำมะม่วงออกจากห้องเย็นแล้ว ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total soluble solid; TSS) จะมีการสุกเร็วขึ้น ดังรูป 4.19



รูปที่ 4.19 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total soluble solid) กับระยะเวลาทำการทดลองจนกระทั่งวันเสื่อมสภาพ

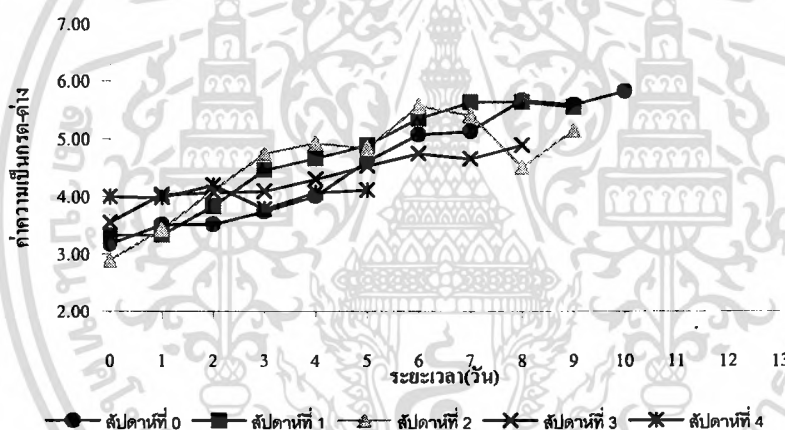
เนื่องจากการนำมะม่วงที่เก็บรักษาอุณหภูมิต่ำมาเก็บรักษาต่อในสภาวะอุณหภูมิห้องพบว่า ในสลปคที่ 1 ภายหลังจากการเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นเวลา 7 วัน พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำจะมีค่าสูงสุดในวันที่ 6 ของชุดทดลอง คือ 19.04 องศาบริกซ์ หลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว และสลปคที่ 2 ภายหลังจากการเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นเวลา 14 วัน พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำจะมีค่าสูงสุดในวันที่ 4 ของชุดทดลอง คือ 18.11 องศาบริกซ์ ซึ่งค่าในสลปคที่ 1 และ 2 จะมีความหวานก่อนการเสื่อมสภาพที่ใกล้เคียงกัน

ในสลปคที่ 3 ภายหลังจากการเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นเวลา 21 วัน พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำจะมีค่าสูงสุดในวันที่ 3 ของชุดทดลอง คือ 15.98 องศาบริกซ์ แต่ในวันที่ 5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าสูงถึง 16.82 องศาบริกซ์ เนื่องจากมะม่วงเข้าระยะเสื่อมสภาพอาจทำให้เกิดค่าที่ผิดพลาดได้ และสลปคที่ 4 ภายหลังจากการเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นเวลา 28 วัน พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำจะมีค่าสูงสุดในวันที่ 3 ของชุดทดลอง คือ 15.41

องศาบริกซ์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นเวลานานขึ้น ความหวานจะต่ำกว่าในสัปดาห์ที่ 0 1 และ 2 อีกทั้งเกิดการเสื่อมสภาพที่เร็ว

- การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ค่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ค่างในสัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4 พบว่าในวันเริ่มต้นของแต่ละสัปดาห์เมื่อเริ่มต้นทำการทดลองความเป็นกรด-ค่างจะมีค่าไม่แตกต่างกันมากแต่จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 3.18 3.33 2.89 และ 3.56 ตามลำดับ แต่เมื่อนำออกมาเก็บไว้ในสภาวะปกติที่อุณหภูมิห้อง มะม่วงนำมาทดลองแต่ละสัปดาห์ พบว่า เมื่อนำออกมาจากห้องเย็น ค่าความเป็นกรด-ค่างจนถึงวันเสื่อมสภาพในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 จะเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 5.82 และ 5.55 รูปที่ 4.20 จากนั้นในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 มะม่วงมีการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ความเป็นกรด-ค่าง จึงเพิ่มขึ้นไม่มากเท่ากับ 5.15 และ 4.89

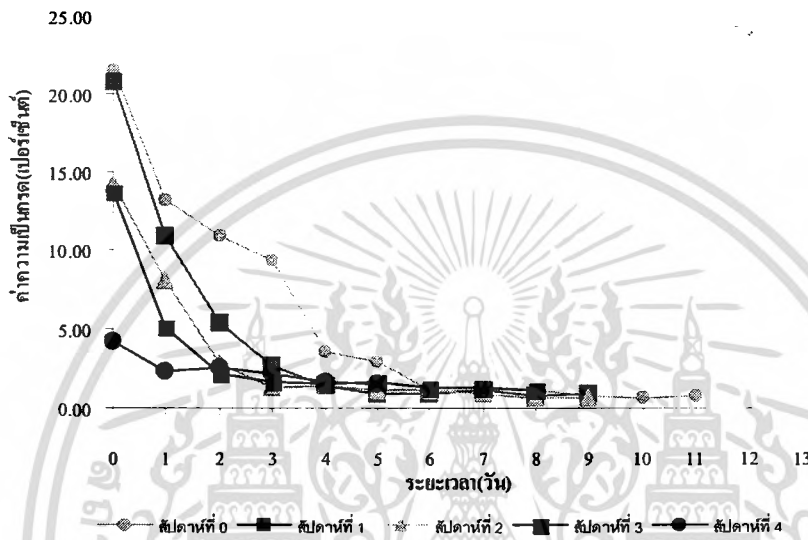


รูปที่ 4.20 ค่าความเป็นกรด-ค่างกับระยะเวลาทำการทดลองจนถึงระยะเสื่อมสภาพ

- ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity; TA)

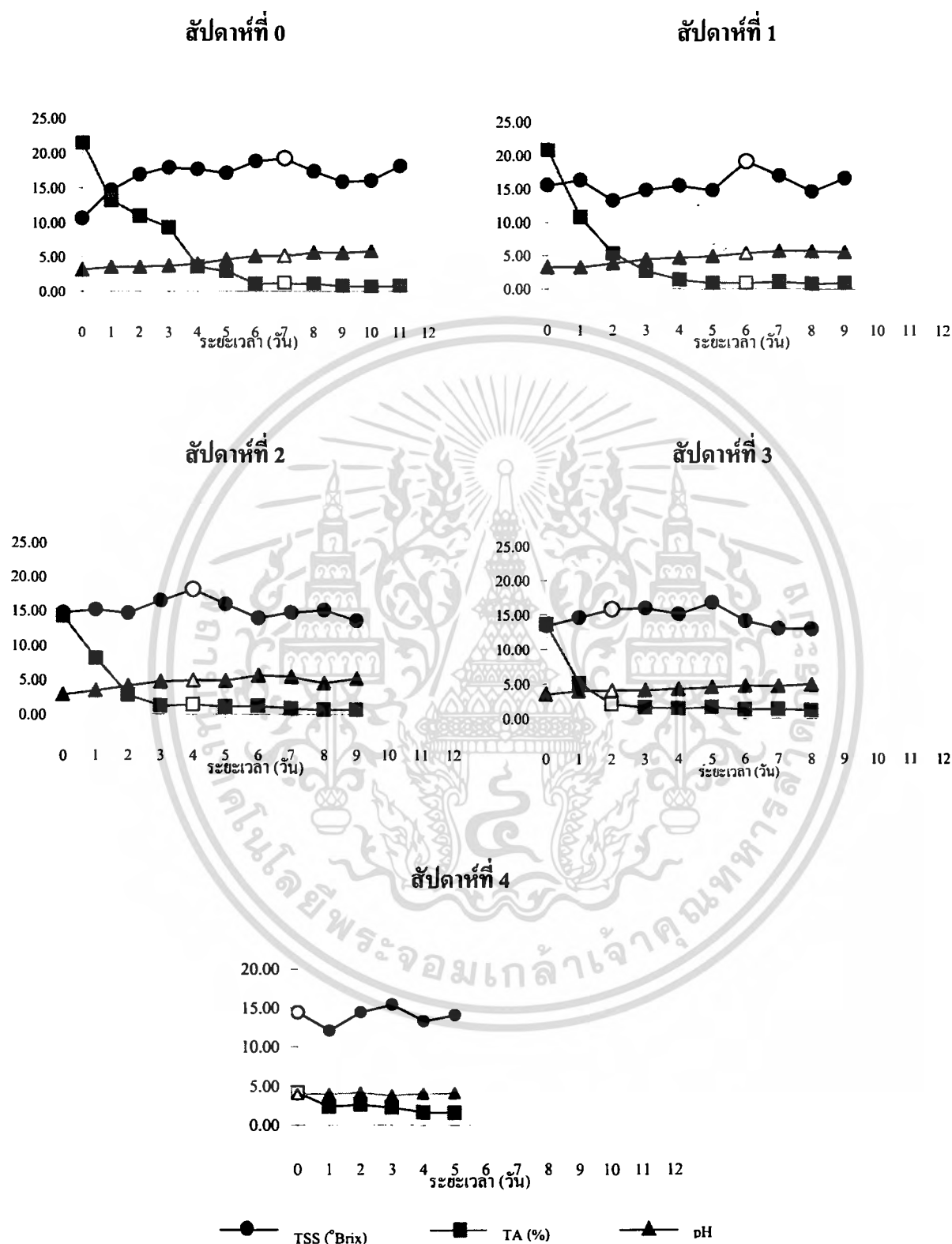
สำหรับมะม่วงในสัปดาห์ที่ 0 ที่เก็บรักษาไว้ในสภาวะอุณหภูมิห้อง จะมีเปอร์เซ็นต์กรดที่ลดลง โดยมีปริมาณกรดเริ่มต้นเท่ากับ 21.49 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจนถึงวันเสื่อมสภาพเท่ากับ 0.79 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากการเก็บรักษาในอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสในวันเริ่มต้นของสัปดาห์ที่ 1 และ 2 พบว่า ปริมาณกรดจะลดลง คือจาก 20.83 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจนถึงวันเสื่อมสภาพเท่ากับ 0.94 เปอร์เซ็นต์ และในสัปดาห์ที่ 2 ปริมาณกรดจะลดลงจาก 14.28 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจนถึงวันเสื่อมสภาพเท่ากับ 0.64 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณกรดจะมีการลดลงอย่างรวดเร็วและในปริมาณมาก แต่ในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ปริมาณกรดจะลดลงในปริมาณน้อย โดยในวันเริ่มต้นของสัปดาห์ที่ 3 และ 4 จะมีปริมาณกรดอยู่

13.68 และ 4.20 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจนถึงวันเสื่อมสภาพเท่ากับ 1.16 และ 1.53 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 การหายใจและเมตาบอลิซึมลดลงจึงเข้าสู่สภาวะการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณกรดลดลงเพียงเล็กน้อยมะม่วงก็เสื่อมสภาพเสื่อม สิ้นสุดทำการทดลอง รูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 ปริมาณกรดกับระยะเวลาทำการทดลองจนถึงระยะเสื่อมสภาพ

ปริมาณ TSS มีความสัมพันธ์กับปริมาณ TA และ pH สามารถบ่งชี้ถึงการสุกของมะม่วงได้ ซึ่งการเก็บรักษามะม่วงในสัปดาห์ที่ 0 ในอุณหภูมิห้องจะมีการสุกเต็มที่ในวันที่ 7 แต่มะม่วงที่เก็บในห้องเย็นอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ในระหว่างการเก็บรักษายังคงมีการสุกไปเรื่อย ๆ และเมื่อนำออกมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่า มะม่วงเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ มีการสุกเต็มที่ในวันที่ 6, 4 และ 2 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า มีแนวโน้มการสุกเร็วขึ้น ส่วนมะม่วงที่เก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ามะม่วงจะมีการสุกไปแล้วในห้องเย็น ซึ่งเมื่อนำออกมาจะมีการเสื่อมสภาพไปแล้ว ดังรูป 4.22



รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ, ค่าความเป็นกรดต่าง และปริมาณ

กรดเมื่อนำมะม่วงมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษากรณีการสุกจนกระทั่งเสื่อมสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของมะม่วงที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

ปริมาณความชื้นของมะม่วงที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเย็นที่ระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์พบว่ามีความชื้นของเส้นกราฟที่ลดลงดังรูปที่ 4.23 โดยมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 82.68, 82.63, 79.04, 83.64 และ 76.43 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งปริมาณความชื้นจะลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษาโดยมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วง โดยปริมาณความชื้นจะลดลงจากสัปดาห์ที่ 0 เพียงเล็กน้อยเนื่องจากที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 94 เปอร์เซ็นต์ทำให้มีการสูญเสียความชื้นต่ำ



รูปที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บในอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

4.3.7.4 ปริมาณความชื้นของมะม่วงที่นำออกมาเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของมะม่วงที่นำออกมาจากห้องเย็นเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการสุก พบว่าระหว่างที่มีการเปลี่ยนแปลงการสุกปริมาณความชื้นของสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 82.50, 82.54, 82.29, 85.71 และ 80.42 เปอร์เซ็นต์ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังตารางที่ 3.1 จะเห็นว่าข้อมูลของแต่ละสัปดาห์มีลักษณะเพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยแต่จะอยู่ในช่วงเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าปริมาณความชื้นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองจะไม่มีเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

เวลา	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
วันที่ 0	82.68	82.63	79.04	83.64	76.43
วันที่ 3	82.42	81.14	83.09	86.68	84.41
วันที่ 6	78.91	85.21	83.26	86.80	
วันที่ 9	86.00	82.60	83.75		

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

4.3.7.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารด้านอื่น ๆ ของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

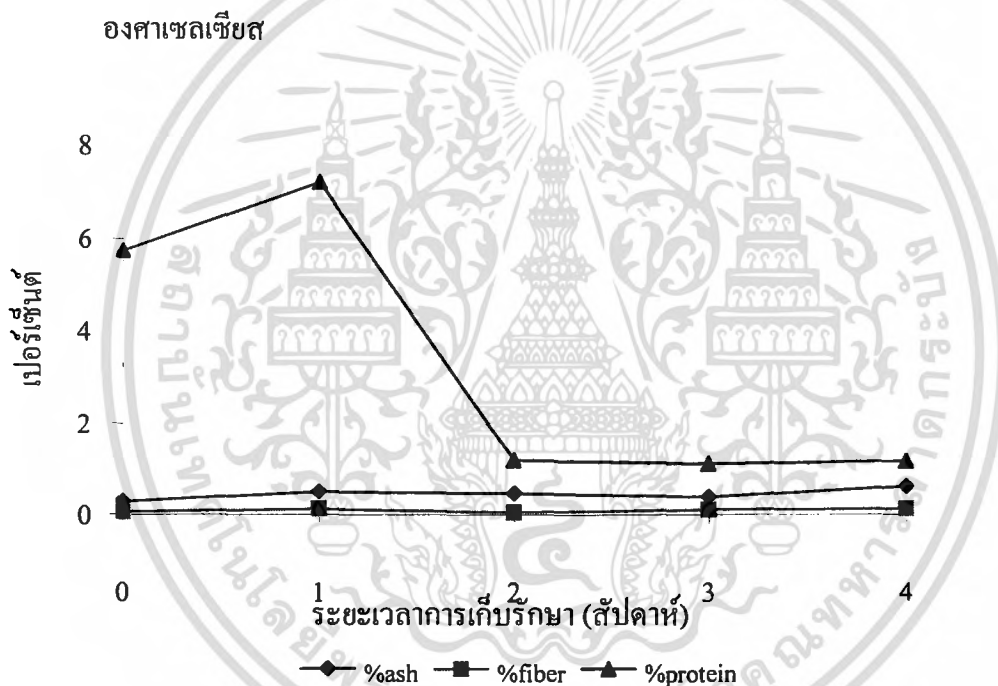
ปริมาณโปรตีน พบว่าที่จากสัปดาห์ที่ 0 ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 1 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และจะมีปริมาณคงที่ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ดังข้อมูลในตารางที่ 4.2 ช่วงที่มีการลดลงปริมาณโปรตีนในสัปดาห์ที่ 2 จะเป็นช่วงก่อนการสุกซึ่งมะม่วงจะมีกิจกรรมภายในมาก เอนไซม์ในมะม่วงซึ่งก็คือโปรตีนจะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลจนปริมาณแป้งลดลงมีผลให้ปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นจนถึงจุดที่มีกิจกรรมสูงสุด เอนไซม์ไปทำปฏิกิริยาจับกับแป้งและสารตัวอื่นจึงทำให้ปริมาณโปรตีนลดลงซึ่งสังเกตได้จากเส้นกราฟแสดงปริมาณโปรตีน ดังรูปที่ 4.24

ปริมาณเยื่อใยของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณเยื่อใยในแต่ละสัปดาห์มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณเพียงเล็กน้อยดังตารางที่ 4.2

ปริมาณเถ้า มีปริมาณคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส โดยในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 มีปริมาณดังแสดงในตารางที่ 4.2 เนื่องจากเถ้าเป็นส่วนของสารประกอบอินทรีย์ที่เหลืออยู่หลังจากนำเอาสารประกอบอินทรีย์ออกและไม่ได้ถูกใช้ไปในระหว่างกระบวนการสุกของมะม่วง ดังนั้นเถ้าซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีปริมาณคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา

เวลา	% เถ้า	% เยื่อใย	% โปรตีน
สัปดาห์ที่ 0	0.28	0.06	5.74
สัปดาห์ที่ 1	0.50	0.12	7.20
สัปดาห์ที่ 2	0.47	0.05	1.18
สัปดาห์ที่ 3	0.39	0.11	1.10
สัปดาห์ที่ 4	0.62	0.12	1.16

ตารางที่ 4.2 ปริมาณสารอาหารของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13



รูปที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ

13 องศาเซลเซียส

4.3.7.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนของมะม่วงที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

ปริมาณโปรตีนในช่วงสัปดาห์ที่ 0 เมื่อเทียบกับสัปดาห์ที่ 1 พบว่ามีปริมาณเริ่มต้นน้อยกว่า แต่หลังจากผ่านไป 7 วัน ทั้งสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 1 มีปริมาณลดลงมาอยู่ในช่วงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เคียงกันดังตารางที่ 4.3 พบว่าชุดการทดลองของสัปดาห์ที่ 1 ก่อนที่จะมีการลดลงของปริมาณโปรตีนอาจมีการเพิ่มขึ้นมาก่อนในช่วงที่ทำการเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นซึ่งสังเกตได้จากค่าแรกที่ทำการทดลองของสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 1 จากรูปที่ 4.24

ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 พบไม่พบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนโดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1.18 และ 1.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้เกิดขึ้นแล้วในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส โดยจะมีค่าคงที่มาอยู่ในช่วงเดียวกับค่าในวันที่ 3 ของสัปดาห์ที่ 1 ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉลี่ยของปริมาณโปรตีนในทุกสัปดาห์ แสดงว่าอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสสามารถช่วยยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาและชะลอการเปลี่ยนแปลงการสุกของมะม่วงเอาไว้ได้ แต่เมื่อนำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจะมีการเสื่อมเสียรวดเร็วกว่ามะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องตั้งแต่แรก ในสัปดาห์ที่ 4 มีการผิดพลาดจากการทดลองจึงไม่สามารถนำค่าที่ได้มาใช้ในการสังเกตแนวโน้ม

เวลา	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3
วันที่ 0	5.78	7.20	1.18	1.10
วันที่ 2		1.00		
วันที่ 4		0.92		
วันที่ 6		0.74		
วันที่ 7	1.20		0.84	0.88
วันที่ 8		1.37		

ตารางที่ 4.3 ปริมาณโปรตีนของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

4.3.7.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อใยของมะม่วงที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

เมื่อนำมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองออกจากห้องเย็นมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องพบว่า ปริมาณเชื้อใยของทุกสัปดาห์มีแนวโน้มที่ลดลงโดยสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ดังข้อมูลในตารางที่ 4.4 ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 การวิเคราะห์โปรตีนของค่าที่ 2 และ 3 มีความผิดพลาดเนื่องจากการทดลองจึงไม่สามารถนำค่าที่ได้มาใช้ในการสังเกตแนวโน้มได้

เวลา	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
วันที่ 0	0.06	0.12	0.05	0.11	0.12
วันที่ 3	0.21	0.20	-	0.20	0.20
วันที่ 6	0.15	0.08	-	0.14	
วันที่ 9	0.14	0.13	0.10		

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อใยของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

4.3.7.8 ปริมาณเถ้าของมะม่วงที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ

มะม่วงที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้นในปริมาณเพียงเล็กน้อย และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ในช่วงเดียวกันคือมีปริมาณที่ค่อนข้างคงที่ ดังข้อมูลตารางที่ 4.5 ดังนั้นผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาและกระบวนการเปลี่ยนแปลงในช่วงที่มีการสุกจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเถ้าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

เวลา	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
วันที่ 0	0.28	0.50	0.47	0.39	0.62
วันที่ 3	0.43	0.37	0.67	0.39	0.43
วันที่ 6	0.30	0.40	0.60	0.42	
วันที่ 9	0.44	0.52	0.47		

ตารางที่ 4.5 ปริมาณเก่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาในกรณีการสุกและเสื่อมสภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

มะม่วงเป็นผลผลิตพืชสวนที่มีแหล่งกำเนิดในเขตร้อน ซึ่งอ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาว (chilling injury) มากเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำ พืชที่อ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาวจะไวต่อต่ออุณหภูมิต่ำตลอดทุกระยะการเจริญเติบโต อาการมักจะเกิดรุนแรงเมื่อนำออกมาสู่อุณหภูมิที่สูงกว่า จากการศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่าเมื่อนำมะม่วงไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส จะเริ่มพบอาการสะท้านหนาวตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไปโดยมีสีของเนื้อและเปลือกเปลี่ยนไป เนื้อจะเปลี่ยนจากสีปกติเป็นสีน้ำตาล การเปลี่ยนสีลักษณะนี้อาจจะเป็นเพราะกิจกรรมของเอนไซม์ Polyphenol oxidase ที่ออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในเซลล์ สีที่เปลือกจะเปลี่ยนไปในทางที่คล้ำลงกว่าเดิม และเมื่อนำมะม่วงออกมาจากห้องเย็นเพื่อทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงการสุกพบว่ามะม่วงที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสจะมีอัตราการเสื่อมสภาพที่เร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาในห้องเย็น โดยตัวอย่างมะม่วงของชุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 0, สัปดาห์ที่ 1, สัปดาห์ที่ 2, สัปดาห์ที่ 3, สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 5 สามารถทำการศึกษาได้ในระยะเวลา 12, 10, 10, 9, และ 6 วัน โดยชุดการทดลองของสัปดาห์ที่ 5 ไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้เนื่องจากได้มีการเสื่อมสภาพไปตั้งแต่เก็บอยู่ในห้องเย็น

การเก็บรักษาในห้องเย็นสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงสดให้นานขึ้นโดยอุณหภูมิต่ำจะช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีในผลผลิตให้เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ แต่เมื่อนำออกจากห้องเย็นเพื่อศึกษาถึงการสุกของมะม่วง โดยดูจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS), ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรด (TA) คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลา ส่วนปริมาณกรดมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการสุก พบว่าตลอดการทดลองระยะเวลาของการสุกมีแนวโน้มในการสุกและการเสื่อมสภาพจะเร็วขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาในห้องเย็น จากระยะเวลาการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0, 1, 2 และ 3 เวลาของการสุกในวันที่ 7, 6, 4 และ 2 วัน ตามลำดับ โดยในสัปดาห์ที่ 4 เข้าสู่ระยะการสุกแล้วตั้งแต่วินาทีในห้องเย็น และเมื่อดูค่าสีมีแนวโน้มค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) จะลดลงตามระยะเวลา ส่วนลักษณะของความแน่นเนื้อของมะม่วงในขั้นตอนกระบวนการสุก มีแนวโน้มลดลงจาก 7.59 นิวตัน ถึง 3.27 นิวตัน เช่นกัน

องค์ประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยโปรตีนมีค่าอยู่ในช่วง 3.81 ถึง 0.81 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 0.52 ถึง 0.38 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นอยู่ในช่วง 85.23 ถึง 81.41 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น การเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงเหมาะสมต่อการเก็บรักษามะม่วง จะสามารถช่วยให้ผลผลิตสดมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะช่วยลดขบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ แต่จะพบปัญหาในการเกิดอาการสะท้านหนาว การสุกที่ผิดปกติ และอายุการเก็บรักษาที่สั้นลงเมื่อนำออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่า จากการศึกษาดังกล่าวระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสจึงอยู่ในช่วงที่ไม่เกิน 2 สัปดาห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

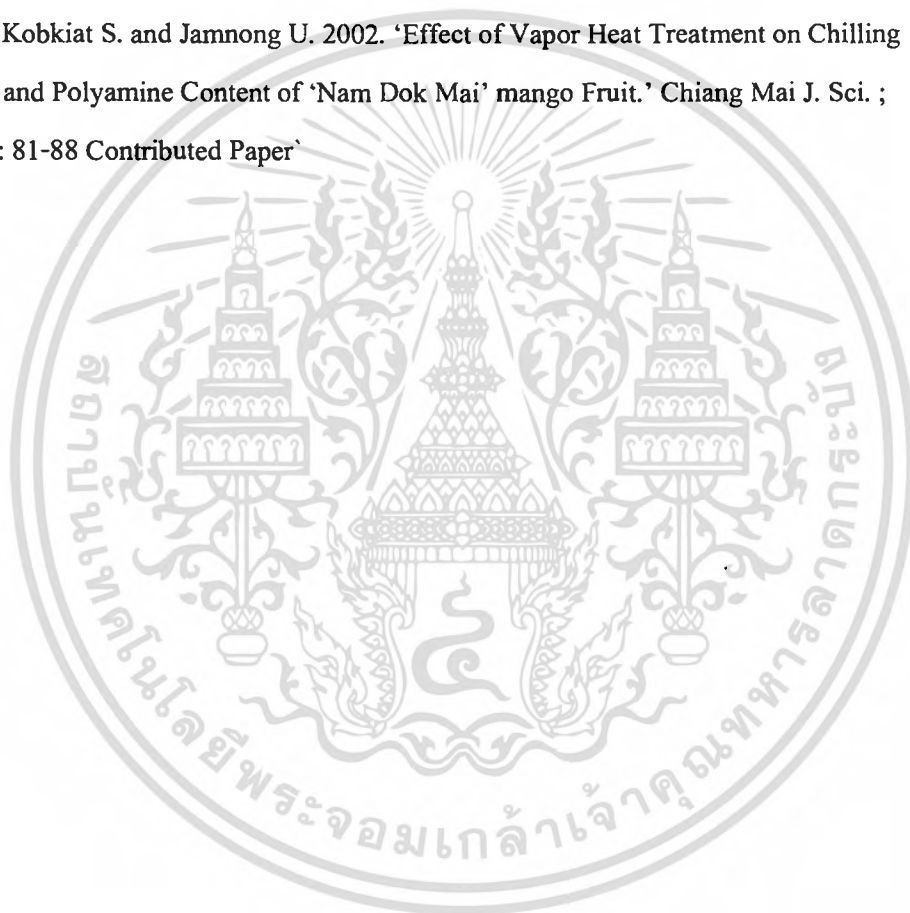
- “การเผยแพร่การส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้.” 2544. การเผยแพร่-ส่งเสริมการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.mfa.go.th/web/224.php?id=1895>
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2541 “สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตและผลไม้.” พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- จิรา ณ หนองคาย. 2531. “เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ผลไม้ และดอกไม้.” ห้างหุ้นส่วนจำกัด สำนักพิมพ์ แมส พับลิชชิ่ง. 173-174น.
- คนัย บุญเกียรติ. 2540. “สรีรวิทยาหลังเก็บเกี่ยวของพืชสวน.” คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 106-201น.
- เต็ม สมิตินันท์. 2525. “สกุลไม้มะม่วง *Mangifera* Linn.,” ในชมรมผู้พัฒนามะม่วงแห่งประเทศไทย. รวมเรื่องการสัมมนาแนวทางการผลิตมะม่วงเพื่อส่งต่างประเทศ. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองธรรม. 1-14 น.
- ทองดี ณ บ้านดอน. 2535. “ตามไปดูมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง.” วารสารเคหการเกษตร. 16:57-61
- ประพัฒน์ บุญประพันธ์ . 2533. มะม่วงเพื่อการส่งออก. กรุงเทพฯ : ชมรมไม้ผลแห่งประเทศไทย.
- วสันต์ ชาวส์สมภพ. 2532. “การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการภาพของมะม่วงระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ.” ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิจิตร วังใน. 2529. มะม่วง กรุงเทพฯ : ศรีสมบัติการพิมพ์. 301 น.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2540. พจนานุกรมไม้ดอกไม้ประดับในเมืองไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ สุริยบรรณ. 981 น.
- วุฒิชัย นาครักษา,รศ.ดร และบุพร พิชฌามุท,ดร. คู่มือปฏิบัติการเคมีอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สายชล เกตุยา. 2533. “การทำสวนมะม่วง.” นครปฐม : โครงการคู่มือประกอบอาชีพสำหรับประชาชน ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 229น.
- สายชล เกตุยา และสุนทร โปทา. 2535. “คุณภาพของผลมะม่วงสุก และการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวอายุต่างกัน.” วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย์). 26 :12-19 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chaplin G.R., Cole S.P., Landrigan M., Nuevo P.A., Lam P.F. and Graham D.2000. "Chilling injury and storage of mango (MANGIFERA INDICA L.) fruit held under low temperature.[Online].Available:<http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFact/Fruit/mango.shtml>

Gonzalez-Aguilar G., Buta J.G. and Wang C.Y. 2000. "Reduction of low temperature injury and Enhancement of color development in 'KENT' mangos with methyl jasmonate."[Online].Available:<http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFact/Fruit/mango.shtml>

Kanda W., Kobkiat S. and Jamnong U. 2002. 'Effect of Vapor Heat Treatment on Chilling Injury and Polyamine Content of 'Nam Dok Mai' mango Fruit.' Chiang Mai J. Sci. ; 29(2) : 81-88 Contributed Paper`



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมี

1. คำจำกัดความของสารเคมี

สารเคมี (chemicals หรือ reagents) หมายถึงสารประกอบอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ มีส่วนประกอบทางเคมี และมีน้ำหนักโมเลกุลที่แน่นอน ความบริสุทธิ์แตกต่างกันไปแล้วแต่ลักษณะของสารนำไปใช้

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย

หน่วยความเข้มข้น

Molarity (M) เป็นหน่วยความเข้มข้นที่แสดงถึงจำนวนกรัม โมเลกุล หรือจำนวน โมเลกุลของตัวถูกละลาย(solute) ที่ละลายอยู่ในสารละลาย (solution) หนึ่งลิตรหรือเขียนเป็น

$$\text{Molarity} = \frac{\text{จำนวนกรัม โมเลกุลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลายเป็นลิตร}}$$

$$= \frac{\text{จำนวน โมเลกุลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลายเป็นลิตร}}$$

Formality (F) เป็นหน่วยความเข้มข้นที่แสดงถึงจำนวนกรัมสูตรหรือ จำนวน โมเลกุลของตัวถูกละลาย ในสารละลายหนึ่งลิตรหรือเขียนเป็น

$$\text{Formality} = \frac{\text{จำนวนกรัมสูตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลายเป็นลิตร}}$$

$$= \frac{\text{จำนวน โมเลกุลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลายเป็นลิตร}}$$

จำนวนกรัมสูตร หรือจำนวน โมเลกุลของสาร

$$= \frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัมของสาร}}{\text{น้ำหนักสูตรของสาร}}$$

$$\text{น้ำหนักสูตรของสาร}$$

(3) Normality (N) เป็นหน่วยความเข้มข้นที่แสดงถึงจำนวนกรัมสมมูล (gmequivalent weight)

หรือจำนวน โมลของตัวที่ถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลายหนึ่งลิตร

$$\begin{aligned} \text{Normality} &= \frac{\text{จำนวนกรัมสมมูลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลายเป็นลิตร}} \\ &= \frac{\text{จำนวนโมลของตัวที่ถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลายเป็นลิตร}} \end{aligned}$$

3. ปริมาณโปรตีน

สารเคมีที่จำเป็น

กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc.H₂SO₄93-98 %) reagent grade

กรดบอริก(Boric acid)2% เตรียมจากละลายผลึกกรอบอริก 10 กรัม ในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือด และทิ้งไว้ให้เย็น ปริมาตร 500 มล. เก็บสารละลายไว้ในขวดจุกแก้ว

กรดไฮโดรคลอริก 0.01N

โซเดียมไฮดรอกไซด์ 30% เตรียมจากละลายเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 150 กรัมในน้ำกลั่น 350 มล.

Catalyst

ซิลิเนียมไดออกไซด์ (SeO₂) 2.5 กรัม

โปตัสเซียมซัลเฟต(K₂SO₄) 100 กรัม

คอปเปอร์ซัลเฟต(CuSO₄.5H₂O) 20 กรัม

ผสม Catalyst ทั้งสามเข้าด้วยกัน

Mixed indicater

- เตรียม 0.1% Bromocresol green ใน 95% แอลกอฮอล์ และ 0.1% Methyl red ใน 95% แอลกอฮอล์

- ผสม 10 มล. Bromocresol green กับ 2 มล. Methyl red ในขวดหยด สารละลายดังกล่าว 4 หยดมี ปริมาตร 0.05 มล.

4. สารเชื้อโ

สารเคมีที่จำเป็น

1) 0.255 N กรดซัลฟูริก

เตรียมจากเจือจางกรดกำมะถันเข้มข้น 98.1% จำนวน 6.93 มล. ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร

1 ลิตร ถ้าใช้กรดซัลฟูริก 96% ใช้กรด 7.09 มล. เจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

2) 0.313 N โซเดียมไฮดรอกไซด์

เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์เกล็ด 1.25 กรัม ละลายน้ำจนได้ปริมาตร 100 มล.

ข้อแนะนำ ใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการต้มใหม่ๆ และทำให้เย็นก่อนใช้ และควรแน่ใจว่า สารละลาย (1) และ (2) มีความถูกต้อง

- 3) Sintered glass crucible ที่ผ่านการล้างด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5% ตามด้วยการล้างด้วยน้ำร้อนก่อนล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก (1:3) ล้างด้วยน้ำร้อนก่อนอีกครั้งก่อนทำให้แห้ง และเผาที่อุณหภูมิ 600-700 °ซ นาน 2 ชม ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็นแล้ว และเก็บใน desiccator
- 4) สารละลาย โพตัสเซียมซัลเฟต 10%
เตรียมจากละลาย K_2SO_4 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล.
- 5) เอทิลแอลกอฮอล์ 95%
- 6) ฝ้ายกรองลินินชนิดละเอียด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข การวัดสี

CIE L* a*b* (CIELAB)

เนื่องจากการระบุสีเป็นตัวเลข 2 ระบบ คือ ระบบที่ระบุตัวเลขด้วยค่า CIE Tristimulus Values (X Y และ Z) และ CIE Chromaticity (x y และ Y) และพบข้อเสีย จำเป็นต้องมีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง CIE Chromaticity Coordinates System ไปเป็นระบบใหม่หรือสมการใหม่ที่บอกค่าความแตกต่างของค่าสีได้อย่างสม่ำเสมอ (Uniform Chromaticity System ,UCS) ซึ่งก็ได้ทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาย จนกระทั่งปัจจุบันสมการที่ใช้ในการระบุสีเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางก็คือ CIELAB1976 ซึ่งมีลักษณะของ color space

โดย L* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)

$$L = 0 = \text{perfect black sample}$$

$$L = 100 = \text{perfect white sample}$$

a* ใช้กำหนดสีแดง หรือสีเขียว

a เป็น + วัตถุที่มีสีแดง

a เป็น - วัตถุที่มีสีเขียว

b* ใช้กำหนดสีเหลือง หรือสีน้ำเงิน

b เป็น + วัตถุที่มีสีเหลือง

b เป็น - วัตถุที่มีสีน้ำเงิน

$$\text{ซึ่ง } L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$$

โดยที่ X_n , Y_n , Z_n คือค่า Tristimulus Values ของ Reference white ภายใต้ Illuminant หนึ่ง เช่น D65 ($Y_n = 100$ เสมอ ส่วน X/X_n , Y/Y_n และ Z/Z_n จะมีค่ามากกว่า 0.01)

นอกจากนี้ในระบบ CIELAB ยังคงมีการปรับปรุงต่อไป โดยการเชื่อมค่า 'a' และ 'b' เข้ากับ 'hue' และ 'chroma' โดยกำหนด color term อีก 2 ตัวคือ hue angle (h^*) และ chroma (C^*)

hue angle เป็นตัวเลขที่ระบุว่ามีตำแหน่งอยู่ที่ในกราฟ มีหน่วยเป็นองศา

$$\text{โดย } h^* = \tan^{-1} \left[\frac{b^*}{a^*} \right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

ถ้า	h^*	=	0°	แสดงว่าเป็น	สีแดง
	h^*	=	90°	แสดงว่าเป็น	สีเหลือง
	h^*	=	180°	แสดงว่าเป็น	สีเขียว
	h^*	=	270°	แสดงว่าเป็น	สีน้ำเงิน

ส่วน chroma จะได้จากความยาวของเส้นตรงจากจุดกำเนิดที่ $a^* = b^* = 0$ ไปยังตำแหน่งของตัวอย่าง C^* จะใช้บอกค่าความสดใสของสีที่ค่าความสว่างหนึ่งๆ

โดยทั่วไป ในการระบุสีในระบบ CIELAB นั้น มักจะระบุ ด้วยค่า L^* , C^* และ h^* มากกว่า L^* , a^* และ b^* เนื่องจากจะทำให้เข้าใจและทราบลักษณะของสีได้ใกล้เคียงกับที่ตามนุษย์มองเห็นสี



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการคำนวณ

1) การคำนวณทางเคมี

1.1 ปริมาณกรด

ตำแหน่ง	ปริมาณ NaOH ที่ใช้ไทเตรท (ml.)			เฉลี่ย	เฉลี่ยทั้งหมด	%ความเป็น กรด
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
หัว	11.30	12.20	12.10	11.87		
กลาง	13.70	13.70	13.80	13.73	13.02	21.49
ท้าย	13.50	13.40	13.50	13.47		

$$\begin{aligned}
 \% \text{ TA} &= \frac{\text{ปริมาณเฉลี่ยของ NaOH ที่ใช้ไทเตรท(มล.)} \times 0.1 \text{ N} \times 33 \times 100}{1000 \times \text{ปริมาณตัวอย่าง(มล.)}} \\
 &= \frac{16 \times 0.1 \times 33 \times 100}{1000 \times 5} \\
 &= 21.49
 \end{aligned}$$

1.2 ปริมาณโปรตีน

ว/ด/ป	รหัส	ครั้งที่	ปริมาณ 0.01N HCl(ml.)	% ไนโตรเจน	%โปรตีน
14/1/47	B411	Blank	0.60		
		1	12.60		
		2	14.30		
		3	14.50		
		เฉลี่ย	13.80	0.18	1.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \% \text{ ไนโตรเจน} &= \frac{N \text{ HCl} \times (V_1 - V_2) \times 14 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times 1000} \\ &= \frac{0.01 \times (13.80 - 0.60) \times 14 \times 100}{1000} \\ &= 0.18 \end{aligned}$$

โปรตีนประกอบด้วยไนโตรเจน 16 % ($100/16 = 6.25$)

$$\begin{aligned} \% \text{ โปรตีน} &= \% \text{ ไนโตรเจน} \times 6.25 \\ &= 0.18 \times 6.25 \\ &= 1.16 \end{aligned}$$

V_1 = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

V_2 = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ไตเตรท blank

1.3 ปริมาณความชื้น

ครั้งที่	น.น.ก่อนเผา		น.น.หลังเผา		% ความชื้น	เฉลี่ย
	Can	ตัวอย่าง	Can+	ตัวอย่าง		
1	16.5121	3.0092	17.0487	0.5366	82.1680	82.6819
2	16.8461	3.0122	17.3605	0.5144	82.9228	
3	15.8638	3.0484	16.3834	0.5196	82.9550	

$$\begin{aligned} \text{คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น} &= \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100 \\ &= \frac{3.0092 - 0.5366}{3.0092} \times 100 \\ &= 82.1680 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ปริมาณเชื้อใย

ครั้งที่	น.น.ก่อนเผา			น.น.หลังอบ		%fiber	เฉลี่ย
	Crusible	กระดาษกรอง	ตัวอย่าง	Crusible+กระดาษกรอง+fiber	fiber		
1	27.6573	1.3196	25.17	30.9840	2.0071	7.9742	5.6702
2	32.6301	1.3251	25.04	34.7981	0.8429	3.3662	

$$\begin{aligned}
 \text{คำนวณเปอร์เซ็นต์ crude fiber} &= \frac{\text{น้ำหนัก crude fiber} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \\
 &= \frac{2.0071 \times 100}{25.17} \\
 &= 7.9742
 \end{aligned}$$

2) การคำนวณทางกายภาพ

2.1 การวัดค่าสี

ตำแหน่ง	L*	a*	b*	C	H°
หัว	72.04	-11.75	40.39	42.06	106.22
กลาง	72.10	-10.81	39.51	40.97	105.31
ท้าย	65.01	-13.80	37.58	40.03	110.17
เฉลี่ย	69.71	-12.12	39.16	41.02	107.23

หาค่า Hue และ Croma โดย $a^* = -12.12$ และ $b^* = 39.16$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad \text{Hue} &= \text{ATAN}[b^* / a^*] \\
 &= \text{ATAN} [39.16 / -12.12] \pi + 180 \\
 &= 107.23
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{Crama} &= \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \\ &= \sqrt{(-12.12)^2 - 39.16^2} \\ &= 45.47 \end{aligned}$$

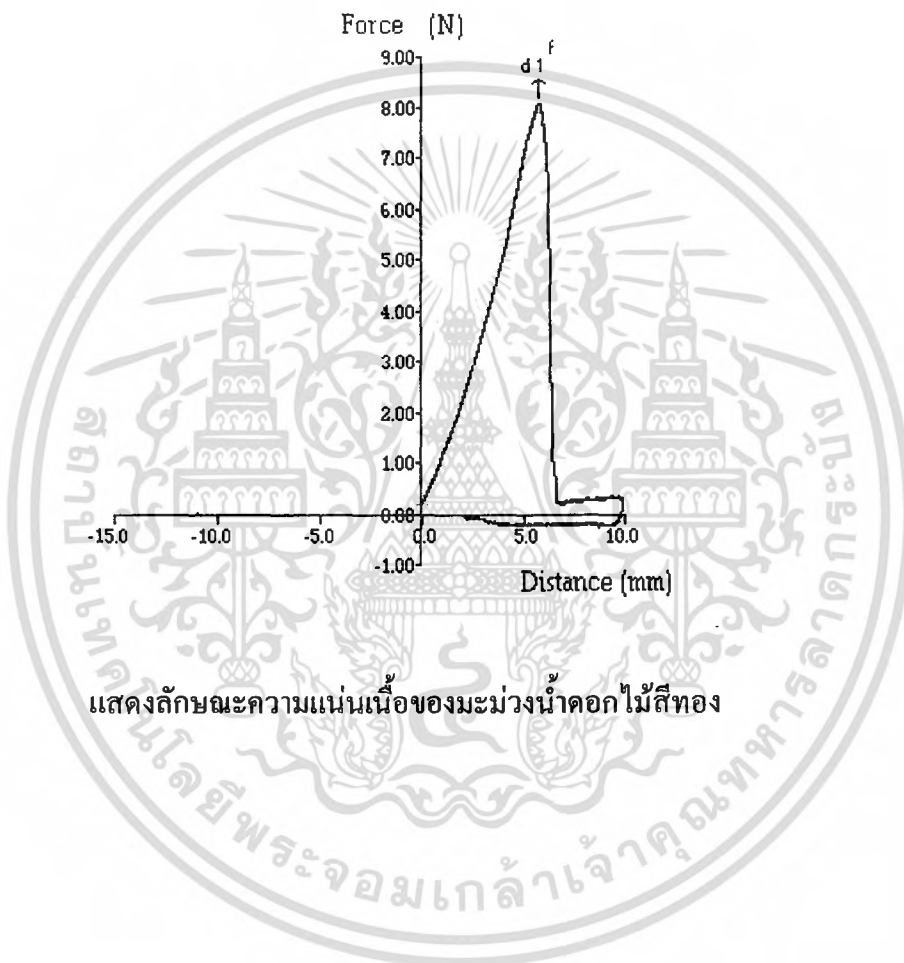


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

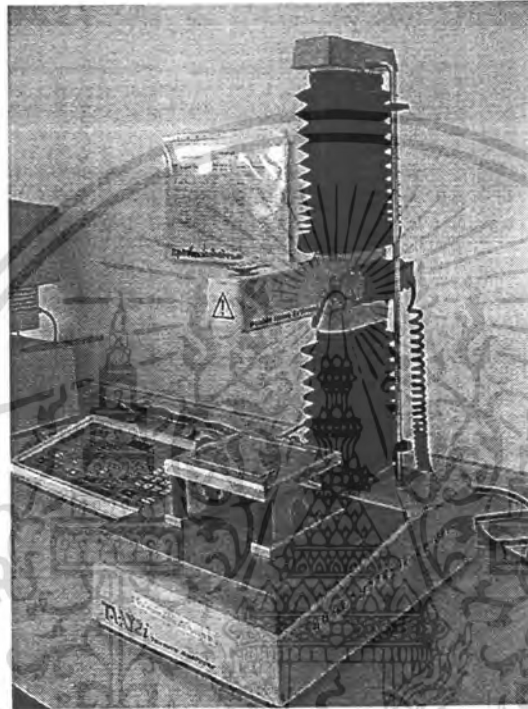
ผลจากการวัดโดยใช้เครื่อง Texture analyzer

การวัดลักษณะความแน่นเนื้อของมะม่วงโดยใช้ Texture analyzer โดยกราฟแสดง
ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะทาง



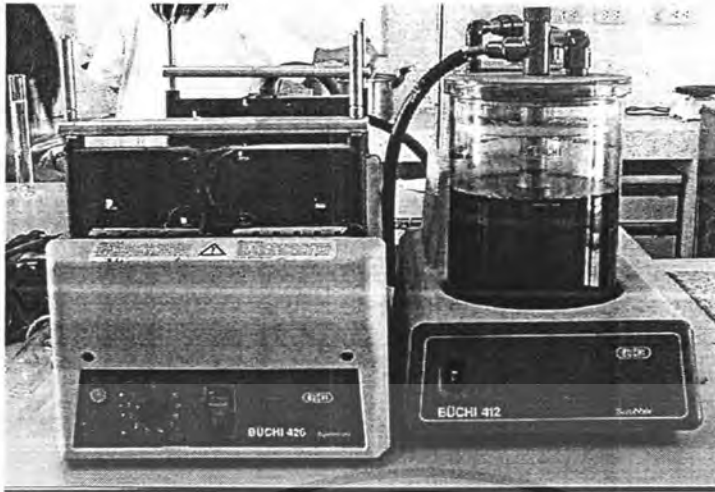
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
เครื่องมือการทดลอง

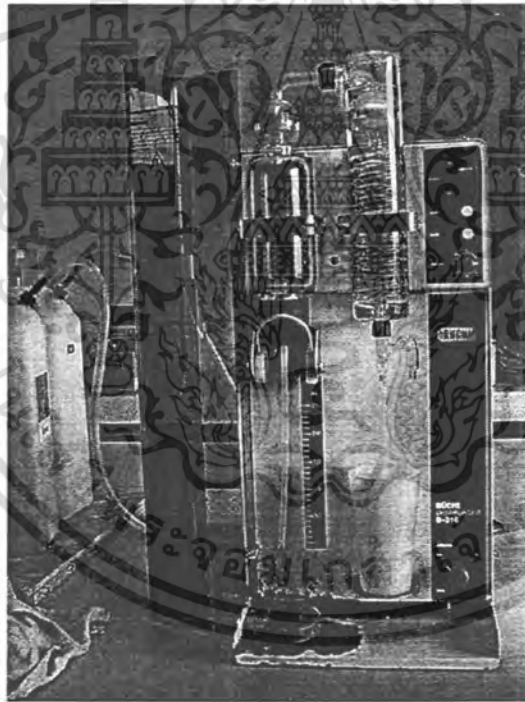


เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

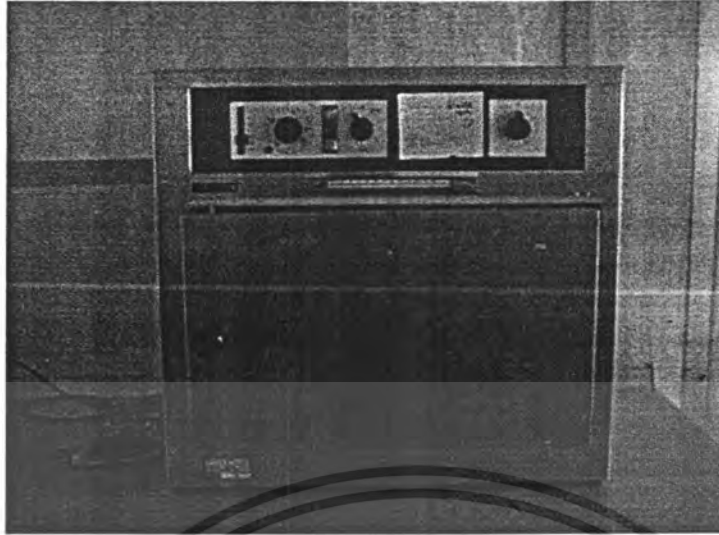


เครื่องย่อยโปรตีนรุ่น BUCHI 421

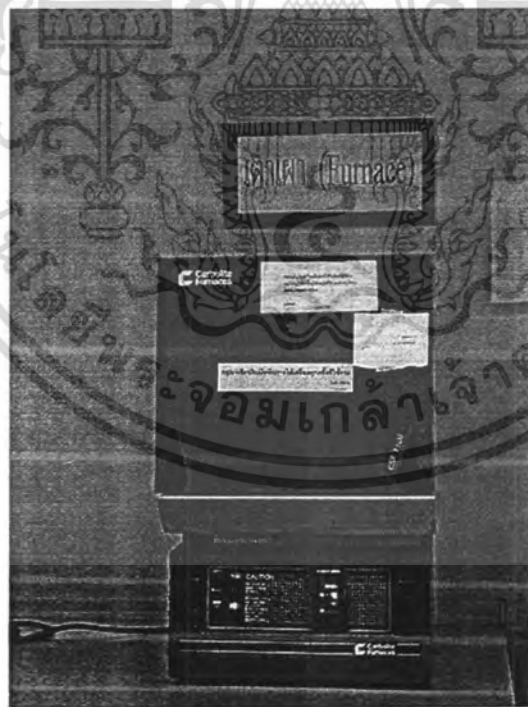


เครื่องสกัดโปรตีนรุ่น BUCHI 421

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

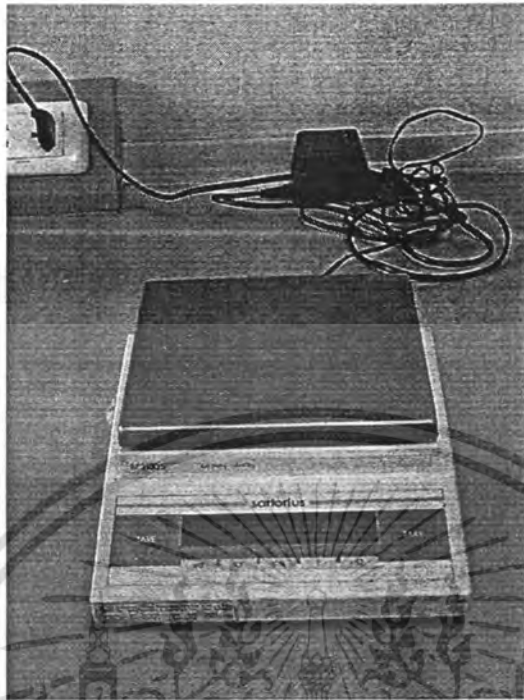


ตู้อบ(hot air oven)



เตาเผา (Furnace)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

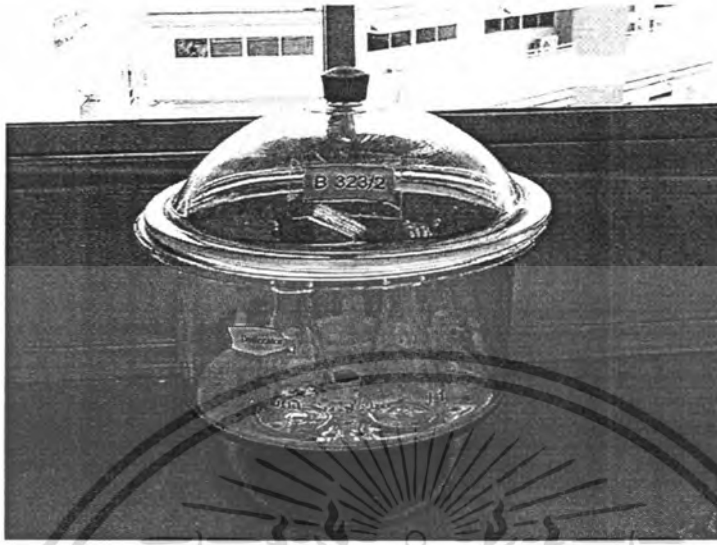


เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง



เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เคซิเคเตอร์ (desiccator)



เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
ผลการตรวจสอบทางสถิติ

ผลการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความชื้นทางสถิติ

Oneway

ANOVA

MOISTURE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	114.833	4	28.708	1.530	.209
Within Groups	900.924	48	18.769		
Total	1015.757	52			



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาว นิชชีมา บุญศิริ เกิดเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2524 ที่โรงพยาบาลอุดรดิตถ์ ปัจจุบันอยู่ที่ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำเร็จการศึกษาที่ในระดับชั้นมัธยมศึกษา จากโรงเรียนอุดรดิตถ์ ครุณี ปีการศึกษา 2539 และมีมัธยมปลาย จากโรงเรียนอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ ปีการศึกษา 2542 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) ที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวปติกาญจน์ ไชยรักษ์ เกิดเมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2524 ที่โรงพยาบาลศิริราช ปัจจุบันอยู่ที่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สำเร็จการศึกษาที่ในระดับชั้นมัธยมศึกษา และมีมัธยมปลาย จากโรงเรียนโพธิสารพิทยากร กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2542 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) ที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวอรคา จาตุรนต์ลักษณ์ เกิดเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2525 ที่โรงพยาบาลรามธิบดี ปัจจุบันอยู่ที่ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี สำเร็จการศึกษาที่ในระดับชั้นมัธยมศึกษา จากโรงเรียนชลประทานวิทยา นนทบุรี ปีการศึกษา 2539 และมีมัธยมปลาย จากโรงเรียนสวนกุหลาบนนทบุรี นนทบุรี ปีการศึกษา 2542 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) ที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้