

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสด

Study of storage fresh lemons

โดย

นางสาวอัญชลี พรหมฤทธิ์

ร/พ.  
๑ ๖๒๕ก  
เลขหม.....๒๖๕๓  
เลขทะเบียน.....40291  
วัน, เดือน, ปี.....1 1 ก.ย. 2544

b. ๑๑๑๐๓๖๘  
i.....

ปัญหาพิเศษเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง การศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสด  
Study of storage fresh lemons  
ชื่อ - สกุล นางสาวอัญชดี พรหมฤทธิ์  
สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร  
คณะ วิศวกรรมอุตสาหการ  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สิทธิพงษ์ วงศ์ภูมิ

### บทคัดย่อ

มะนาวเป็นไม้ผลที่ให้คุณค่าและความสำคัญต่างจากผลไม้อื่น ๆ ที่ใช้บริโภคเพราะมะนาวมีคุณสมบัติในด้านรสชาติและกลิ่นเฉพาะตัวแต่เนื่องจากในช่วงหน้าแล้ง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ จนถึงเดือนเมษายนเป็นช่วงที่มะนาวขาดตลาด จึงทำให้ราคาของมะนาวในหน้าแล้ง มีราคาสูงขึ้นจากเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการทดลองการเก็บรักษาผลมะนาวด้วยการเคลือบผิวด้วย วานหางจระเข้ที่ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ เพคตินที่ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ แป้งมัน 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับมะนาวที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิว ซึ่งน้ำหนัก, วัต pH, วัตปริมาณของแข็งทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์กรดนำตัวอย่างมะนาวทั้งสิบตัวอย่างใส่ถุงพลาสติก PE ที่มีการเจาะรูเอาไว้อย่างสม่ำเสมอ เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากการทดสอบผู้บริโภคให้การยอมรับมะนาวที่ทำการเคลือบผิวด้วยวานหางจระเข้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ เพราะเป็นการประหยัดและลดต้นทุนในการผลิต ยังเป็นการใช้สมุนไพรให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

## กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จล่วงลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอาจารย์สิทธิพงษ์ วงศ์ภูมิ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำต่าง ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาดต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบคุณท่านอาจารย์ในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้คำปรึกษาต่าง ๆ ท่านอาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์ ที่ให้การช่วยเหลือในการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองรวมถึงอุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ เจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตรที่อำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อน ๆ ที่ช่วยเหลือในการทดลองครั้งนี้ทุกท่าน ผู้ที่ทำการทดสอบการเก็บรักษาผลมะนาวทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์บิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกท่าน

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้กับ บิดา มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนด้านเงินทุนและกำลังใจ รวมถึงครูอาจารย์ผู้ประสาวิชา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

อัญชลี พรหมฤทธิ์

ธันวาคม 2543

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ .....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
บทที่	
1 บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ระยะเวลาดำเนินการ.....	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ถิ่นกำเนิดของมะนาว.....	3
2.2 การเจริญเติบโตของมะนาว.....	3
2.3 ลักษณะทั่วไปของมะนาว.....	3
2.4 คุณค่าทางอาหารของมะนาว.....	4
2.5 พันธุ์มะนาว.....	4
2.6 ประโยชน์ของมะนาว.....	6
2.7 การเก็บเกี่ยวผลมะนาว.....	7
2.8 การเก็บรักษามะนาว.....	7
2.9 สารเคลือบผิวตามธรรมชาติ.....	9
2.10 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของว่านหางจระเข้.....	9
2.11 นิเวศวิทยาและการกระจายพันธุ์.....	10
2.12 องค์ประกอบที่มีอยู่ในว่านหางจระเข้.....	10
2.13 ประโยชน์จากว่านหางจระเข้.....	10

## สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
2.14 ข้อควรระวัง.....	11
2.15 โครงสร้างของเพคติน.....	11
2.16 คุณสมบัติของเพคติน.....	11
2.17 แหล่งที่พบสารเพคติน.....	12
2.18 การสกัดเพคตินจากพืช.....	12
2.19 ชนิดของเพคตินที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร.....	13
2.20 ความเป็นมาของการผลิตแป้งมันสำปะหลัง.....	13
2.21 กรรมวิธีการผลิตแป้งมันสำปะหลัง.....	14
2.22 ประเภทการใช้ประโยชน์.....	15
3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	16
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	16
3.2 วิธีการ.....	17
3.3 สถานที่ทำการวิจัย.....	18
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	18
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	19
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	28
บรรณานุกรม.....	30
ภาคผนวก.....	33

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ทางด้านสี ( ลักษณะปรากฏ ).....	19
2 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกลิ่น.....	21
3 ผลการวิเคราะห์ทางด้านคุณภาพโดยรวม.....	22
4 ผลการวิเคราะห์ทางด้าน pH.....	24
5 ผลการวิเคราะห์ทางด้าน Total Soluble Solid.....	25
6 ผลการวิเคราะห์ทางด้าน % acidity.....	26
ก การคำนวณหาค่า Analysis of variance ชนิด CRD การยอมรับของผู้ทดสอบด้านสีสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาผลมะนาวสด.....	37
ข การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน.....	38
ค การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี.....	40
ง การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี สัปดาห์ที่ 1.....	43
จ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี สัปดาห์ที่ 2.....	44
ฉ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี สัปดาห์ที่ 3.....	44
ช การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี สัปดาห์ที่ 4.....	45
ฌ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี สัปดาห์ที่ 5.....	45
ฎ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 1.....	46
ฏ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 2.....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง ( ต่อ )

ตารางที่	หน้า
ฐ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 3.....	47
ณ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 4.....	47
ด การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 5.....	47
ต การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการทดสอบการยอมรับ โดยรวม สัปดาห์ที่ 1.....	48
ถ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการทดสอบการยอมรับ โดยรวม สัปดาห์ที่ 2.....	48
ท การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการทดสอบการยอมรับ โดยรวม สัปดาห์ที่ 3.....	49
น การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการทดสอบการยอมรับ โดยรวม สัปดาห์ที่ 4.....	49
บ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการทดสอบการยอมรับ โดยรวม สัปดาห์ที่ 5.....	49
ป การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้าน pH.....	50
ผ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบทาง Total Soluble Solid.....	50
พ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบทาง % acidity.....	51

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในช่วงหน้าแล้ง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนเมษายนจะเป็นช่วงที่มะนาวในท้องตลาดมีราคาแพงมาก ทั้งนี้เพราะมีมะนาวออกมาน้อยนั่นเอง ซึ่งในปัจจุบันแม้จะมีการบังคับให้มะนาวออกดอกนอกฤดู แต่ผลที่ได้รับยังคงไม่แน่นอนนัก ทำให้ราคาของมะนาวในหน้าแล้งก็ยังคงแพงอยู่ ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้ศึกษาวิธีการเก็บรักษามะนาวเพื่อเอาไว้ใช้นานๆ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งตามปกติแล้วมะนาวที่มีผิวเขียว จะเก็บเอาไว้ได้เพียง 2 สัปดาห์ ในสภาพอุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นจะเกิดการเน่า ดังนั้นในการเก็บรักษาจะต้องเก็บไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง เพื่อลดอัตราการหายใจของผลมะนาวคือ อุณหภูมิระหว่าง 10 – 16 องศาเซลเซียสถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้จะทำให้ผิวมะนาวแห้ง ผิวเป็นสีน้ำตาล แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายผลมะนาวและเน่าเสียเร็วขึ้น (ภูวนาท นนทรี, 2532 : 7)

ผักและผลไม้บางชนิดจะมีไขธรรมชาติ เคลือบอยู่ที่ผิวนอกและบางส่วนจะหายไปเมื่อนำไปล้างน้ำ ทำให้ต้องเคลือบผิวใหม่เพื่อลดการคายน้ำ ลดการหายใจ และป้องกันการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ต่างๆ การเคลือบผิวนอกของผลิตผลบางชนิดด้วยไข (food – grade wax) มักจะใช้กับผลไม้ หรือผักที่เป็นผลหรือราก เพื่อลดการคายน้ำออกทางผิว และช่วยปรับปรุงลักษณะปรากฏของผลิตผลให้ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคด้วย และเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น

วิธีการเคลือบไขอาจใช้วิธีการจุ่ม (dipping) ฉีดพ่นฝอย (spraying) แปรงปิดผิว (brushing) หรือวิธี foaming ก็ได้ วิธี foaming จะใช้ได้ผลดีเพราะมีไขเคลือบอยู่ที่ผิวบาง วิธีการฉีดพ่นฝอยอาจมีการสูญเสียไขมาก ต้องใช้ภาชนะรองรับ วิธีการจุ่มจะทำให้มีไขเคลือบอยู่ที่ผิวหนากว่าวิธีอื่น ส่วนวิธีใช้แปรงปิดผิวมีประสิทธิภาพดี แต่ต้องระวังไม่ให้แปรงปิดแรงเกินไป เพราะอาจจะทำให้ผิวผลไม้เสียหายได้

โดยทั่วไป ในไขที่ใช้เคลือบผิวจะมีสารเคมีฆ่าเชื้อรา (fungicide) หรือเชื้อแบคทีเรีย (bactericide) เติมลงไปด้วยเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ ไขที่ใช้เคลือบผิวผลิตผลจะอยู่ในรูปของ water – wax emulsion และชนิดของไขเป็นพวก sugarcane wax, carnauba wax, thermoplastic terpene resin, shellac และ resin เป็นต้น สำหรับ emulsifier ที่ใช้

ได้แก่ ไตรเอธานอลามีน (triethanolamine) และกรดโอเลอิก (oleic acid) (คณัช บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนานนท์, 2535 : 86)

อาหารที่เราใช้บริโภคในปัจจุบันนี้ ทุกวันได้มีการเติมสารเคมี หรือสารกันบูด เช่น โซเดียมเบนโซเอต ไดโซเดียมกัวโนเลต ซึ่งถ้าร่างกายได้รับในปริมาณมากๆ จะก่อให้เกิดมะเร็ง ซึ่งอาจถึงตายได้ ดังนั้นในการนำวัตถุดิบของธรรมชาติซึ่งมีคุณสมบัติในการเคลือบผิว จะช่วยทำให้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดี และช่วยชะลอการเน่าเสียของอาหาร (สุนทรีย์ สหบุตรา, 2525 : 192)

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาวัตถุดิบเคลือบผิวที่เหมาะสมในการเก็บรักษามะนาวสด

1.2.2 เพื่อศึกษาระยะเวลาและวัตถุดิบเคลือบผิวที่ใช้ในการเก็บรักษามะนาวไว้ให้ได้ยาวนานที่สุด

## 1.3 ขอบเขตของปัญหา

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบ 15 คน ทางด้านสี, กลิ่น, คุณภาพโดยรวม ศักยภาพประกอบทางกายภาพ, เคมี ของผลมะนาว แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางด้านสถิติและสรุปผลต่อไป

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถเก็บมะนาวไว้ได้นานและลดปัญหามะนาวมีราคาแพงในช่วงหน้าแล้ง

1.4.2 ทราบวิธีการเก็บรักษามะนาวที่เหมาะสม

## 1.5 ระยะเวลาดำเนินการ

ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2543

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ถิ่นกำเนิดของมะนาว

มะนาวเป็นพืชพื้นเมืองของอินเดีย มีถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะอินดีสตะวันออกหรือทางภาคเหนือของอินเดีย แล้วได้กระจายพันธุ์เข้าสู่แผ่นดินใหญ่ของทวีปเอเชีย (สุนทรีย์ สหบุตรา, 2525 : 7) จากแหล่งกำเนิด มะนาวได้กระจายพันธุ์ไปยังส่วนต่างๆ ของโลกในแถบร้อนและกึ่งร้อนอย่างกว้างขวาง (สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531 : 5)

#### 2.2 การเจริญเติบโตของมะนาว

มะนาวเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก แผ่กิ่งก้านสาขากว้าง การแตกออกของกิ่งค่อนข้างไม่เป็นระเบียบ ลักษณะทรงต้นสูงประมาณ 5 เมตร มีช่วงการแตกใบอ่อนหลายครั้งและเกือบทุกครั้งที่มีการแตกใบอ่อนมักจะมีดอกออกตามมา (สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531 : 6)

#### 2.3 ลักษณะทั่วไปของมะนาว

ลำต้น ลำต้นมีลักษณะงอ เปลือกสีเทาปนน้ำตาลกิ่งอ่อน เมื่อแก่สีจะค่อยๆ เข้มขึ้นบนลำต้นจะมีหนาม ส่วนใหญ่จะเกิดที่บริเวณซอกใบ เป็นสีเขียวเข้มจนถึงสีเขียวอมเหลืองหนามมีลักษณะแข็ง อ้วน แหลม และสั้น (สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531 : 6)

ใบ มีแผ่นใบอันเดิย สีเขียวอ่อน รูปร่างค่อนข้างยาวหรือรูปไข่ ปลายใบมีรูปร่างแหลมขอบใบมีหยัก แผ่นใบกว้างประมาณ 3-6 เซนติเมตร และยาว 6-12 เซนติเมตร ใบมีกลิ่นแรงเมื่อขยี้ก้านใบมีขนาดสั้น ใบอ่อนสีเขียวอมแดง

ดอก ดอกเกิดขึ้นบริเวณซอก อาจจะเป็นดอกเดี่ยวหรือช่อ ดอกที่ตูมจะมีขนาดความยาว 1-2 เซนติเมตร มีสีแดงเจืออยู่ด้วย กลีบเลี้ยงมีสีเหลืองอ่อน กลีบดอกสีขาว (สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531 : 6) ด้านท้องมีสีม่วงปนเกสรตัวผู้ที่มีจำนวนมากมายถึง 20 - 40 อัน เชื่อมติดกันเป็นกลุ่มๆ ละ 4-8 อัน เกสรตัวเมียมีรังไข่รูปร่างเกือบทรงกระบอก หรือทรงถึงเบียร์ ก้านเกสรตัวเมียจะหลุดร่วงเองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล รูปร่างยาวหรือรูปไข่ ที่ปลายมีลักษณะเป็นปุ่มเล็ก ๆ ผลมีขนาดความยาวประมาณ 8 - 12 เซนติเมตร ผิวเมื่อสุกจะออกสีเหลืองหรือสีทอง มีต่อมน้ำมันที่ผิวเปลือกเห็นได้ชัด ผิวเปลือกมีลักษณะขรุขระ ใน 1 ผลจะมี 8-10 กลีบ เนื้อสีเหลือง อ่อน รสเปรี้ยว กลิ่นหอม (สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531:6)

เมล็ด ขนาดเล็ก รูปร่างคล้ายรูปไข่ ด้านปลายหัวท้ายจะแหลม มีเนื้อเยื่อที่สะสมอาหาร ภายในเป็นสีขาว เมล็ดหนึ่งหากนำไปเพาะสามารถให้ต้นกล้าหลายต้น

## 2.4 คุณค่าทางอาหารของมะนาว

มะนาวขนาดกลาง 1 ผล มีน้ำหนัก 60 กรัม จะมีคุณค่าทางอาหารดังต่อไปนี้

น้ำ	89.37	%
กาก	0.65	%
โปรตีน	0.82	%
ไขมัน	0.89	%
คาร์โบไฮเดรต	7.84	%
แคลเซียม	0.033	%
ฟอสฟอรัส	0.024	%
เหล็ก	0.0006	%
โปแตสเซียม	0.183	%

## 2.5 พันธุ์มะนาว

ประเทศไทย มีการเพาะปลูกมะนาวเป็นพืชเศรษฐกิจอยู่หลายพันธุ์ ได้แก่

2.5.1 มะนาวหนัง ลักษณะต้นเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็กสูงประมาณ 2 - 5 เมตร แตกกิ่งสาขาไม่เป็นระเบียบ กิ่งอ่อนเป็นเหลี่ยมสีเขียวจาง เมื่อโตขึ้นจะกลมและสีเขียวเข้มขึ้น ตามกิ่งมีหนามทั้งหนามสั้นและยาว หนามแข็งและแหลม โคนหนามสีเขียว ปลายหนามสีน้ำตาล เมื่อกิ่งแก่หนามจะแห้งและตายไป

ใบ ใบอ่อนสีเขียวจางเกือบเป็นสีขาว เมื่อโตขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม ผิวด้านบนละเอียดเป็นมัน ปลายใบค่อนข้างป้าน ใบมักมีร่องลึกสลับกับร่องตื้น มีแผ่นใบกว้างประมาณ 4 เซนติเมตร

ดอก ดอกตูมเมื่อตอนยังเล็กอยู่จะมีสีเขียว เมื่อดอกตูมโตขึ้น กลีบในมีสีขาวชัดเจน ความกว้างของดอกเมื่อดอกบานจะมีความกว้างประมาณ 2-3 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล ผลอ่อนลักษณะกลมยาวหัวท้าย เมื่อโตขึ้นจะค่อย ๆ สั้นเข้าหัวท้ายจะมนเข้า ผิวเรียบ และมีเปลือกหนา

2.5.2 มะนาวไข่ ลักษณะต้นเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็กสูงประมาณ 2 - 5 เมตร มีขนาดและลักษณะคล้ายกับมะนาวหนัง ( สมศักดิ์ วรรณศิริ , 2531 : 10 )

ใบ ใบมะนาวไข่จะมีลักษณะคล้ายกับมะนาวหนัง แผ่นใบกว้างประมาณ 2.5 - 3 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4 - 5 เซนติเมตร

ดอก ลักษณะดอกโดยทั่วไปจะมีลักษณะคล้ายมะนาวหนัง ความกว้างของดอกเมื่อบานจะกว้างประมาณ 1.8 - 2.5 เซนติเมตร

ผล เป็นมะนาวที่มีผลโตเต็มที่แล้วมีขนาดใหญ่กว่ามะนาวหนังแต่ขณะที่ผลยังเล็กจะมีรูปทรงหัวแหลมท้ายแหลมคล้ายไข่ ( ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ , 2538 : 4 )

2.5.3 มะนาวหวาน ลักษณะต้นเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็กสูงประมาณ 2 - 5 เมตร ไม้ค่อมมีหนาม จะมีข้างเป็นหนามอ่อนๆ และสั้นไม่แหลมคม

ใบ ใบอ่อนมีสีเขียวจางเกือบเป็นสีขาว มีสีม่วงปนอยู่เล็กน้อย โตขึ้นใบสีเขียวจัดหรือสีเขียวคล้ำ ใบค่อนข้างยาว ปลายใบมน ฐานใบมน แผ่นใบกว้างประมาณ 3.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 6.5 เซนติเมตร

ดอก ความกว้างของดอกบานเต็มที่ที่มีความกว้างประมาณ 2 - 3 เซนติเมตร

ผล ผลเล็กตรงกลางป่องหัวท้ายเรียวแหลมขิง โตขึ้นจะสั้นเข้าทุกที่ เมื่อโตเต็มที่หัวและก้นจะแบน

2.5.4 มะนาวโมพี ลักษณะต้นเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก สูงประมาณ 1 - 2 เมตร กิ่งอ่อนเป็นเหลี่ยม ๆ สีเขียวจาง มีสีม่วงจาง ๆ ปนเล็กน้อย โคนกิ่งมีหนามยาว ปลายกิ่งมักจะมีหนามสั้น

ใบ ใบอ่อนเป็นสีม่วง เมื่อเจริญเต็มที่จะมีสีเขียว ฐานใบใหญ่คล้ายรูปหัวใจคว่ำ ขนาดของแผ่นใบกว้างประมาณ 4 เซนติเมตร ยาวประมาณ 6.5 เซนติเมตร

ดอก ดอกตูมเล็ก ๆ กลีบนอกตามขอบและกลีบในมีสีชมพูม่วง ขนาดความกว้างของดอกเมื่อบานจะกว้างประมาณ 2.5 เซนติเมตร

ผล ลักษณะของผลจะกลมโต แต่ส่วนก้นจะกลมแบน มีเปลือกหนาแข็ง ผิวของผลเรียบไม่มีปุ่ม ( สมศักดิ์ วรรณศิริ , 2531 : 11 )

2.5.5 มะนาวทะวาย เป็นมะนาวที่มีผลปานกลาง ผลมีเปลือกบาง

2.5.6 มะนาวปิ้ง ลักษณะผลกลมยาว ผลโตกว่ามะนาวหนังก้นแหลมคล้ายไข่แต่เปลือกหนา มีกลิ่นหอม ( ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ , 2538 : 5 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 ประโยชน์ของมะนาว

### 2.6.1 ยาประจำบ้าน

2.6.1.1 ทำเป็นยาแก้ไอประจำบ้าน น้ำมะนาวสามารถทำเป็นยาแก้ไอประจำบ้าน โดยผสมน้ำมะนาว น้ำผึ้งหรือน้ำเชื่อม และเกลือ ใช้จิบแก้ไอช่วยให้ชุ่มคอ

2.6.1.2 แก้ก้างติดคอ เมื่อกินปลาแล้วเกิดก้างติดคอ ให้หั่นมะนาวเป็นชิ้นอมไว้ ค่อย ๆ กลืนมะนาวทำอย่างนี้ไปสัก 2-3 ชิ้น หรือจนกว่าก้างจะอ่อนตัวและ หลุดออก หรือถ้าต้องการให้รสชาติอร่อยด้วย จะใช้น้ำมะนาว 1 ถ้วย ผสมเกลือและน้ำตาลเล็กน้อยคั้นแล้วอม ค่อย ๆ กลืนมะนาวผ่านคอ ก้างจะอ่อนตัว และหลุดออก

2.6.1.3 ทำน้ำยาบ้วนปาก ผสมน้ำมะนาวสัก 2-3 หยดกับน้ำครึ่งแก้ว เป็น น้ำยาบ้วนปากได้เป็นอย่างดี ทำให้ปากสะอาด

2.6.1.4 แก้ปวดศีรษะ เอามะนาวมาผ่าเป็นซีก ๆ แล้วเอาปูนที่กินกับหมากทะเลลง ด้านหน้าของซีกมะนาวนั้นบาง ๆ แล้วปิดที่ตรงขมับ ทำประมาณ 2 อาทิตย์ อาการปวดศีรษะจะค่อย ๆ หายขึ้น

2.6.1.5 แก้เมาเหล้า เมายา คั้นน้ำมะนาวหรืออมกับเกลือ สำหรับคนเมาเหล้าหรือ วิงเวียน

2.6.1.6 บำรุงผิว เอาเปลือกมะนาวที่บีบเอาน้ำออกมาแล้วนำมาทาหรือทาบริเวณ ข้อศอก คาง เข่า ฝ่าเท้า สันเท้า ช่วยให้ส่วนเหล่านั้นนุ่มนวลได้อย่างดี

2.6.1.7 แก้พิษ แก้ปวดแสบปวดร้อน เมื่อถูกไฟไหม้หรือน้ำร้อนลวก ให้รีบผ่า มะนาวประกบ โปะตรงบริเวณที่เป็นแผล จะช่วยดับพิษปวดแสบปวดร้อนได้เป็น อย่างดี ยิ่งถ้าเป็นมะนาวที่แช่ไว้ในตู้เย็นจะเห็นผลเร็วขึ้น

### 2.6.2 ประโยชน์อื่น ๆ

2.6.2.1 แก้ไขผื่นเหลือง เมื่อเรารีดผ้า ถ้าเตารีดร้อนจัดแล้วรีดบนลงบนผ้าขาว ผ้าจะเหลืองได้ ให้แก้ไขด้วยการเอาน้ำมะนาวทาที่เตารีดก่อนจะรีดผ้า ผ้าขาวจะไม่ เหลือง

2.6.2.2 ซักผ้าให้ขาว ผ้าที่ใช้มานาน ๆ คราบสกปรกจะฝังลึกยากแก่การซัก เราจึงมัก นำไปต้ม ให้ผ้ามะนาวใส่ลงไปด้วย 2-3 ชิ้นขณะต้ม จะช่วยให้ผ้าขาวขึ้น

2.6.2.3 ขจัดคราบเลือด บางครั้งเสื้อผ้าหรือผ้าขาวเกิดการเปื้อนเลือด ซักออก ยาก ให้ใช้น้ำมะนาวผสมเกลือป่น ถูบริเวณที่เปื้อนเลือด แล้วซักออกด้วยน้ำเย็น ธรรมดา

2.6.2.4 ขจัดยางหัวปลี เวลาทำอาหารประเภทหัวปลี มีดจะคำเป็นสี่เหลี่ยมเพราะ ดิดยางหัวปลี ล้างออกยาก ให้ใช้มะนาวผ่าซีก ถูตามใบมีด ยางจะหลุดออก มีดจะสะอาดขึ้น แล้วจึงล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง

2.6.2.5 ชักเครื่องเงิน เปลือกมะนาวนำมาขัดเช็ดถู ภาชนะทองเหลือง ทองแดง มาก จะทำให้ใหม่สุกใสเงางาม

2.6.2.6 ขจัดคราบเล็บมือ เมื่อปอกผลไม้ที่มียาง ยางมักจะติดตามซอกเล็บทำให้ แลดูสกปรก ให้ใช้มะนาวที่บีบน้ำออกหมดแล้วขัดถูบริเวณที่เป็น จะทำให้ ยางดำ ๆ หลุดออก เล็บมือจะขาว (สุนทรีย สหบุตรา, 2525 : 120)

## 2.7 การเก็บเกี่ยวผลมะนาว

การเก็บผลมะนาวควรเก็บในขณะที่ยังห้ามอยู่ ด้านขั้วของผลเริ่มมีสีเหลืองเล็กน้อย ผิวเปลือกจะเรียบ บางใส มีสีเขียวอ่อนกว่าผลที่ยังไม่แก่ เมื่อบีบดูจะค่อนข้างนิ่มมือ แต่ไม่ควร ปลดปล่อยให้ผลแก่เกินไป เพราะมะนาวที่ได้จะมีเปลือกบางมากทำให้เกิดการชอกช้ำเสียหายใน ระหว่างขนส่งได้ (วิเศษ อัครวิทยากุล, 2537 : 61)

การเก็บผลมะนาว ถ้าเป็นต้นเตี้ยหรือยังไม่สูงนักก็เก็บโดยใช้มือปลิดเอา แต่ถ้าต้นมะนาว โดหรือสูงชัน การเก็บด้วยมือกระทำไม่ได้ไม่สะดวก จึงนิยมใช้มีดผูกติดกับด้ามไม้รวกยาว ๆ คล้องและกระตุกผลมะนาวลงมา ซึ่งทำให้การเก็บผลมะนาวเป็นไปอย่างรวดเร็วและสะดวกขึ้น (สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531 : 30)

การปลูกมะนาวในที่ลุ่มที่มีน้ำเพียงพอ มักจะให้ผลเกือบตลอดปีคือ เมื่อผลเริ่มแก่ก็จะผลิต ทอยออกมาเป็นรุ่นที่ 2 และเรื่อย ๆ ไป แต่การปลูกในที่ดอนซึ่งขาดน้ำ และถ้าหากการดูแล ปฏิบัติรักษาไม่ดีเพียงพอ ปลดปล่อยให้ต้นมะนาวต้องต่อสู้ธรรมชาติเองแล้ว มะนาวที่เริ่มให้ผลเมื่อ อายุ 3 ปีเต็ม หรือเรียกว่า 3 ฝน มะนาวต้นหนึ่ง ๆ จะให้ผลตั้งแต่ 150 – 200 ผลขึ้นไป (กองบรรณาธิการกลุ่มบัณฑิตเกษตรอาสา, 2529 : 55) เมื่ออายุได้ 6 – 7 ปีขึ้นไปถ้าต้นสมบูรณ์ดี มีกิ่งก้านสาขาใหญ่โต อาจให้ผลถึง 800 – 1000 ผล ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นฤดูแล้ง มะนาวจะให้ผลน้อย แต่ราคาสูงมาก (สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531 : 30)

## 2.8 การเก็บรักษามะนาว

ปกติมะนาวที่ยังเขียวสามารถเก็บไว้ได้นาน 2 สัปดาห์ ในอุณหภูมิห้องธรรมดา แล้วจะ เริ่มเน่า ทั้งนี้เพราะตามธรรมชาติเซลล์ของมะนาวยังมีชีวิต จึงมีการหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปและ คายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา (วิเศษ อัครวิทยากุล, 2537 : 62) การหายใจทำให้เกิดความร้อน

ที่มีผลต่อการเก็บมะนาว ถ้าหายใจเร็วมะนาวจะเสียเร็ว ขึ้น การจับมะนาวแรงๆ ก็เป็นการเร่งการหายใจของมะนาว ทำให้ผลเหี่ยวและเกิดการเน่า เพราะเชื้อราตามผิวของมะนาว ( สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531 : 62 )

การจะเก็บมะนาวเริ่มต้นด้วยการคัดมะนาว เลือกเอาผลแก่พอเหมาะลักษณะดี สดสีเขียวจัด ไม่มีสีเหลืองปน ไม่ช้ำเป็นรอยเน่า ควรเลือกเก็บผลที่มีขั้วติดอยู่เพราะเชื้อราจะเข้าไปทำลายผลทางบาดแผลนี้ แม้จะมีรอยขีดขีดเล็กน้อยก็ต้องตัดทิ้ง ( กองบรรณาธิการกลุ่มบัณฑิตเกษตรอาสา, 2529 : 56 )

นำมะนาวมาทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างฆ่าเชื้อรา อาจใช้น้ำยาคลอโรกซ์ (Chlorox) 1 ส่วนต่อน้ำ 15 ส่วน แช่มะนาวไว้ 5 นาที แล้วล้างขึ้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงแล้วเลือกเก็บด้วยวิธีต่าง ๆ ต่อไปนี้ ในแต่ละวิธีจะมีระยะเวลาการเก็บต่างกัน

2.8.1 การบรรจุโทมหกทราย นำทรายมาทำความสะอาดโดยการล้างหลาย ๆ ครั้งจนน้ำที่ล้างใสเกลี้ยงทรายบนภาชนะแบน ๆ นำไปตากแดดจัด ๆ 3 แดด ตวงทราย 20 ถ้วยต่อน้ำดื่มหรือน้ำกลั่นแล้ว 5 ถ้วย เพื่อให้มีความชื้นพอเหมาะ เรียงมะนาวที่เตรียมไว้ในไหหรือจะเป็นอ่างดินก็ได้ ให้ผลมะนาวห่างกันประมาณครึ่งเซนติเมตรหรือประมาณ 1 ใน 4 ขององคุลีเอาทรายสะอาดที่เตรียมไว้กลับสลับกันไปเป็นชั้น ๆ ปิดปากอ่างด้วยกระดาษแข็งเจาะรูกันสัตว์ไปคีย์เขี่ยหมั่นพรมด้วยน้ำสะอาด วิธีนี้จะเก็บมะนาวได้นาน 1 เดือน ( วิเศษ อัครวิทยากุล, 2531 : 63 )

2.8.2 การห่อด้วยกระดาษ เอามะนาวที่ล้างฆ่าเชื้อแล้วใส่กระดาษสะอาดห่อเก็บไว้ในที่เย็น ๆ อุณหภูมิประมาณ 10 – 12.5 องศาเซลเซียส มีความชื้นประมาณ 80 – 85 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้มะนาวไม่เหี่ยวแห้งและเก็บได้นาน 1 เดือน ( สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531 : 55 )

2.8.3 เก็บมะนาวในขวดแก้วสะอาดแห้ง ขวดที่ใช้ควรเป็นขวดฝาเกลียวเจาะรูทำท่อให้ลมเข้าออกตรงเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร บรรจุมะนาวที่ล้างสะอาดและแห้งปริมาณ 3 ใน 4 ของขวด กรูปากขวดด้วยกระดาษเจาะรูเล็ก ๆ เก็บไว้ในตู้เย็น 10 องศาเซลเซียส วิธีนี้จะสามารถเก็บไว้นาน 3 – 5 เดือน ( ภูวนาท นนทรี, 2530 : 53 )

2.8.4 เก็บมะนาวที่เตรียมไว้ในถุงพลาสติก โดยเจาะรูห่าง ๆ รอบ ๆ ถุงเก็บในตู้เย็น 10 องศาเซลเซียส จะเก็บได้นาน 3 เดือน ( กองบรรณาธิการกลุ่มบัณฑิตเกษตรอาสา, 2529 : 56 )

2.8.5 การเคลือบขี้ผึ้ง จะต้องเลือกมะนาวที่มีลักษณะดี สดสีเขียว ไม่มีสีเหลือง ล้างด้วยน้ำอุ่นผสมคลอโรกซ์ในอัตราส่วน 19 ส่วนต่อ คลอโรกซ์ 1 ส่วน ผึ่งให้แห้ง ละลายขี้ผึ้ง 2.4 ดี ( Dichlorophenoxy acetic acid ) เล็กน้อย พอขี้ผึ้งอุ่นนำมาเคลือบผิวมะนาวที่แห้งบรรจุลงไม้ใส่เศษกระดาษกันกระทบกระเทือนเก็บในที่เย็น 10 องศาเซลเซียส ความชื้น 89 เปอร์เซ็นต์

และถ้ามีการบรรยากาศของออกซิเจนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมจะเก็บได้นานถึง 7 เดือน (สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2531 : 55)

## 2.9 สารเคลือบผิวตามธรรมชาติ

การเคลือบไข (Waxing) ตามธรรมชาติ ผลไม้และผักจะมีไขเคลือบอยู่ที่ผิวนอก แต่เมื่อนำผลไม้และผักมาล้างทำความสะอาดทำให้ไขที่เคลือบอยู่หลุดออกไปด้วย ดังนั้นเพื่อให้ผลไม้และผักที่ถูกล้างทำความสะอาดให้มีสมบัติของธรรมชาติเหมือนเดิม จึงได้มีการใช้ไขเข้าไปเคลือบแทนที่ การเคลือบไขช่วยป้องกันการระเหยน้ำของผลไม้และผัก (ณัฐศิริ สุขสุวรรณ, 2530 : 54) สารประเภทไข (wax) ที่เคลือบอยู่ตามผิวของผักผลไม้ (cuticle) ตามธรรมชาติมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการสูญเสียน้ำจากพืช โครงสร้างของสารที่เคลือบผิวจะมีบทบาทมากกว่าความหนาแน่นของมัน สารที่เคลือบผิวประกอบด้วยสารหลายชนิด สารเคลือบผิวที่มีการเรียงซ้อนกันอย่างเป็นระเบียบจะทำให้คุณสมบัติในการต้านทานการผ่านของน้ำได้ดีกว่าสารเคลือบผิวที่หนากว่า แต่มีโครงสร้างที่ไม่เป็นระเบียบ (สุนทรีย์ สหบุตรา, 2525 : 192) การเคลือบไขผักผลไม้ด้วยเหตุผลสองประการคือ หนึ่งเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำหรือการเหี่ยว และสองเพื่อรักษาสภาพของผักผลไม้ให้เป็นที่น่าดูน่าบริโภคแก่ลูกค้า ในการเคลือบไขผักผลไม้อัตราการสูญเสียน้ำลดลงได้ 30 – 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออยู่ในสภาวะการตลาดอย่างธรรมดา โดยเฉพาะผลที่ก้านหรือส่วนที่ข้างจะถูกเคลือบด้วยไขช่วยไม่ให้ผลขยายได้ (ณัฐศิริ สุขสุวรรณ, 2530 : 54)

## 2.10 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของว่านหางจระเข้

ว่านหางจระเข้ เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูล (Family Liliaceae) ซึ่งเป็นพืชตระกูลพลับพลึงเป็นไม้อวบน้ำที่อายุหลายปี ใบเป็นแฉก ลักษณะลำต้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ ลำต้นแข็งใบกลวง ลำต้นเป็นพวงไม้เนื้ออ่อน ใบหนา อวบน้ำ ใบเรียวยาวคล้ายหอกตามขอบใบจะหยักและมีหนาม ด้านในใบจะเป็นวุ้นใสๆ เป็นเมือกเหนียว ดอกเป็นแบบช่อ (inflorescence) แดงดอกออกทางด้านข้างของลำต้น การจัดเรียงช่อดอกไม่แน่นอนหลังจากออกดอกใบและลำต้นจะไม่ตาย ดอกจะบานจากด้านล่างขึ้นข้างบน (raceme) (เพชรวิทย์ เหมือนวงษ์ญาติ, 2537 : 90)

ว่านหางจระเข้สามารถนำมาใช้กับผักผลไม้ จึงเริ่มทำการทดลองใช้ว่านหางจระเข้มาใช้กับผักและผลไม้โดยนำว่านหางจระเข้มาปอกเปลือก นำส่วนที่เป็นวุ้นมาผสมกับน้ำป่นให้ละเอียด ในเครื่องปั่นน้ำผลไม้แล้วนำมาเคลือบผิวของผักและผลไม้ ผักที่ใช้ในการทดลองหลายชนิดพบว่าว่านหางจระเข้สามารถชะลอการเน่าเสียของผักและผลไม้ได้

ดังนั้นสรุปได้ว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ของว่านหางจระเข้ โดยการเคลือบผิวของผักและผลไม้จะดีที่สุด เมื่อใช้กับผักและผลไม้ที่มีผิวหรือเปลือกบาง ( จันทรจิรา สุขประเสริฐ, 2539 : 3 )

## 2.11 นิเวศวิทยาและการกระจายพันธุ์

ว่านหางจระเข้เป็นพืชล้มลุก ลำต้นสั้น ชอบดินปนทรายและที่มีแดดจัดนิยมปลูกตามบ้าน เป็นทั้งไม้ประดับและยา การขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อไปปลูก จะปลูกในกระถางหรือเป็นแปลงก็ได้ ปลูกห่างกัน 30 - 50 เซนติเมตร เมื่อเริ่มปลูกรดน้ำวันละครั้ง เมื่อตั้งตัวได้แล้ว ต้องการน้ำน้อย เจริญเติบโตได้เร็ว ( เจริญ สุขพงษ์, 2525 : 54 )

## 2.12 องค์ประกอบที่มีอยู่ในว่านหางจระเข้

2.12.1 ลิกนิน (Lignin) เป็นสารที่ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างของใบว่านซึ่งมีสารเหลวบรรจุอยู่ข้างใน ประกอบกันเป็นวุ้นใส ที่อยู่ข้างในใบของต้นอโถเวอร์่า สารวุ้นที่อยู่ในโครงสร้างจะมีความสามารถสูงในการแทรกซึมเข้าไปในผิวหนังของมนุษย์

2.12.2 Saponins เป็นสารที่มีสรรพคุณในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค

2.12.3 Anthraquinones มีสรรพคุณเป็นยาระบายขึ้นกับปริมาณของ hydroxyanthraquinone อีسترและความง่ายของสารละลายตัวของ glucoside ซึ่งจะได้ hydroxyanthraquinone และ aloe emodin

2.12.4 วิตามิน เช่น วิตามินบี ชนิดต่าง ๆ วิตามินซี วิตามินอี และวิตามินเอ

2.12.5 เกลือแร่ชนิดต่าง ๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม

2.12.6 อื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต เอนไซม์ และกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ ทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็นต่อร่างกาย ( พยาวี เหมือนวงษ์ญาติ, 2537 : 9 )

## 2.13 ประโยชน์จากว่านหางจระเข้

2.13.1 ขางในใบ เป็นยาระบาย รักษาโรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ

2.13.2 น้ำวุ้นจากใบ รักษาแผลสดภายนอก น้ำร้อนลวก ไฟไหม้ ทำให้รอยแผลเป็นจางลง

2.13.3 เนื้อวุ้น ใช้เหน็บทวารหนักรักษาริดสีดวง

2.13.4 เหง้า ต้มรับประทานแก้หนองใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.5 เนื้อวุ้น เป็นสารช่วยชะลอการนำเสียของผักและผลไม้  
( เจริญ สุขพงษ์ , 2525: 59 )

## 2.14 ข้อควรระวัง

2.14.1 สารจะลดลงเมื่อใบถูกตัดทิ้งไว้เป็นเวลานาน ดังนั้น การใช้ควรรักษาใบสด ๆ และตัดออกจากต้นใหม่ ๆ

2.14.2 เวลาใช้ต้องใช้ส่วนที่เป็นวุ้นและปอกเปลือก ล้างน้ำเจาะยางสีเหลืองออก เพราะจะมีสารที่ก่อให้เกิดอาการคัน หรือทำให้เกิดอาการแพ้ได้ ( จันทรจิรา สุขประเสริฐ, 2533 : 5 )

## 2.15 โครงสร้างของเพคติน

เพคติน หมายถึง กรดเพคตินที่มีส่วนประกอบของ methyl ester และ degree of neutralization ในปริมาณที่สามารถจะทำให้เกิดเจลกับน้ำตาลและกรดได้ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งถ้าขจัด methyl group ออกไปจนหมด จะได้เป็นกรดเพคติน เพคตินมีคุณสมบัติเป็นสารที่ละลายน้ำได้

เพคติน หรือ pectin substance เป็น polymer ของ monosaccharide เพคตินประกอบด้วยเมทิลเอสเทอร์ของ  $\infty$  1,4 linked D - galacturonopyranose units ที่มีหมู่คาร์บอกซิลประมาณร้อยละ 75 ถูกทำเป็นเอสเทอร์ด้วยเมธานอล เพคตินเป็นสารพวก colloidal carbohydrate ที่ทำให้เกิดเจลระหว่างน้ำตาลและกรดได้ดี

เพคตินแบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ หนึ่ง pectic acid สอง pectin และสาม protopectin ในโมเลกุลของ pectic acid จะประกอบด้วย galacturonic acid ราว 100 โมเลกุล ( ปราณี อ่านเปรียง , 2532 : 162 )

## 2.16 คุณสมบัติของเพคติน

สารเพคตินมีคุณสมบัติพิเศษเมื่อรวมตัวกับน้ำในปริมาณที่เหมาะสม อัตราส่วนละลายเพคติน ร้อยละ 1 กับสารละลายน้ำตาลร้อยละ 68.5 ที่ pH 3.2 ให้เกิดลักษณะวุ้น ซึ่งอุตสาหกรรมอาหารได้ใช้คุณสมบัติของเพคติน ในการทำแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ( ยวดี กาญจนัญฐิติ และคณะ , 2530 : 638 ) ดังที่ วราภรณ์ ชัยโอภาส ( อ้างโดย เลิศวุฒิ โสภณ, 2535 : 87 ) กล่าวถึง คุณค่าทางโภชนาการของเพคตินสามารถลดปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือดได้ และควบคุมโรคเบาหวานได้ นอกจากนี้เพคตินยังสามารถลดการอักเสบของแผลในลำไส้หลังจากผ่าตัด และรักษาโรคท้องร่วงในเด็กได้ เพคตินที่มีกลุ่มเต็มทั้ง

หมดจะเกิดเจลได้ในอาหารที่ไม่มีกรดหรือมีอิเล็กโตรไลต์ เพคตินที่กลุ่มเมทอกซิลมากจะเกิดได้เร็วแม้จะมีกรดเพียงเล็กน้อย เพคตินที่มีกลุ่มเมทอกซิลน้อยจะเกิดเจลได้ช้าและต้องการฟิโอสที่เหมาสมมากขึ้นซึ่งเป็นฟิโอสที่ต่ำลง (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 199) การเกิดเจลจะง่ายขึ้นถ้ามีเกลือแคลเซียมอยู่ด้วยทำให้เจลอยู่ตัวไม่ขึ้นกับฟิโอสและความเข้มข้นของน้ำตาล เพคตินที่มีโมเลกุลใหญ่จะให้สารละลายที่มีความหนืดสูงกว่าเพคตินที่มีโมเลกุลเล็กที่มีความเข้มข้นเท่ากัน (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 61)

## 2.17 แหล่งที่พบสารเพคติน

สารเพคติน (pectic substance) อยู่ในเนื้อเยื่อของพืชตรง middlelamella เช่นอยู่ที่ intercellular cementing layer และใน primary cell wall ของพืช

เพคตินเป็นสารที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อ membrane นั้นจะเกิดขึ้นในพืชช่วงที่มีการแบ่งเซลล์ เพคตินที่ปรากฏในตอนแรกจะเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ คือ โปรโตเพคตินหากสังเคราะห์ จะเกิดขึ้นในตอนแรกของการเจริญเติบโต เมื่อมีการเพิ่มพื้นที่ของผนังเซลล์เนื้อเยื่อประกอบด้วยพอลิกลินินหรือเซลล์แก่ จะมีส่วนประกอบสารเพคตินอยู่น้อย เมื่อเทียบกับเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโตคือ ผนังเซลล์จะมีปริมาณเพคตินอยู่สูง (สายชล เกตุษา, 2528 : 150)

## 2.18 การสกัดเพคตินจากพืช

เพคตินที่ได้จากพืชมีลักษณะเป็นของผสมที่มีสารอื่นปะปนอยู่ เช่น อาราบาน และกาแลคตาน เพคตินที่สกัดได้แต่ละครั้งมีจำนวนอาราบาน กาแลคตานไม่เท่ากัน โมเลกุลมีขนาดแตกต่างกันมาก เพคตินมาจากแหล่งกำเนิดต่างกันจะมีคุณภาพต่างและความสามารถในการเกิดเจลต่างกัน เพคตินจะตกตะกอนในแอลกอฮอล์หรือสารอิเล็กโตรไลต์ การตกตะกอนด้วยสารอิเล็กโตรไลต์ยากถ้าละลายน้ำได้ดี

สำหรับเมืองไทย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ระหว่างอุตสาหกรรมได้ทดลองและแนะนำผลิตเพคตินจากเปลือกส้มโอ ทั้งยังเป็นการนำของเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย วิธีสกัดเพคตินอย่างง่ายทำในครัวเรือนคือโดยใช้กรดเจือจางต้มกับน้ำผลไม้เพื่อทำให้ protopectin สลายตัวให้เพคตินแล้วตกตะกอนเพคตินด้วย alcohol 95 เปอร์เซ็นต์ (ศิริลักษณ์ สนิทวาลย์, 2525 : 115) หรือสกัดด้วยน้ำร้อนโดยสาร chelating agent อยู่ด้วย เช่น แอมโมเนียมออกซาลेटหรือ EDTA (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 55)

## 2.19 ชนิดของเพคตินที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

เพคตินผง ทำมาจากเปลือกและแกนของผลไม้ที่เหลือจากการบรรจุกระป๋อง เช่น แอปเปิ้ล และได้มาจากส่วนเยื่อขาวติดเปลือกของมะนาว มีทั้งในรูปของเหลวและผง แต่เนื่องจากเพคตินเหลวเมื่อเปิดใช้แล้วเสื่อมคุณภาพง่ายจึงต้องใช้ทันที เพคตินนี้จะไม่มีรสชาติ เพคตินที่มีขายแบบต้องใช้ร่วมกับน้ำตาลมาก ต้องใช้น้ำตาล 50–65 เปอร์เซ็นต์ จึงจะจับตัวเป็นวุ้นได้ ปัจจุบันมีการผลิตเพคตินที่ใช้ร่วมกับน้ำตาลหรือไม่ใช้น้ำตาลน้อย อนุมูลแคลเซียม สามารถช่วยในการจับตัววุ้นของเพคตินชนิดนี้โดยไม่ต้องมีน้ำตาล อาจใช้ทำสลัด ผัก ผลไม้ และใช้ร่วมกับอาหารที่ใช้น้ำตาลเทียม (ศิริลักษณ์ สินชวาลย์, 2525 : 115) สำหรับปัจจุบัน เพคตินมีราคาแพง หาซื้อได้ยาก ประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อนำมาทำแยม เยลลี่ และใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภท (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก, 2532 : 101) ปริมาณเมทิลเอสเทอร์กรดเพคตินิก ก็มีผลกระทบต่อกำลังการเกิดเจลของ ผลิตภัณฑ์ เจลที่ได้อาจเตรียมได้จากเพคตินที่มีปริมาณเมทิลมาก ซึ่งปกติสูงสุดประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มคาร์บอกซิลประมาณครึ่งหนึ่งถูกเอทเทอร์ไฟด์ไป สำหรับเพคตินที่มี เอสเทอร์ต่ำ คือประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ก็สามารถเกิดเจลได้

เพคตินที่จำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. 30DM ( degree of methylation ) เป็นเพคตินสำหรับในกรณีที่มีน้ำตาลอยู่ในปริมาณน้อย
2. 45DM pectin หรือ rapid set pectin ใช้ในกรณีที่ต้องการให้มีการเกิดเจลอย่างรวดเร็ว calcium precipitable pectin จะเหมาะสำหรับการเกิดเจลที่มีน้ำตาลอยู่สูง หรือ emulsion
3. 60DM หรือ slow set pectin ใช้ในกรณีที่มีน้ำตาลปริมาณสูงหรือผลิตภัณฑ์ประเภทนมหวาน
4. 74DM จัดเป็น typical rapid set pectin ที่นิยมใช้ในแยมและเยลลี่
5. higher DM pectin ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ

## 2.20 ความเป็นมาของ การผลิตแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูเป็นรูปแบบของการแปรรูปมันสำปะหลังในเชิงอุตสาหกรรมในระยะเริ่มแรกของไทย โดยเริ่มในจังหวัดทางภาคตะวันออกเมื่อหลายสิบปีมาแล้ว ในระยะแรก เทคนิคการผลิตมีลักษณะง่าย ๆ เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน ใช้แรงงานในครอบครัวเป็นสำคัญ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จะจำหน่ายในประเทศไทยแทบทั้งหมด ต่อมาหลังสงครามโลกครั้งที่สอง ได้มีการตั้งโรงงานแป้งมันสำปะหลังที่ทันสมัยในประเทศไทยที่จังหวัด

ชลบุรีและระยอง เพื่อส่งไปจำหน่ายยังสหรัฐอเมริกาเพื่อใช้ในด้านอุตสาหกรรม มีการจำหน่ายในประเทศเพียงเล็กน้อย การตั้งโรงงานแปงมันที่ทันสมัยขึ้นนี้ มีผลทำให้การปลูกมันสำปะหลังได้เปลี่ยนจากการปลูกเพื่อบริโภคเองมาเป็นการปลูกเพื่อการค้า

## 2.21 กรรมวิธีการผลิตแปงมันสำปะหลัง

กรรมวิธีการผลิตแปงมันสำปะหลัง แบ่งออกได้เป็น 4 ชั้น คือ

2.21.1 การทำความสะอาดและจัดเตรียมหัวมัน การทำความสะอาดและจัดเตรียมหัวมันนั้น เริ่มตั้งแต่นำหัวมันสดเข้าสู่เครื่องร่อนเพื่อแยกเอาดินออก จากนั้นก็จะลำเลียงเข้าสู่เครื่องล้างเพื่อทำความสะอาดหัวมันอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงนำไปสู่เครื่องสับและขูดเปลือกเพื่อให้หัวมันมีขนาดเล็กลงและแยกเอาเปลือกออก เพื่อให้สะดวกต่อการสกัดเอาน้ำแปงออกต่อไป

2.21.2 การ สกัดน้ำแปงออก การสกัดน้ำแปงออกกระทำได้โดยนำท่อนมันที่ขูดเอาเปลือกออกแล้วเข้าสู่เครื่องบด เมื่อบดเสร็จแล้วก็จะนำเข้าสู่เครื่องแยกเอากากและน้ำแปงออกจากกัน กากมันนี้จะถูกนำไปตากแดดให้แห้งเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบอาหารสัตว์หรือนำไปผสมกับมันเส้นเพื่อทำมันอัดเม็ด

2.21.3 ทำให้บริสุทธิ์ การทำน้ำแปงให้บริสุทธิ์นั้น สามารถกระทำได้โดยให้น้ำแปงผ่านไอกำมะถัน ซึ่งไอกำมะถันนี้จะช่วยฟอกและขจัดยางมันสำปะหลังที่ปะปนมากับน้ำแปงทำให้น้ำแปงขาวสะอาดขึ้น

2.21.4 ทำให้แห้ง การทำน้ำแปงให้แห้งเป็นแปงมันขึ้น ใช้วิธีการผ่านเครื่องสกัดน้ำเพื่อให้น้ำแปงขึ้น แล้วเข้าสู่เครื่องอบก็จะได้แปงที่แห้งเพื่อบรรจุถุงส่งจำหน่ายได้

โดยปกติแล้ว หัวมันสดหนึ่งกิโลกรัมจะสามารถทำแปงมันโดยเฉลี่ยประมาณ 0.20 กิโลกรัม และได้กากมันประมาณ 0.04–0.09 กิโลกรัม (พิชัย สราญรัมย์, 2528 : 162)

## 2.22 ประเภทการใช้ประโยชน์

มันสำปะหลังที่ปลูกอยู่โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

2.22.1 ประเภทที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์หรือประเภทหวาน หัวมันสำปะหลังประเภทนี้อาจใช้บริโภคแบบฝักรรรมา เช่น โดยการต้ม ปิ้ง หรือทอด

2.22.2 ประเภทที่ใช้ในอุตสาหกรรมหรือประเภทขม มีแป้งมาก มีกรดไฮโดรไซยานิกสูง มีรสขม ไม่เหมาะในการรับประทาน ใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ เช่น วัวเนื้อ หมู ไก่ แพะ ฯลฯ มันสำปะหลังอีกส่วนหนึ่งใช้ในการอุตสาหกรรมต่าง ๆ

แป้งต่าง ๆ จะอยู่ในรูปที่เป็นเม็ด เม็ดแป้งแต่ละเม็ดประกอบด้วยสารประกอบสองชนิด คือ amylose และ amylopectin amylose มีลักษณะที่เป็นเส้นตรง ในขณะที่ amylopectin มีลักษณะเป็นกิ่งก้านมากมายเหมือนหินปะการัง เมื่อนำแป้งไปละลายน้ำทำให้การดูดน้ำของ เม็ดแป้งจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ที่มีอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส การดูดน้ำเป็นไปอย่างรวดเร็ว เรียกอุณหภูมินี้ว่า “gelatinization temperature” น้ำแป้งจะมีความหนืดเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า “แป้งเปือก” แป้งเปือกบางชนิดจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าแป้งเปือกบางชนิด มีความหนืดเพิ่มขึ้นเรียกว่า “เกิดเจล” ซึ่งเกิดกับแป้งที่มี amylose สูงและแป้งเปือกมีความเข้มข้น มาก ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีโมเลกุลของ amylose จับกับ amylopectin หรือจับตัวกันในลักษณะที่ ไม่เป็นระเบียบ แป้งมันสำปะหลังเม็ดแป้งมีขนาด 15–25 ไมครอน มี amylose ประมาณ ร้อยละ 17 เม็ดแป้งดูดน้ำได้เร็วและแตกตัวได้ง่าย ให้แป้งเปือกที่ใส หนืด เมื่อแป้งเปือกเย็นลง เกิดเจลบางเล็กน้อย (วิชาการเกษตร, กรม. 2526 : 164)



## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. วัสดุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุดิบ

1. มะนาว
2. ว่านทางจระเข้
3. ผง pectin
4. NaOH 0.1 M
5. ฟีนอล์ฟทาลีน 0.1 M
6. แป้งมัน
7. ถุงพลาสติก
8. ขากรัด

อุปกรณ์

1. ตู้เย็น
2. เครื่องปั่น
3. ชามผสม
4. เครื่องชั่ง
5. pH meter
6. Hand Refractometer
7. บีเปด
8. บิวเรต
9. บีกเกอร์
10. ขวดรูปชมพู่
11. ทัพพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. เจียง

13. มีด

14. กระดาษขาว

ข. อุปกรณ์ที่ใช้ทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

1. กระดาษ	1	รีม
2. อุปกรณ์เครื่องเขียน	1	ชุด
3. แผ่นดิสก์	2	แผ่น

### 3.2 วิธีการ

#### 3.2.1 การวางแผนการทดลอง

3.2.1.1 ศึกษาระเบียบการทำปัญหาพิเศษ

3.2.1.2 เลือกเรื่องที่ทำปัญหาพิเศษ

3.2.1.3 ศึกษาเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับคุณสมบัติของมะนาวและวิธีการเก็บรักษา

3.2.1.4 เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ

3.2.1.5 นำเสนอโครงร่างต่ออาจารย์ผู้ประสานงานปัญหาพิเศษ

3.2.1.6 ดำเนินการทดลอง

3.2.1.6.1 เลือกมะนาวลูกไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป ผลมีสีเขียว ผิวเรียบ นำผลมะนาวที่ใช้ตามต้องการมาล้างให้สะอาด ผึ่งลมให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก, วัด pH, วัดปริมาณของแข็งทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์กรด นำมาเคลือบผิวด้วย pectin 5%, 10% และ 15%, วุ้นหางจระเข้ 50%, 60% และ 70% และแป้งมัน 5%, 10% และ 15% เก็บในถุงพลาสติกเจาะรูเก็บในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียสมีการตรวจสอบทุกอาทิตย์เป็นเวลา 5 อาทิตย์ หรือ ประมาณ 35 วัน

3.2.1.6.2 การศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี บันทึกผลการทดลองนำมาวิเคราะห์

3.2.1.7 จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

3.2.1.8 ส่งปัญหาพิเศษ

#### 3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี ANOVA

วิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี DMRT

การทดลองได้วางแผนการทดลองแบบ CRD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำปาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

### 3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2543



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสด โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบ 15 คน ทางด้านสี, กลิ่น, การยอมรับโดยรวม และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีทางด้าน pH, % acidity และ Total Soluble Solid ปรากฏผลดังต่อไปนี้

#### 4.1 การศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสดทางด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค

##### 4.1.1 สี (ลักษณะปรากฏ)

ในการศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร โดยมีสารเคลือบผิวอยู่ 3 ชนิด คือ หนึ่งว่านหางจระเข้ ในปริมาณ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ สองพคดิน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามแป้งมัน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับผลมะนาวสดที่ไม่เคลือบผิว ลักษณะการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี (ลักษณะปรากฏ) ในแต่ละสูตรเป็นไปตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางด้านสี (ลักษณะปรากฏ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง <sup>1</sup>									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	6.03 <sup>a2/</sup>	6.23 <sup>a</sup>	6.37 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.17 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>
2	6.83 <sup>ab</sup>	6.57 <sup>abc</sup>	7.43 <sup>a</sup>	6.44 <sup>bd</sup>	6.23 <sup>bc</sup>	6.13 <sup>bg</sup>	6.00 <sup>bh</sup>	6.00 <sup>bi</sup>	5.50 <sup>degh</sup>	6.15 <sup>bf</sup>
3	6.80 <sup>c</sup>	6.90 <sup>b</sup>	7.80 <sup>a</sup>	5.97 <sup>cdefghi</sup>	6.40 <sup>bcd</sup>	6.17 <sup>bcg</sup>	6.1 <sup>bcj</sup>	6.13 <sup>bch</sup>	6.40 <sup>bce</sup>	6.20 <sup>bf</sup>
4	5.67 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>	5.70 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup>	5.47 <sup>a</sup>	4.67 <sup>b</sup>	5.1 <sup>a</sup>
5	6.13 <sup>a</sup>	6.43 <sup>a</sup>	6.57 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	5.13 <sup>b</sup>	5.50 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>ตัวอย่าง

A = ว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 50 เปอร์เซ็นต์

B = ว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 60 เปอร์เซ็นต์

C = ว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 70 เปอร์เซ็นต์

D = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

E = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

F = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

G = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

H = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

I = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

J = ธรรมดา

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านสี (ลักษณะปรากฏ) ของการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่เคลือบผิวทั้ง 10 ตัวอย่าง โดยให้ผู้ทดสอบ 15 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำทุกสัปดาห์เป็นเวลา 5 สัปดาห์ และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) สัปดาห์ที่ 1 จากค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค การเคลือบผิวของผลมะนาวสดทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สัปดาห์ที่ 2, 3, 4 และ 5 ลักษณะการยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่เคลือบผิวทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P > 0.05$ ) จากทั้ง 5 สัปดาห์จะเห็นได้ว่าจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้แต่ละสัปดาห์นั้น ผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างที่เคลือบด้วยว่านหางจระเข้ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด เพราะว่าวุ้นและหมือกของว่านหางจระเข้เป็นตัวป้องกันการคายน้ำระหว่างผิวของมะนาวได้มากกว่าเพศดินและแป้งมัน ซึ่งทำให้ผลมะนาวที่ได้มีสีเขียว ส่วนเพศดินและแป้งมันในการเคลือบผิวนั้นมีความหนาบางไม่เท่ากัน การทำให้แห้งระหว่างการเคลือบน้อยกว่าว่านหางจระเข้ จึงทำให้ช่องว่างระหว่างผิวเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ โดยจะเห็นได้จากผลมะนาวที่มีสีดำเป็นจุดเล็กๆ และบางผลมีการชอนทับกันมากเกินไป จึงทำให้เกิดรอยช้ำและเกิดการเน่าเสียได้

#### 4.1.2 กลิ่น

ในการศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่แตกต่างกันในแต่ละสูตรโดยมีสารเคลือบผิวอยู่ 3 ชนิด คือ หนึ่งว่านหางจระเข้ ในปริมาณ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ สองเพศดิน ในปริมาณ

5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามแป้งมัน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับผลมะนาวสดที่ไม่เคลือบผิว ลักษณะการยอมรับของผู้บริโภคในด้านกลิ่นในแต่ละสูตรเป็นไปตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกลิ่น

สัปดาห์	ตัวอย่าง <sup>1/</sup>									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	6.77 <sup>ab</sup>	6.43 <sup>a</sup>	6.47 <sup>a</sup>	5.87 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.80 <sup>a</sup>	5.90 <sup>a</sup>	5.63 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>
2	6.40 <sup>a</sup>	6.40 <sup>a</sup>	5.98 <sup>a</sup>	5.67 <sup>a</sup>	5.83 <sup>a</sup>	6.37 <sup>a</sup>	5.90 <sup>a</sup>	5.30 <sup>a</sup>	5.67 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a</sup>
3	5.47 <sup>a</sup>	5.47 <sup>a</sup>	5.37 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	5.03 <sup>a</sup>	4.93 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.40 <sup>a</sup>
4	7.00 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	6.17 <sup>a</sup>	5.07 <sup>b</sup>	5.03 <sup>b</sup>	4.70 <sup>c</sup>	4.87 <sup>b</sup>	6.13 <sup>a</sup>	5.80 <sup>a</sup>	5.37 <sup>b</sup>
5	6.00 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	5.97 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	5.30 <sup>a</sup>	5.27 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>

<sup>1/</sup>ตัวอย่าง

A = วานหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 50 เปอร์เซ็นต์

B = วานหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 60 เปอร์เซ็นต์

C = วานหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 70 เปอร์เซ็นต์

D = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

E = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

F = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

G = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

H = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

I = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

J = ธรรมดา

<sup>2/</sup>ตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านกลิ่น ของการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่เคลือบผิวทั้ง 10 ตัวอย่าง โดยให้ผู้ทดสอบ 15 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ

ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 5 สัปดาห์ และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลที่ได้ออกมาใน สัปดาห์ที่ 1,2,3,5 ไม่แตกต่างกัน ในการทดสอบทางด้านกลิ่นผลมะนาวส่วนใหญ่จะคงกลิ่นหอม ของมะนาวเหมือนเดิม ส่วนในสัปดาห์ที่ 4 จะเห็นได้ว่า มีความแตกต่างกัน ผู้บริโภคให้การ ยอมรับตัวอย่างที่เคลือบด้วยวุ้นทางกระเช้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ในการ เคลือบผิวมีผลต่อกลิ่น คือ ถ้ามีการเคลือบผิวที่บางไปจะไม่ช่วยลดการสูญเสียความชื้น ทำให้การ เก็บรักษาอาจเกิดการเน่าเสียได้ ถ้าเคลือบผิวหนาเกินไปจะเกิดการสะสมของ CO<sub>2</sub> สูงและ O<sub>2</sub> น้อยลง ส่งผลให้กลิ่นไม่ดีและเน่าเสียเพิ่มขึ้น

#### 4.1.3 คุณภาพโดยรวม

ในการศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร โดยมีสารเคลือบผิวอยู่ 3 ชนิด คือ หนึ่งวุ้นทางกระเช้ ในปริมาณ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ สองเพคติน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามแป้งมัน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับ ผลมะนาวสดที่ไม่เคลือบผิว มะนาวจะมีรสเปรี้ยวและ ลักษณะการยอมรับของผู้บริโภคในด้าน คุณภาพโดยรวม ในแต่ละสูตรเป็นไปตามตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางด้านคุณภาพโดยรวม

สัปดาห์	ตัวอย่าง <sup>1/</sup>									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	6.47 <sup>b2/</sup>	6.27 <sup>bc</sup>	6.97 <sup>a</sup>	6.07 <sup>bf</sup>	5.93 <sup>bg</sup>	5.73 <sup>bh</sup>	6.13 <sup>be</sup>	5.67 <sup>bi</sup>	5.67 <sup>cdofghi</sup>	6.27 <sup>bd</sup>
2	6.57 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>	6.93 <sup>a</sup>	5.97 <sup>a</sup>	5.80 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>	5.93 <sup>a</sup>	5.87 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>	5.87 <sup>a</sup>
3	6.23 <sup>a</sup>	6.5 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>	6.47 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	6.20 <sup>a</sup>	5.83 <sup>a</sup>	5.57 <sup>a</sup>	5.17 <sup>a</sup>	5.87 <sup>a</sup>
4	6.47 <sup>a</sup>	6.43 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.40 <sup>a</sup>	6.13 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a</sup>	5.77 <sup>a</sup>	5.57 <sup>a</sup>	5.57 <sup>a</sup>	5.17 <sup>b</sup>
5	6.47 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.20 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>	5.83 <sup>a</sup>	5.90 <sup>a</sup>	5.47 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>	5.33 <sup>b</sup>

#### <sup>1/</sup> ตัวอย่าง

- A = วุ้นทางกระเช้ที่ใช้ในการทดสอบ 50 เปอร์เซ็นต์
- B = วุ้นทางกระเช้ที่ใช้ในการทดสอบ 60 เปอร์เซ็นต์
- C = วุ้นทางกระเช้ที่ใช้ในการทดสอบ 70 เปอร์เซ็นต์
- D = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

- E = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์  
 F = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์  
 G = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์  
 H = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์  
 I = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์  
 J = ธรรมดา

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านคุณภาพโดยรวมของการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่เคลือบผิวทั้ง 10 ตัวอย่าง โดยให้ผู้ทดสอบ 15 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำทุกสัปดาห์เป็นเวลา 5 สัปดาห์ และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ลักษณะการยอมรับโดยรวมไม่มีความแตกต่างกัน ถ้าจะเลือกการเก็บรักษาผลมะนาวสดไว้ 2-3 สัปดาห์ ควรจะเลือกที่ไม่มีการเคลือบผิวของมะนาวเพราะลักษณะที่ออกมาเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นไม่มีความแตกต่างกัน และยังเป็นภาระลดต้นทุนในการทดสอบอีกด้วย ส่วนที่ในสัปดาห์ที่ 1, 4, และ 5 ถือว่ามีการแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ ) ในสัปดาห์ที่ 1 มีการยอมรับว่าทางจระเข้ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด ในสัปดาห์ที่ 4 และ 5 ตัวอย่างทั้ง 9 ตัวอย่าง ยกเว้นที่ไม่มีการเคลือบผิว ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นถ้าต้องการจะเคลือบผิวควรเลือกว่าทางจระเข้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะประหยัดและลดต้นทุนได้อีกด้วย ส่วนเพศดินและแป้งมันจะมีความยืดหยุ่นมากกว่าว่าทางจระเข้และในการเคลือบผิวนั้นทำได้ยากกว่าและมีการปนเปื้อนมากกว่า จึงทำให้เกิดการเน่าเสียได้มากกว่าว่าทางจระเข้ โดยสังเกตจากลักษณะที่ออกมาจากตู้เย็นก่อนการทดสอบจะเห็นจุดสีดำเล็กๆ อยู่ตามผิวของผลมะนาว

## 4.2 ศึกษาการทดสอบทางด้านเคมี

### 4.2.1 การทดสอบทางด้าน pH

ในการศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร โดยมีสารเคลือบผิวอยู่ 3 ชนิด คือ หนึ่งว่านหางจระเข้ ในปริมาณ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ สองเพศดิน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามแป้งมัน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาทดสอบทางด้าน pH ในแต่ละสูตรเป็นไปตามตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางด้าน pH

สัปดาห์	ตัวอย่าง <sup>1/</sup>									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	3.26 <sup>ab</sup>	3.34 <sup>a</sup>	3.31 <sup>a</sup>	3.22 <sup>a</sup>	3.16 <sup>a</sup>	3.21 <sup>a</sup>	3.28 <sup>a</sup>	3.31 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>
2	2.86 <sup>a</sup>	2.59 <sup>a</sup>	2.51 <sup>a</sup>	2.62 <sup>a</sup>	2.68 <sup>a</sup>	2.69 <sup>a</sup>	2.73 <sup>a</sup>	2.63 <sup>a</sup>	2.86 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>
3	2.63 <sup>a</sup>	2.62 <sup>a</sup>	2.59 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>	2.62 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>	2.67 <sup>a</sup>	2.60 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>	2.59 <sup>a</sup>
4	2.63 <sup>a</sup>	2.62 <sup>a</sup>	2.57 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>	2.68 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>	2.61 <sup>a</sup>	2.59 <sup>a</sup>	2.57 <sup>a</sup>	2.56 <sup>a</sup>
5	2.18 <sup>a</sup>	2.49 <sup>a</sup>	2.71 <sup>a</sup>	2.44 <sup>a</sup>	2.57 <sup>a</sup>	2.65 <sup>a</sup>	2.69 <sup>a</sup>	2.53 <sup>a</sup>	2.56 <sup>a</sup>	2.57 <sup>a</sup>

<sup>1/</sup>ตัวอย่าง

A = วานหางจรเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 50 เปอร์เซ็นต์

B = วานหางจรเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 60 เปอร์เซ็นต์

C = วานหางจรเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 70 เปอร์เซ็นต์

D = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

E = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

F = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

G = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

H = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

I = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

J = ธรรมดา

<sup>2/</sup> ตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P \leq 0.05$ )

การวิเคราะห์ในตารางที่ 4 จากค่าเฉลี่ยของคะแนนผู้ทดสอบจะเห็นได้ว่าการทดสอบทางด้าน pH ทั้ง 10 ตัวอย่าง ใน 5 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P \leq 0.05$ ) จึงกล่าวได้ว่าสารเคลือบผิวที่ใช้ไม่มีผลต่อค่า pH ในมะนาว ดังนั้นตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง จึงไม่มีความแตกต่างกันในด้าน pH ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะเวลาในการทดสอบน้อยเกินไป หรืออาจจะเกิดจากสาเหตุที่สารเคลือบผิวสามารถยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของ pH ได้ ซึ่งปกติเมื่อเก็บรักษาผลมะนาวสดโดยไม่มีการควบคุมปัจจัยต่างๆ pH ของผลมะนาว

จะลดลงเมื่อผลมะนาวสุกเต็มที่ แต่เมื่อมีการใช้สารเคลือบผิวจึงทำให้ pH ของมะนาวไม่เปลี่ยนแปลง

#### 4.2.2 การทดสอบทางด้าน Total Soluble Solid

ในการศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่แตกต่างกันในแต่ละสูตรโดยมีสารเคลือบผิวอยู่ 3 ชนิด คือ หนึ่งว่านหางจระเข้ ในปริมาณ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ สองเพคติน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามแป้งมัน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาทดสอบทางด้าน Total Soluble Solid ในแต่ละสูตรเป็นไปตามตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ทางด้าน Total Soluble Solid

สัปดาห์	ตัวอย่าง <sup>v</sup>									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	6.65 <sup>a2/</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.55 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.65 <sup>a</sup>	6.56 <sup>a</sup>	6.90 <sup>a</sup>	6.55 <sup>a</sup>	6.65 <sup>a</sup>
2	6.70 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.35 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>
3	6.60 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	6.90 <sup>a</sup>	7.20 <sup>a</sup>	6.80 <sup>a</sup>	6.56 <sup>a</sup>	6.80 <sup>a</sup>	6.80 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>
4	6.35 <sup>a</sup>	6.65 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.05 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	6.35 <sup>a</sup>	6.20 <sup>a</sup>	6.55 <sup>a</sup>
5	6.35 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	6.45 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	6.55 <sup>a</sup>	6.40 <sup>a</sup>	6.25 <sup>a</sup>	6.65 <sup>a</sup>

<sup>v</sup>ตัวอย่าง

A = ว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 50 เปอร์เซ็นต์

B = ว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 60 เปอร์เซ็นต์

C = ว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 70 เปอร์เซ็นต์

D = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

E = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

F = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

G = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

H = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

I = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

J = ธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P \leq 0.05$ )

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางด้านสถิติด้านการทดสอบทางด้าน Total Soluble Solid ของผลมะนาวที่เคลือบผิวทั้ง 10 ตัวอย่าง ทั้ง 5 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P \leq 0.05$ ) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าระยะเวลาในการทดสอบน้อยเกินไป และมีการใช้สารเคลือบผิวทำให้ผลของมะนาวคงสภาพ เมื่อนำไปหาค่า Total Soluble Solid จึงไม่เปลี่ยนแปลง เพราะสารเคลือบผิวนี้เป็นตัวควบคุมสภาพไม่ให้มะนาวเกิดการคายน้ำ และเน่าเสียได้ จึงทำให้ค่า Total Soluble Solid ไม่แตกต่างไปจากเดิม

#### 4.2.3 การทดสอบทางด้าน % acidity

ในการศึกษาการเก็บรักษาผลมะนาวสดที่แตกต่างกันในแต่ละสูตรโดยมีสารเคลือบผิวอยู่ 3 ชนิด คือ หนึ่งวันทางจระเข้ ในปริมาณ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ สองเพคติน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามแป้งมัน ในปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาทดสอบทางด้าน % acidity ในแต่ละสูตรเป็นไปตามตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางด้าน % acidity

สัปดาห์	ตัวอย่าง <sup>1</sup>									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	24.03 <sup>a2</sup>	20.83 <sup>a</sup>	20.75	21.63 <sup>a</sup>	22.78 <sup>a</sup>	21.30 <sup>a</sup>	23.73 <sup>a</sup>	24.65 <sup>a</sup>	21.15 <sup>a</sup>	24.70 <sup>a</sup>
2	19.37 <sup>a</sup>	18.29 <sup>a</sup>	19.13 <sup>a</sup>	20.16 <sup>a</sup>	18.96 <sup>a</sup>	18.70 <sup>a</sup>	18.30 <sup>a</sup>	19.35 <sup>a</sup>	19.29 <sup>a</sup>	20.70 <sup>a</sup>
3	17.33 <sup>a</sup>	19.26 <sup>a</sup>	21.38 <sup>a</sup>	22.28 <sup>a</sup>	19.33 <sup>a</sup>	21.69 <sup>a</sup>	20.56 <sup>a</sup>	20.05 <sup>a</sup>	21.23 <sup>a</sup>	21.28 <sup>a</sup>
4	14.48 <sup>a</sup>	15.15 <sup>a</sup>	15.65 <sup>a</sup>	14.98 <sup>a</sup>	14.85 <sup>a</sup>	14.88 <sup>a</sup>	14.88 <sup>a</sup>	15.43	14.30 <sup>a</sup>	16.07 <sup>a</sup>
5	17.95 <sup>a</sup>	20.15 <sup>a</sup>	19.13 <sup>a</sup>	19.08 <sup>a</sup>	16.25 <sup>a</sup>	15.85 <sup>a</sup>	13.20 <sup>a</sup>	16.63 <sup>a</sup>	14.28 <sup>a</sup>	16.10 <sup>a</sup>

#### <sup>1</sup>ตัวอย่าง

A = วันทางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 50 เปอร์เซ็นต์

B = วันทางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 60 เปอร์เซ็นต์

C = วันทางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 70 เปอร์เซ็นต์

D = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

E = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

F = เพคตินที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

G = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

H = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

I = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

J = ธรรมดา

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P \leq 0.05$ )

การวิเคราะห์ในตารางที่ 6 จากค่าเฉลี่ยของคะแนนผู้ทดสอบจะเห็นได้ว่า ทางด้าน % acidity ทั้ง 10 ตัวอย่าง ใน 5 สัปดาห์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าระยะเวลาในการทดสอบน้อยเกินไป โดยปกติมะนาวเมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วความเป็นกรดจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อผลมะนาวเริ่มสุก แต่จะลดลงเมื่อผลมะนาวสุกเต็มที่ ดังนั้นสารเคลือบผิวจึงช่วยทำให้ผลมะนาวไม่มีการเปลี่ยนแปลงและค่าความเป็นกรดไม่เปลี่ยนแปลง

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

การศึกษารเกี่ยวกับการรักษาผลมะนาวสด ในช่วงฤดูแล้ง เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสามารถสรุปได้ดังนี้

ศึกษารยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ในการเก็บรักษาผลมะนาวสดมะนาวสดที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยว่านหางจระเข้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ซึ่งว่านหางจระเข้สามารถชะลอการเน่าเสียของมะนาวได้ เพราะว่า ว่านหางจระเข้มีใบที่มีวุ้นใสและเมือกอยู่ภายใน ซึ่งวุ้นและเมือกเหล่านี้ประกอบไปด้วยสารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในทางสมุนไพร เช่น สารอะโลคูดีน และสารอะลอกลิดีน - เอ ที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อและสลายพิษ สารโพลีแซคคาไรด์ สามารถช่วยกระตุ้นการสมานแผล ฯลฯ และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์โดยการเคลือบผิวได้อีกด้วย ที่ว่านหางจระเข้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์เป็นที่ยอมรับ เพราะใช้วัสดุดิบที่มีปริมาณน้อยกว่าว่านหางจระเข้ที่เปอร์เซ็นต์อื่น ยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าตัวอื่นๆ ยังเป็นการใช้วัสดุดิบจากธรรมชาติให้เกิดคุณค่าและประโยชน์มากที่สุด

การเก็บรักษาผลมะนาวสดนี้ อุณหภูมิและความชื้นจะต้องเหมาะสม เพื่อที่จะได้เก็บรักษาไว้ได้นาน ๆ

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษารเกี่ยวกับการรักษาผลมะนาวสด พบปัญหาในการทดสอบคือ

1. วิธีการเคลือบผิว เช่น ในระหว่างการจุ่มจะทำอย่างไรเพื่อให้มะนาวที่จุ่มลงในสารเคลือบผิวที่เท่ากันไม่หนาหรือบางจนเกินไป
2. ระหว่างการเก็บในตู้เย็นการเรียงถุงมะนาวจะมีการเรียงที่ซ้อนทับกันมากเกินไปทำให้มีการถ่ายเทอุณหภูมิไม่เท่ากัน ถ้าจะทดลองครั้งต่อไป ควรมีการจัดเรียงแถวเดียวกันจะทำให้มีการถ่ายเทอุณหภูมิเท่ากัน และในการบรรจุถุงพลาสติกควรเลือกถุงให้พอเหมาะกับปริมาณมะนาว

3. ในการศึกษาควรมีการเก็บรักษาอุณหภูมิที่แตกต่างกันเพื่อทดสอบว่าอุณหภูมิมีผลต่อสารที่ใช้ในการเก็บรักษามะนาวหรือไม่
4. สารที่ใช้สารเคลือบผิวมันอาจจะใช้ตัวอื่นในการทดสอบก็ได้ เช่น ขี้ผึ้ง, ไขขาว ฯลฯ
5. ในการทดลองควรให้ผู้ทดสอบคนเดียวกับการทดสอบครั้งแรกเพราะถ้าใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ใช่คนเดียวกันผลการทดสอบอาจมีความคลาดเคลื่อนได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

กองบรรณาธิการกลุ่มบัณฑิตเกษตรอาสา . 2529 . การปลูกมะนาว . กรุงเทพฯ ฯ : กลุ่มบัณฑิต-เกษตรอาสา . 64 น.

เจริญ สุขพงษ์ . 2525 . คู่มือแนะนำลักษณะและประโยชน์ของสมุนไพรร . กรุงเทพฯ ฯ : หมักจีน . 139 น.

จันทร์จิรา สุขประเสริฐ “สารคดีอุตสาหกรรม” อาหารและสุขภาพ ปีที่ 29 ฉบับที่ 7 (มกราคม-พฤษภาคม 2539) น. 3 – 5

ณรงค์ นิยมวิทย์ . 2538 . องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร . กรุงเทพฯ ฯ : ฟอร์เมทพรีนติ้งเฮาส์ . 237 น .

ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ . 2530 . วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลทางการเกษตร (ผักและผลไม้) . พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ ฯ : ดีแฮล์ม จำกัด . 64 น.

ดนัย บุญยเกียรติและนิธิยา รัตนาปนนท์ . 2535 . การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ . พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ ฯ : ไอ เอส พรีนติ้งเฮาส์ . 295 น.

ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ . 2538 . มะนาวหน้าแล้ง . กรุงเทพฯ ฯ : อักษรสยามการพิมพ์ . 78 น.

ปรานี อ่านเปรียง . 2532 . เอนไซม์ทางอาหารตอนที่ 1 . กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 188 น.

ยุวดี กาญจนันธุ์ . 2530 . อาหารและโภชนาการ . พิมพ์ครั้งที่ 4 . บริษัทททกน . 1066 น.

เพชรวิ เหมือนวงษ์ญาติ . 2537 . สมุนไพรรักษาใหม่ . พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์เมดคัล -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีเดีย . 235 น .

พิชัย สราธรรมย์ . 2528 . ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมันสำปะหลัง การศึกษาระดับปริญญาตรี .

กรุงเทพฯ ฯ : ม.ป.ป . 417 น .

ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก . 2532 . กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร . กรุงเทพฯ ฯ : โอ เอส พรินต์ติ้งเฮาส์ .

302 น .

ภูวนาท นนทรี . 2532 . การปลูกมะนาวนอกฤดู . กรุงเทพฯ ฯ : โครงการหนังสือเกษตรชุมชน . 72 น .

\_\_\_\_\_ . 2532 . เทคนิคการปลูกมะนาวนอกฤดู . กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์เพรสโปรดักส์ .

295 น .

รวบรวมความสัมมนาเรื่องผักพื้นบ้าน . 2542 . ความสัมมนา . กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์การสงเคราะห์  
ทหารผ่านศึก . 315 น .

วราภรณ์ ชัยโอภาส “ การสกัดเพคตินในผักที่เป็นอาหาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 3 ( 3 )  
( กันยายน – ธันวาคม 2538 ) น . 68 – 78 อ้างโดย เด็สวุฒ โสภณ “ การสกัดเพคตินใน  
ผลไม้ ” วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 3 ( 2 ) ( พฤษภาคม – สิงหาคม 2538 ) น . 43 – 48

วิชาการเกษตร, กรม . 2526 . มันสำปะหลัง . กรุงเทพฯ ฯ : สหสารการพิมพ์ . 164 น .

วิเศษ อัครวิทยากุล . 2537 . การปลูกมะนาว . กรุงเทพฯ ฯ : โครงการหนังสือเกษตรชุมชน . 72 น .

ศิริลักษณ์ สิ้นขวาลัย . 2525 . ทฤษฎีอาหารเล่ม 2 . นนทบุรี . บริษัทวารวณิชการพิมพ์ . 270 น .

สมศักดิ์ วรรณศิริ . 2531 . มะนาว . กรุงเทพฯ ฯ : สหมิตรออฟเซต . 78 น .

\_\_\_\_\_ . 2531 . สวนมะนาว . กรุงเทพฯ ฯ : ศูนย์ผลิตสาขาเกษตรเพื่อชีวิต . 63 น .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายชล เกตุษา . 2528 . สรีระวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ . มหาวิทยาลัย -  
เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน . โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ .  
264 น .

สุนทรี สหบุตรา . 2525 . สรรพคุณสมุนไพรไทย 200 ชนิด . กรุงเทพฯ ฯ : เมดิคัลมีเดีย . 245 น .



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

## แบบทดสอบ Hedonic Scale Test

ชื่อผู้ทดสอบ \_\_\_\_\_

วันที่ \_\_\_\_\_

ตัวอย่าง \_\_\_\_\_ มะนาว \_\_\_\_\_

## Hedonic Scale Test

กรุณาประเมินตัวอย่างอาหารต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา โดยการเรียงหมายเลขของตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดลงบนช่องที่กำหนดให้ ตามลำดับความชอบ หรือไม่ชอบ ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ตามที่ท่านตรวจพบ

ระดับคะแนนความชอบ	คะแนน	ระดับคะแนนความชอบ	คะแนน
ชอบมากที่สุด	9	ไม่ชอบเล็กน้อย	4
ชอบมาก	8	ไม่ชอบปานกลาง	3
ชอบปานกลาง	7	ไม่ชอบมาก	2
ชอบเล็กน้อย	6	ไม่ชอบมากที่สุด	1
เลขๆ	5		

	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	การยอมรับโดยรวม
471			
936			
027			
937			
850			
651			
708			
214			
515			
714			

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ \_\_\_\_\_

## ภาคผนวก ข

### 1. การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง โดยเครื่อง pH

เป็นการวัดค่าความแตกต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรดดังนี้

1. ปรับพีเอชมิเตอร์ ให้อ่านค่าได้ถูกต้องโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบ พีเอชที่แน่นอน พีเอช 4.00 และพีเอช 7.00 ตามลำดับ
2. ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น เช็ดให้แห้ง แล้วจุ่มลงในน้ำมะนาวทั้ง 10 ตัวอย่าง อ่านค่าพีเอชที่ได้จาก พีเอชมิเตอร์
3. แล้วจึงแช่ในน้ำกลั่นหรือในสารละลายบัฟเฟอร์เพื่อนำไปใช้งานได้ที่ทันที
4. เมื่อทำการวัดเสร็จแล้ว ควรเก็บอิเล็กโทรดไว้ใน พีเอช 7

### 2. การหาปริมาณกรด (% acidity)

#### อุปกรณ์

1. บิวเรต
2. บีเปต
3. บีกเกอร์
4. Erlenmeyer flask
5. แท่งแก้ว
6. Volumetric flask

#### สารเคมี

1. phenolphthalein
2. NaOH เข้มข้น 0.1 N

#### วิธีการ

1. ใส่น้ำมะนาว 10 ml เติมน้ำกลั่น 50 ml ปรับให้เข้ากัน
2. นำไปจุดใส่ flask 50ml หยด phenolphthalein 2-3 หยด เป็น indicator
3. ไตเตรตด้วย 0.1 N NaOH จนได้สีชมพู จดปริมาณที่ใช้นำไปคำนวณ เปอร์เซ็นต์

acidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร

$$\% \text{ acidity} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{Normal NaOH} \times 70 \times B \times 100}{\text{กรัมของตัวอย่างอาหาร} \times C \times 100}$$

B = ปริมาตรทั้งหมดของสารละลายตัวอย่าง = 250 ml

C = ปริมาตรทั้งหมดของสารละลายที่ใช้ไตเตรท = 10 ml



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

**ตารางภาคผนวก ก** การคำนวณค่า Analysis of variance ชนิด CRD การยอมรับ  
ของผู้ทดสอบด้านสี สัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาผลมะนาวสด

Panelists	Treatment										Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	4.5	4.5	5	4	6.5	5.5	6	6	5	6.5	57
2	6.5	7	8	8.5	6.5	8	6.5	5	5.5	5.5	67
3	6	5	8	6.5	6.5	7.5	6	5	5	5.5	61
4	6	6	7	5.5	6	5.5	5.5	6	6	6.5	59.5
5	7	6.5	7.5	7	6.5	6.5	6.5	6	6	6.5	66
6	7	7.5	8	8	5.5	6	6.5	5	4	7	64.5
7	7.5	8	9	6.5	6	6	6	6.5	7	8	70.5
8	6.5	6	6	6.5	4	6	6	6	6.5	8	62
9	7	6.5	6.5	6.5	5	5	5	6.5	5	5	58
10	8	8	8	7.5	6	6.5	6.5	6.5	6	6	69
11	8	6.5	7.5	5	8	6.5	6.5	5	5	5	54
12	7.5	7	6	7.5	6.5	6.5	6.5	6.5	5	7	66
13	6.5	7	8.5	8	8.5	7	5.5	6.5	5	5	63.5
14	6.5	6.5	8	6	6	6.5	4.5	6.5	6	6	62.5
15	8	6.5	8.5	5.5	5.5	8	6.5	7	5.5	5.5	64.5
Total	102.5	98.5	111.5	96.5	93.5	92	90	90	82.5	92.5	949.5
Sample	102.5/	98.5/	111.5/	96.5/	93.5/	92/	90/	90/	82.5/	92.5/	
Mean	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Score	6.833	6.567	7.433	6.44	6.233	6.133	6	6	5.5	6.166	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<sup>1</sup>Treatment

A = ว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 50 เปอร์เซ็นต์

B = ว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 60 เปอร์เซ็นต์

C = ว่านหางจระเข้ที่ใช้ในการทดสอบ 70 เปอร์เซ็นต์

D = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

E = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

F = เพศดินที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

G = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 5 เปอร์เซ็นต์

H = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์

I = แป้งมันที่ใช้ในการทดสอบ 15 เปอร์เซ็นต์

J = ธรรมดา

<sup>2</sup>คะแนน

9 = ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = เฉย ๆ

## ตารางภาคผนวก ข ตารางแสดงสูตรการหาค่า Analysis of Variance

Source of Variation	Sum of Square	Degree of Freedom	Mean Square	F
Treatment	$\sum_{t} x_i^2$	จำนวนตัวอย่าง - 1		
Error	SS Total - SS Treatment	df Total - df Treatment		
Total	$\sum x_{ij}^2 - CF$	จำนวนการตรวจ - 1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. การคำนวณหา CF (Correction Factor)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}} \\
 &= \frac{(949.5)^2}{150} \\
 &= 6010.335
 \end{aligned}$$

## 2. การคำนวณหา SS (Sum of Square)

## 2.1 SS Treatment (The treatment of sum square)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum x_i^2}{t} - CF \\
 &= \frac{(57^2 + \dots + 64.5^2)}{15} - 6010.335 \\
 &= 37.78
 \end{aligned}$$

## 2.2 SS Total (The total of sum square)

$$\begin{aligned}
 &= \sum x_{ij}^2 - CF \\
 &= (4.5^2 + 6.5^2 + \dots + 6^2 + 5.5^2) - 6010.335 \\
 &= 6162.15 - 6010.335 \\
 &= 153.88
 \end{aligned}$$

## 2.3 SS Error (Error of sum square)

$$\begin{aligned}
 &= \text{SS Total} - \text{SS Treatment} \\
 &= 153.88 - 37.78 \\
 &= 116.1
 \end{aligned}$$

## 3. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

$$\begin{aligned}
 3.1 \text{ df Treatment} &= \text{จำนวนตัวอย่าง} - 1 \\
 &= 10 - 1 \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.2 \text{ df Total} &= \text{จำนวนการตรวจ} - 1 \\
 &= 150 - 1 \\
 &= 149
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.3 \text{ df Error} &= \text{df Total} - \text{df Treatment} \\
 &= 149 - 9 \\
 &= 140
 \end{aligned}$$

#### 4. การคำนวณ MS (Mean Square)

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS Treatment} &= \frac{\text{SS Treatment}}{\text{df Treatment}} \\
 &= \frac{37.78}{9}
 \end{aligned}$$

$$= 4.198$$

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS Error} &= \frac{\text{SS Error}}{\text{df Error}} \\
 &= \frac{116.1}{140} \\
 &= 0.83
 \end{aligned}$$

#### 5. ทาค่า F (variance ratio)

$$\begin{aligned}
 5.1 \text{ ทาค่า F ของ Treatment} &= \frac{\text{MS Treatment}}{\text{MS Error}} \\
 &= \frac{4.198}{0.83} \\
 &= 5.06
 \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวก ค การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F- crit
Treatment	37.78	9	4.198	5.06*	6E-06	1.947
Error	116.1	140	0.83			
Total	153.9	149				

#### 6. พิจารณา % (Significance difference level of treatment)

ดูค่า F ถ้ามากกว่า ค่า F- crit แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (  $P > 0.05$  )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.2 พิจารณาความแตกต่างระหว่าง ตัวอย่างที่ระดับ $P > 0.05$

จากค่าเฉลี่ย

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
6.833	6.567	7.433	6.44	6.235	6.133	6	6	5.5	6.16667

เรียงตามลำดับ

C	A	B	D	E	J	F	G	H	I
7.443	6.833	6.567	6.44	6.235	6.16667	6.133	6	6	5.5

### 6.2.1 หา Standard Error (SE)

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{ms\ error}{\text{จำนวนตัวอย่างที่ตรวจแต่ละตัวอย่าง}}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.83}{15}} \\
 &= \sqrt{0.0553} \\
 &= 0.235
 \end{aligned}$$

### 6.2.2 เปิดตารางหาค่า Sig. Studentized rangs at the 5 % level

ค่าในตาราง เท่ากับ 4.47

### 6.2.3 คำนวณค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่าง ตัวอย่างต่ำสุด

$$\begin{aligned}
 LSD &= SE \times \text{Sig. Studentized rangs at the 5 \% level} \\
 &= 0.235 \times 4.47 \\
 &= 1.05045
 \end{aligned}$$

### 6.2.4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับ LSD

C - A =	7.433 - 6.967	=	0.600	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
C - B =	7.433 - 6.567	=	0.866	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
C - D =	7.433 - 6.44	=	0.993	<	1.05045	ไม่แตกต่าง

C - E =	7.433 - 6.235	=	1.198	>	1.05045	แตกต่างกัน
C - J =	7.433 - 6.16667	=	1.266	>	1.05045	แตกต่างกัน
C - F =	7.433 - 6.133	=	1.300	>	1.05045	แตกต่างกัน
C - G =	7.433 - 6	=	1.433	>	1.05045	แตกต่างกัน
C - H =	7.433 - 6	=	1.433	>	1.05045	แตกต่างกัน
C - I =	7.433 - 5.5	=	1.933	>	1.05045	แตกต่างกัน
A - B =	6.833 - 6.567	=	0.266	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
A - D =	6.833 - 6.44	=	0.393	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
A - E =	6.833 - 6.235	=	0.598	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
A - J =	6.833 - 6.16667	=	0.666	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
A - F =	6.833 - 6.133	=	0.7000	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
A - G =	6.833 - 6	=	0.833	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
A - H =	6.833 - 6	=	0.833	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
A - I =	6.833 - 5.5	=	1.333	>	1.05045	แตกต่างกัน
B - D =	6.567 - 6.44	=	0.127	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
B - E =	6.567 - 6.235	=	0.332	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
B - J =	6.567 - 6.16667	=	0.400	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
B - F =	6.567 - 6.133	=	0.434	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
B - G =	6.567 - 6	=	0.567	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
B - H =	6.567 - 6	=	0.567	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
B - I =	6.567 - 5.5	=	1.067	>	1.05045	แตกต่างกัน
D - E =	6.44 - 6.235	=	0.205	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
D - J =	6.44 - 6.16667	=	0.273	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
D - F =	6.44 - 6.133	=	0.307	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
D - G =	6.44 - 6	=	0.440	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
D - H =	6.44 - 6	=	0.440	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
D - I =	6.44 - 5.5	=	0.940	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
E - J =	6.235 - 6.1667	=	0.038	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน
E - F =	6.235 - 6.133	=	0.102	<	1.05045	ไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E - G =	6.235 - 6	=	0.235	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
E - H =	6.235 - 6	=	0.235	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
E - F =	6.235 - 5.5	=	0.735	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
J - F =	6.16667 - 6.133	=	0.034	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
J - G =	6.16667 - 6	=	0.167	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
J - H =	6.16667 - 6	=	0.167	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
J - I =	6.16667 - 5.5	=	0.667	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
F - G =	6.133 - 6	=	0.133	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
F - H =	6.133 - 6	=	0.133	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
F - I =	6.133 - 5.5	=	0.633	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
G - H =	6 - 6	=	0	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
G - I =	6 - 5.5	=	0.500	<	1.05045	ไม่แตกต่าง
H - I =	6 - 5.5	=	0.500	<	1.05045	ไม่แตกต่าง

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
6.833 <sup>ab</sup>	6.567 <sup>abc</sup>	7.433 <sup>a</sup>	6.44 <sup>bd</sup>	6.235 <sup>bc</sup>	6.133 <sup>bg</sup>	6 <sup>bh</sup>	6 <sup>bi</sup>	5.5 <sup>defghi</sup>	6.16667 <sup>bf</sup>

ตารางภาคผนวก ง การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี สัปดาห์ที่ 1

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	37.16	9	4.129	1.856 <sup>ns</sup>	0.063	1.947
Error	311.4	140	2.224			
Total	348.56	149				

Treatment : F < F-crit

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( P ≤ 0.05 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวก จ** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี  
สัปดาห์ที่ 2

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	37.78	9	4.198	5.061*	6E-06	1.947
Error	116.1	140	0.83			
Total	153.88	149				

Treatment :  $F > F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก ฉ** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี  
สัปดาห์ที่ 3

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	41.07	9	4.564	8.646*	3E-10	1.947
Error	73.9	140				
Total	114.97	149				

Treatment :  $F > F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก ข** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี  
สัปดาห์ที่ 4

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	45.97	9	5.108	2.26*	0.022	1.947
Error	316.5	140	2.26			
Total	362.47	149				

Treatment :  $F > F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก ฅ** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านสี  
สัปดาห์ที่ 5

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	46.46	9	5.162	2.622*	0.00785	1.947
Error	275.6	140	1.969			
Total	322.06	149				

Treatment :  $F > F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

ตารางภาคผนวก ญ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 1

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	30.42	9	3.379	1.822 <sup>ns</sup>	0.069	1.947
Error	259.7	140	1.855			
Total	290.12	149				

Treatment : F < F-crit

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P \leq 0.05$ )

ตารางภาคผนวก ญ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 2

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	11.13	9	1.236	0.907 <sup>ns</sup>	0.521	1.947
Error	190.9	140	1.363			
Total	202.03	149				

Treatment : F < F-crit

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P \leq 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก จ** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 3

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	5.58	9	0.64	0.226 <sup>ns</sup>	0.99	1.947
Error	380.3	140	2.716			
Total	685.88	149				

Treatment : F < F-crit

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P \leq 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก ฉ** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 4

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	76.94	9	8.549	5.14 <sup>*</sup>	5E-06	1.947
Error	232.8	140	1.663			
Total	309.74	149				

Treatment : F > F-crit

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก ค** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 5

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	36.38	9	4.042	2.366 <sup>*</sup>	0.0165	1.947
Error	239.2	140	1.708			
Total	275.58	149				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Treatment :  $F > F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก ค** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับโดยรวม  
สัปดาห์ที่ 1

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	22.18	9	2.464	2.09*	0.034	1.947
Error	165.02	140	1.179			
Total	187.2	149				

Treatment :  $F > F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก ก** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับโดยรวม  
สัปดาห์ที่ 2

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	31.79	9	3.535	2.194*	0.026	1.947
Error	225.4	140	1.61			
Total	257.19	149				

Treatment :  $F > F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

ตารางภาคผนวก ท การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับโดยรวม สัปดาห์ที่ 3

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	28.63	9	3.181	1.526 <sup>ns</sup>	0.144	1.947
Error	291.9	140	12.085			
Total	187.2	149				

Treatment : F < F-crit

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (  $P \leq 0.05$  )

ตารางภาคผนวก น การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับโดยรวม สัปดาห์ที่ 4

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	30.34	9	3.371	2.378*	0.016	1.947
Error	198.4	140	1.417			
Total	228.74	149				

Treatment : F > F-crit

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (  $P > 0.05$  )

ตารางภาคผนวก บ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับโดยรวม สัปดาห์ที่ 5

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	28.44	9	3.16	2.673*	0.0067	1.947
Error	165.5	140	1.182			
Total	193.94	149				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Treatment :  $F > F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P > 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก ป** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้าน pH

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	0.043	9	0.004	0.051 <sup>ns</sup>	1	2.124
Error	3.762	40	0.094			
Total	3.8063	49				

Treatment :  $F < F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P \leq 0.05$ )

**ตารางภาคผนวก ข** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบทาง Total Soluble Solid

Source of Variation	SS	df	Ms	F	P-value	F-crit
Treatment	0.231	9	0.025	0.542 <sup>ns</sup>	0.8345	2.124
Error	1.898	40	0.047			
Total	2.13	49				

Treatment :  $F < F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P \leq 0.05$ )

ตารางภาคผนวก พ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบทาง % acidity

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F-crit
Treatment	16.16	9	1.79	0.168 <sup>ns</sup>	0.9961	2.124
Error	424.9	140	10.62			
Total	441.14	149				

Treatment :  $F < F\text{-crit}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P \leq 0.05$ )



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้