

ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อคุณภาพน้ำมะพร้าวในระหว่างการจัดเก็บ  
แบบแช่เย็น

EFFECT OF TEMPERATURE AND TIME ON COCONUT WATER QUALITIES  
DURING CHILLED STORAGE

ทิพาวรรณ ยิ่งยอดกุล  
TIPAWAN YINGYODKUL

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AI-M-054-343

ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อคุณภาพน้ำมะพร้าวในระหว่างการจัดเก็บ  
แบบแช่เย็น

EFFECT OF TEMPERATURE AND TIME ON COCONUT WATER QUALITIES  
DURING CHILLED STORAGE

ทิพาวรรณ ยิ่งยอดกุล  
TIPAWAN YINGYODKUL

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AI-M-054-343

EFFECT OF TEMPERATURE AND TIME ON COCONUT WATER QUALITIES  
DURING CHILLED STORAGE

TIPAWAN YINGYODKUL

A INDEPENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SAFETY MANAGEMENT  
FACULTY OF AGRO-INDUSTRY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2019

KMITL-2019-AI-M-054-343

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะอุตสาหกรรมเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองการศึกษาค้นคว้าอิสระ

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อคุณภาพน้ำมะพร้าวในระหว่างการจัดเก็บแบบแช่เย็น  
EFFECT OF TEMPERATURE AND TIME ON COCONUT WATER  
QUALITIES DURING CHILLED STORAGE

ชื่อนักศึกษา นางสาวทิพาพรรณ ยี่ยอดกุล  
รหัสประจำตัว 60608022  
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชา การจัดการความปลอดภัยอาหาร  
อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผศ.ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ  
อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระร่วม -

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ ดร.วิรามศรี ศรีพจนารถ	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 24 กรกฎาคม 2562 เวลา 08.30-10.00 น.  
สถานที่สอบ ณ ห้อง AI 501 อาคารปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิริโรตม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 26 เดือน 09 พ.ศ. 64

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อคุณภาพน้ำมะพร้าวในระหว่างการจัดเก็บแบบแช่เย็น
นักศึกษา	นางสาวทิพาวรรณ ยิ่งยอดกุล
รหัสประจำตัว	60608022
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การจัดการความปลอดภัยอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ผศ.ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบเพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพ เช่น ลักษณะภายนอก สี อายุผลมะพร้าว ขนาดลูก น้ำหนักเฉลี่ย และตรวจคุณภาพทางเคมีน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าว เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และความเป็นกรดต่าง (pH) พบว่าอุณหภูมิน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวช่วง 23-29 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.9-5.5 ค่า pH อยู่ในช่วง 4.5-5.8 เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในระหว่างการขนส่งแบบรถบรรทุกถัง (tank car) และแบบบรรจุถุง พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวที่เก็บในรถบรรทุกถัง มีค่าเกินมาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว คิดเป็นร้อยละ 3 ของการรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวทั้งหมด น้อยกว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวบรรจุถุง ที่มีค่าเกินมาตรฐานร้อยละ 14 ของการรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า pH ในแต่ละช่วงอุณหภูมิของการรับน้ำมะพร้าวแบบรถบรรทุกถัง ที่อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบในช่วง 1-12 องศาเซลเซียส และแบบบรรจุถุงที่อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบในช่วง 2-15 องศาเซลเซียส พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) และที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถรักษาคุณภาพทางกายภาพ เคมีของน้ำมะพร้าว และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว จึงเลือกอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส และสภาวะการจัดเก็บน้ำมะพร้าวในถังเก็บ (storage tank) มาทวนสอบผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าวของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก 2 ศูนย์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวแก่ออยู่ในช่วง 4.40 - 4.60 °brix ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.43 - 5.60 และปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรตอยู่ในช่วงร้อยละ 0.04 - 0.05 และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ไม่พบกลิ่นไม่พึงประสงค์ หรือกลิ่นเน่าเสีย และ มีรสหวานของน้ำมะพร้าว ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นของน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1 มีค่า 6.67 log cfu/ml และศูนย์ที่ 2 มีค่า 6.71 log cfu/ml เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ปริมาณยีสต์และราพบอยู่ในช่วง 3.95 - 4.58 log cfu/ml แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม พบอยู่ในช่วง 5.07 - 5.48 log cfu/ml และ พบอยู่ในช่วง  $< 1 - 2.48$  log cfu/ml ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) รวมทั้งตรวจไม่พบจุลินทรีย์

ก่อโรค *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* และ *Clostridium* spp. ดังนั้นวัตถุดิบน้ำมะพร้าวที่จัดเก็บในถังเก็บ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถรักษาคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว จึงใช้เป็นเกณฑ์สำหรับมาตรการการรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว โดยควบคุมอุณหภูมิวัตถุดิบน้ำมะพร้าวตั้งแต่ออกจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวตลอดการขนส่ง เพื่อเก็บน้ำมะพร้าวให้ได้คุณภาพเป็นที่ยอมรับและมีความปลอดภัยกับผู้บริโภค

<b>Independent study</b>	Effect of temperature and time on coconut water qualities during chilled storage
<b>Student</b>	Ms. Tipawan Yingyodkul
<b>Student ID.</b>	60608022
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Program</b>	Food Safety Management
<b>Year</b>	2019
<b>Independent study Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Aphacha Jindaprasert

## ABSTRACT

The purposes of this research were study on quality of coconut and coconut water in material receiving step for evaluation of physical properties such as appearance, color, age, size, weight and chemical properties such as total soluble solid and pH. Coconut water inside coconut at temperature 23-30 degree celsius (°C) was found total soluble solid content in the range of 3.9-5.5 °brix and pH in the range of 4.5-5.8 that conformed to the coconut water plant standards. Analysis of physical, chemical and microbial qualities of coconut water in tank car and plastic bag during chilled storage were studies. It was found that total plate count of coconut water in tank car was over standard 3% of total coconut water, which less than total plate count of coconut water in plastic bag was over standard (14%) of total coconut water. No correlation between total soluble solid content and pH of coconut water at several of temperature during receiving coconut water from tank car (1-12 degree celsius) and plastic bag (1-15 degree celsius). Thus, stroage of coconut water at 10 degree celsius could control physical, chemical and microbial qualities of coconut water. Next, coconut water from 2 coconut collection centers were kept in storage tank at 10 degree celsius and 24 hours and studied on coconut water qualities during chilled storage in storage tank and transported to the factory. Results showed total soluble solid content were 4.40 - 4.60 °brix, pH were 5.43 - 5.60, titratable acidity content were 0.04 - 0.05 and taste of coconut were normal. Microbiological quality found initial total plate count of coconut water from coconut collection center no.1 and no. 2 were 6.67 and 6.71 log cfu/ml. In addition, yeasts and molds, coliform and *Escherichia coli* were detected in the range of 3.95 – 4.58 log cfu/ml, 5.07 – 5.48 log cfu/ml and <1 – 2.48 log cfu/ml, respectively. Chilled storage of coconut water for 24 hours did not effected on microbial qualities ( $p \geq 0.05$ ). Furthermore, pathogenic bacteria as *Salmonella* spp., *Staphylococcus*

*aureus*, *Bacillus cereus* and *Clostridium spp.* were not detected. Therefore, storage coconut water at 10 degree celsius for 24 hours could kept their qualities accord to coconut water plant standard. It can be used for standard of coconut water receiving from coconut collection center, for keeping coconut water qualities during transportation, and for customer acceptance and food safety.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำงานวิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการวิจัย ตลอดจนการแก้ไขการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. อติศร เสวตวิวัฒน์ และ ดร.วิรามศรี ศรีพจนารถ อาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้เกียรติเป็นกรรมการสอบปกป้องการศึกษาค้นคว้าอิสระ และได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขงานการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณพนักงานที่ศูนย์รับน้ำมะพร้าว และโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวที่ได้ให้ข้อมูล และสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจในการทำวิจัยนี้ตลอดมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และน้องสาวทั้ง 2 คนของข้าพเจ้าที่ช่วยทุนทรัพย์ และเป็นกำลังใจทำให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทิพาวรรณ ยิ่งยอดกุล

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 มะพร้าว.....	4
2.2 น้ำมะพร้าว.....	7
2.3 จุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าว.....	11
2.4 การสอบทวน (Validation).....	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	20
3.1 วัสดุดิบและสารเคมี.....	20
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	21
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	22
3.3.1 การตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัสดุดิบ..	22
3.3.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัสดุดิบน้ำมะพร้าวในรถ บรรทุกถัง.....	23
3.3.3 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัสดุดิบน้ำมะพร้าวบรรจุ ถุง.....	24

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.4 การทวนสอบผลของอุณหภูมิตั้งแต่เวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บ	25
3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	27
4.1 คุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ.....	27
4.2 ผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถึง.....	31
4.3 ผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวบรรจุถุง.....	35
4.4 ผลการทวนสอบของอุณหภูมิตั้งแต่เวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บ.....	40
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	49
5.1 สรุปผลงานวิจัย.....	49
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	50
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก.....	57
ภาคผนวก ก.แบบฟอร์มการรับวัตถุดิบ.....	58
ภาคผนวก ข.วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี.....	59
ภาคผนวก ค.วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์.....	61
ภาคผนวก ง.ผลการทดลองลักษณะทางกายภาพเคมีและปริมาณจุลินทรีย์.....	66
ประวัติผู้เขียน.....	68

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าว.....	8
3.1 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิต่ำเกินไปที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส.....	24
4.1 ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะพร้าว ที่อุณหภูมิ ในช่วง 23-29 องศาเซลเซียส.....	29
4.2 ลักษณะกายภาพเคมีของน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรี ที่เก็บในรถบรรทุกถัง ที่อุณหภูมิลบเข้าวัดอุณหภูมิในช่วง 2-10 องศาเซลเซียส.....	32
4.3 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัด ราชบุรี ที่เก็บในรถบรรทุกถัง ที่อุณหภูมิลบเข้าวัดอุณหภูมิในช่วง 1-10 องศาเซลเซียส.....	34
4.4 ลักษณะกายภาพเคมีของน้ำมะพร้าวจาก จังหวัดราชบุรี ที่อุณหภูมิลบเข้าวัดอุณหภูมิใน ช่วง 2-15 องศาเซลเซียส.....	36
4.5 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวจากจังหวัดราชบุรี ที่อุณหภูมิลบเข้า วัดอุณหภูมิในช่วง 2-17 องศาเซลเซียส.....	38
4.6 เปรียบเทียบผลอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าว บรรทุกถังและบรรจุถุง.....	39

## สารบัญรูป

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของผลมะพร้าวและสัดส่วนน้ำหนัก.....	4
2.2 มะพร้าวปอกเปลือกเหลือจุก (dehusk mature coconut except perianth area)	5
2.3 มะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอก (Semi-dehusk mature coconut) .....	5
2.4 มะพร้าวทั้งผล (whole mature coconut) .....	6
2.5 มะพร้าวปอกเปลือกออกทั้งหมด (fully dehusked mature coconut).....	6
2.6 ขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบน้ำมะพร้าวของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัด ราชบุรี.....	11
4.1 ลักษณะของมะพร้าวปกติ (มะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอก).....	27
4.2 ลักษณะน้ำมะพร้าวที่ปฏิเสธการรับเข้า.....	28
4.3 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำมะพร้าวแก่จากขั้นตอนการรับวัตถุดิบลูกมะพร้าว ณ ช่วงอุณหภูมิต่างๆ.....	30
4.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะพร้าวจากขั้นตอนการรับวัตถุดิบลูกมะพร้าว ณ ช่วงอุณหภูมิต่างๆ.....	30
4.5 น้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กในรถบรรทุกถัง.....	31
4.6 น้ำมะพร้าวจากเกษตรกร.....	35
4.7 ขั้นตอนการแปรรูปน้ำมะพร้าวของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก.....	41
4.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ระยะ เวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง.....	42
4.9 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิประมาณ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง.....	43
4.10 ปริมาณกรด (%) ของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิประมาณ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ระยะ เวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง.....	44
4.11 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิประมาณ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง.....	45
4.12 ปริมาณยีสต์และราของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิประมาณ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง.....	45
4.13 ปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิประมาณ 10 ± 1 องศา เซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง.....	47
4.14 ปริมาณ <i>E. coli</i> ของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิประมาณ 10 ± 1 องศาเซลเซียส ระยะ เวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง.....	47

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำมะพร้าว (Coconut water) เป็นน้ำผลไม้ที่มาจากมะพร้าว (*Cocos nucifera*) โดยน้ำมะพร้าวแก่ที่มีอายุ 8 – 10 เดือนจะมีความหนาแน่นอยู่ที่ 1.0141 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ ) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid, TSS) ขั้นต่ำอยู่ที่ 3.6 องศา-บริกซ์ ( $^{\circ}\text{brix}$ ) ความเป็นกรด (titratable acidity) ที่ความเป็นกรดต่าง (pH) 8.1 ประมาณ 2.0 - 20 มิลลิโมลต่อลิตร มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.6 - 5.9 มีปริมาณโพแทสเซียม (potassium, K) อยู่ในช่วง 900 – 2,800 มิลลิกรัมต่อลิตร ( $\text{mg/l}$ ) โดยปกติจะพบประมาณ 1900  $\text{mg/l}$  (AIJN, 2017) จากงานวิจัยของ Kalman และคณะ (2012) พบว่า น้ำมะพร้าวนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการ มีสารอิเล็กโทรไลต์ที่ร่างกายสามารถดูดซึมได้ง่าย โดยเปรียบเทียบความสามารถในการการฟื้นฟูร่างกายที่ขาดน้ำหลังการออกกำลังกาย พบว่าน้ำมะพร้าวและเครื่องดื่มเกลือแร่ให้ผลไม่แตกต่างกัน ทำให้น้ำมะพร้าวเป็นที่นิยมของผู้ที่ชื่นชอบการออกกำลังกาย โดยผู้บริโภคจะดื่มน้ำมะพร้าวเพื่อทดแทนเกลือแร่ที่สูญเสียในระหว่างออกกำลังกาย ดังนั้นน้ำมะพร้าวถือได้ว่าเป็นเครื่องดื่มเกลือแร่จากธรรมชาติ จากข้อมูลตลาดน้ำผลไม้แห่งประเทศไทย พ.ศ. 2559 พบว่าน้ำมะพร้าวมีมูลค่าทางการตลาดอยู่ที่ 4,492 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 9.1 ต่อปี และมีแนวโน้มสูงขึ้น โดย Zenith บริษัทที่ปรึกษาด้านอาหารและเครื่องดื่มรายใหญ่ของประเทศไทย (2017) คาดการณ์ว่าอัตราเติบโตของตลาดน้ำมะพร้าวโลกจะเพิ่มสูงถึงร้อยละ 26.8 ภายในปี พ.ศ. 2563 คิดเป็นมูลค่า 2.9 พันล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2560) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2559 มีการบริโภคน้ำมะพร้าวถึง 160 ล้านแกลลอน หรือคิดเป็นมูลค่ากว่า 2.06 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ อีกทั้งกรมการค้าต่างประเทศ (2559) พบว่าในปี พ.ศ. 2558 น้ำมะพร้าวมีอัตราการขยายตัวสูงเกือบร้อยละ 30 ถือว่ามีอัตราการขยายตัวสูงที่สุดในตลาดจีน

จากข้อมูลดังกล่าว จึงทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำมะพร้าวพร้อมดื่มบรรจุกล่อง หรือบรรจุขวดได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ทำให้โรงงานผลิตน้ำมะพร้าวบางครั้งอาจประสบปัญหาการเจ้าน้ำมะพร้าวสำหรับผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่มภายในโรงงานเองอาจไม่ทันตามกำหนด เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โรงงานผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่มจึงรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวสดที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อบรรจุใส่รถที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในสถานะแช่เย็นจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม เพื่อให้โรงงานสามารถผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่มได้ตามความต้องการของลูกค้า หากจัดเก็บวัตถุดิบน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิสูงกว่า 5 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยทั่วไป มีโอกาสที่เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากกระบวนการเจ้ามะพร้าวเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนจนทำให้วัตถุดิบน้ำมะพร้าวเสื่อมเสียคุณภาพก่อนเข้าสู่โรงงาน ซึ่งทำให้กลิ่นรสของน้ำมะพร้าวเปลี่ยนแปลง น้ำมะพร้าวมีรสชาติเปรี้ยวผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค หรือถ้าหากจัดเก็บวัตถุดิบน้ำมะพร้าวเป็นระยะเวลานาน เช่นในกรณีที่มียอดการผลิตสูง โรงงานจะต้องจัดซื้อวัตถุดิบน้ำมะพร้าวจากผู้ผลิตวัตถุดิบน้ำมะพร้าวหลายแหล่ง และจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวจากทุกแหล่งทำให้กระบวนการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวก่อนการรับเข้าใช้เวลานาน หรือกรณีที่เกิดอุบัติเหตุทำให้การส่งวัตถุดิบน้ำมะพร้าวล่าช้า เมื่อ

เก็บน้ำมะพร้าวไว้เป็นเวลานาน จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากกระบวนการเจาะมะพร้าวจะมีเวลาในการขยายพันธุ์โดยการแบ่งตัวแบบทวิภาค (binary fission) จนทำให้น้ำมะพร้าวเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพก่อนเข้าสู่โรงงาน กลิ่นรสของน้ำมะพร้าวเปลี่ยนแปลง น้ำมะพร้าวมีรสชาติเปรี้ยวผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้อัตถุคิบน้ำมะพร้าวมีจุลินทรีย์เกินกว่าค่าที่กำหนด และอาจทำให้กระบวนการฆ่าเชื้อที่กำหนดไว้สำหรับทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าวไม่เพียงพอ หรือน้ำมะพร้าวเสื่อมเสียคุณภาพก่อนเข้าสู่โรงงานผลิตน้ำมะพร้าว จำเป็นต้องมีการกำหนดระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาวัตถุดิบน้ำมะพร้าว

ชนิดของมะพร้าวและกระบวนการของการเจาะน้ำมะพร้าวก็นำมาต่อจุลินทรีย์เริ่มต้น และการปนเปื้อนจุลินทรีย์ โดยน้ำมะพร้าวแก่จะมี ความเป็นกรดต่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 ซึ่งเหมาะแก่การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคมกกว่าน้ำมะพร้าวอ่อน ที่มีค่า pH ประมาณ 4.6 ค่าความเป็นกรดพบว่าน้ำมะพร้าวอ่อนมีค่าความเป็นกรดมากกว่าน้ำมะพร้าวแก่ เพราะมีการสะสมกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในแควคิโอล ซึ่งเมื่อผลสมบูรณ์ทำให้มีปริมาณกรดลดลง ทำให้ความเป็นกรดในน้ำมะพร้าวอ่อนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคได้ดีกว่าน้ำมะพร้าวแก่ อีกทั้งกระบวนการเจาะน้ำมะพร้าวแก่มีโอกาสปนเปื้อนจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมมากกว่ามะพร้าวอ่อน ทำให้การวิจัยในครั้งนี้เลือกน้ำมะพร้าวแก่มาใช้เป็นวัตถุดิบในการทดสอบผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อคุณภาพน้ำมะพร้าวแก่

หากวัตถุดิบน้ำมะพร้าวแก่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เมื่อจัดเก็บที่อุณหภูมิมากกว่า 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาเวลานาน ปัจจัยด้านสารอาหารของน้ำมะพร้าวที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ที่ต้องการน้ำตาลและเจริญในสภาพความเป็นด่างอ่อนๆ มีเวลาในการเพิ่มจำนวนอย่างเพียงพอ และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญและขยายพันธุ์จะทำให้ปริมาณของจุลินทรีย์ในวัตถุดิบน้ำมะพร้าวเพิ่มจำนวนขึ้นจนถึงระดับที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสีย หรือกระบวนการฆ่าเชื้อที่กำหนดไว้สำหรับทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบน้ำมะพร้าวไม่เพียงพอทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม ตรวจพบจุลินทรีย์ในระดับที่เกินเกณฑ์ที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงศึกษาเพื่อหาเกณฑ์ของอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่ำของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก เพื่อให้วัตถุดิบน้ำมะพร้าวมีคุณภาพด้านประสาทสัมผัสเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค มีคุณสมบัติทางกายภาพเคมีตามมาตรฐาน และมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งเกณฑ์ของอุณหภูมิและระยะเวลาที่นำมาใช้จะต้องได้รับการทวนสอบว่ามีประสิทธิภาพที่จะไม่ทำให้น้ำมะพร้าวเสื่อมเสียคุณภาพ และมีปริมาณของจุลินทรีย์ก่อโรคเกินค่าที่กำหนด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ
- 1.2.2 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถัง (tank car) และน้ำมะพร้าวบรรจุกระหว่างการขนส่ง
- 1.2.3 เพื่อกำหนดเกณฑ์อุณหภูมิ และเวลา ที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก

### 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการสำรวจการตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบจากแหล่งปลูกมายังศูนย์รับน้ำมะพร้าว โดยสุ่มตรวจคุณภาพของลูกมะพร้าวแก่ทุกคันรถ เพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพ เช่น ลักษณะภายนอก สี อายุผลมะพร้าว ขนาดลูก น้ำหนักเฉลี่ย และตรวจคุณภาพทางกายภาพเคมีน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าว เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า pH เพื่อให้สอดคล้องตามเกณฑ์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวแห่งหนึ่งในนครปฐม ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพเคมีและจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำมะพร้าวที่จัดเก็บในรถบรรทุกถึงจากศูนย์รับน้ำมะพร้าว และน้ำมะพร้าวบรรจุจุกจากเกษตรกรผู้ผลิตขนาดเล็ก ระหว่างการขนส่งมายังโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว เพื่อให้ทราบสภาวะในการเก็บวัตถุดิบน้ำมะพร้าว และช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในระหว่างการเก็บ จากนั้นนำสภาวะในการเก็บวัตถุดิบน้ำมะพร้าวที่คัดเลือกได้ มาทำการทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก 2 แห่ง โดยทำการเตรียมน้ำมะพร้าว ศึกษาคุณภาพทางกายภาพเคมีและจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำมะพร้าว ขณะทำการขนส่งที่อุณหภูมิที่เหมาะสม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดย 6 ชั่วโมงแรกจะมีการบันทึกผลอุณหภูมิ ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรด และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทุก 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะเก็บผลทุก 3 ชั่วโมง และมีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *Escherichia coli* ที่ 3, 9, 15, 21 และ 24 ชั่วโมง เพื่อมั่นใจว่าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวจะมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับและมีความปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทราบถึงคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ
- 1.4.2 สามารถหาสภาวะที่เหมาะสมในการจัดเก็บวัตถุดิบน้ำมะพร้าวแช่เย็นที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเพื่อให้ น้ำมะพร้าวมีความปลอดภัยตามมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด
- 1.4.3 สภาวะที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะสามารถเป็นแนวทางในการกำหนดเวลาและอุณหภูมิในการจัดเก็บวัตถุดิบน้ำมะพร้าวสำหรับสถานประกอบการผลิตวัตถุดิบน้ำมะพร้าวอื่นๆได้

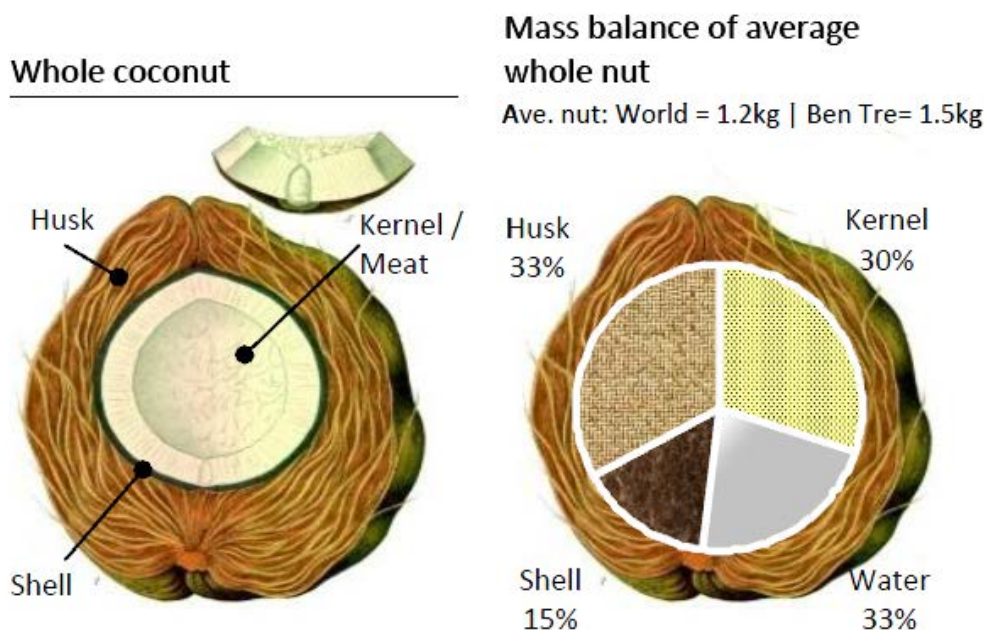
## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 มะพร้าว

##### 2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะพร้าว

มะพร้าวแก่ (Mature coconut) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ในวงศ์ปาล์ม (Family Arecaceae หรือ Palmae) มักได้มาจากพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* L. เป็นไม้ยืนต้น ลำต้นตรง ไม่มีกิ่งก้าน ทรงพุ่มใบกลม ใบประกอบแบบขนนก ช่อดอกเป็นแบบ spadix เกิดจากซอกใบ มีกาบหุ้ม 2 กาบ (spathe) (มนูญ, 2532) มะพร้าวหนึ่งลูก โดยเฉลี่ยประกอบไปด้วย เนื้อมะพร้าว (kernel) ร้อยละ 30 น้ำมะพร้าว (coconut water) ร้อยละ 33 กะลา (shell) ร้อยละ 15 กาบมะพร้าว (Husk) ร้อยละ 33 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561) รายงานว่าประเทศไทยถือเป็นผู้ผลิตมะพร้าวและผลิตภัณฑ์มะพร้าวที่สำคัญ 1 ใน 10 ของโลก ในปี พ.ศ. 2560 มีเนื้อที่ให้ผล 756,000 ไร่ และให้ผลผลิต 762,000 ตัน นิยมปลูกมากในภาคกลาง และภาคใต้ โดยเฉพาะจังหวัด นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ และชลบุรี



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของผลมะพร้าวและสัดส่วนน้ำหนัก

ที่มา : Coconut in the Mekong Delta. An Assessment of Competitiveness and Industry Potential (2009)

### 2.1.2 ประเภทของลูกมะพร้าว

ประเภทของมะพร้าวทางการค้าที่จัดแบ่งตามมาตรฐานสินค้าเกษตร (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554) มี 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1) มะพร้าวปอกเปลือกเหลือจุก (dehusk mature coconut except perianth area) มีลักษณะเป็นผลมะพร้าวแก่ที่ผ่านการปอกเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลางออกโดยเหลือส่วนของเปลือกชั้นกลางหุ้มเฉพาะบริเวณตา (perianth area) ของกะลามะพร้าวไว้ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 มะพร้าวปอกเปลือกเหลือจุก (dehusk mature coconut except perianth area)

2) มะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอก (semi-dehusk mature coconut) มีลักษณะเป็นผลมะพร้าวแก่ที่ผ่านการปอกเปลือกชั้นนอกออกเหลือส่วนของเปลือกชั้นกลางบางส่วนหุ้มกะลามะพร้าว ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 มะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอก (Semi-dehusk mature coconut)

3) มะพร้าวทั้งผล (whole mature coconut) หมายถึง ผลมะพร้าวแก่ที่ยังไม่ปอกเปลือก โดยยังมีส่วนของเปลือกชั้นนอก (exocarp) และเปลือกชั้นกลาง (mesocarp) หุ้มเปลือกชั้นในหรือกะลามะพร้าว (endocarp) ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 มะพร้าวทั้งผล (whole mature coconut)

4) มะพร้าวปอกเปลือกออกทั้งหมด (fully dehusked mature coconut) หมายถึง ผลมะพร้าวแก่ที่ผ่านการปอกเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลางออกทั้งหมด เหลือเฉพาะกะลามะพร้าว ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 มะพร้าวปอกเปลือกออกทั้งหมด (fully dehusked mature coconut)

### 2.1.3 การเลือกพันธุ์และอายุของมะพร้าว

การเปลี่ยนแปลงจากลูกมะพร้าวอ่อนไปเป็นลูกมะพร้าวแก่ มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ขนาด และน้ำหนักของผล เมื่ออายุของผลมะพร้าวเพิ่มขึ้น เปลือกมะพร้าวมีน้ำหนักลดลง ขณะที่กะลามะพร้าว และเนื้อมะพร้าวมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น (พิมลพรรณ และกมลวรรณ, 2546) ปริมาณของน้ำมะพร้าวที่ได้จากแต่ละลูกมะพร้าวนั้นจะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์มะพร้าว และระดับความแก่ของต้นมะพร้าวที่เก็บเกี่ยวลูกมะพร้าว ซึ่งควรเก็บเกี่ยวมะพร้าวเมื่อครบอายุ 9 เดือน เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำสูงสุด (FAO, 2007) ผลมะพร้าวจะสร้างน้ำตาลในน้ำมะพร้าวตั้งแต่ผลอ่อนมีอายุ 5 เดือนจนอายุ 8-9 เดือน เมื่อมะพร้าวอายุ 9 เดือน 2 อาทิตย์ น้ำมะพร้าวจะมีรสชาติหวานลดลง (จุลพันธุ์ และคณะ, 2548) สีของเปลือกมะพร้าว สามารถบอกความแก่อ่อนของ มะพร้าว โดยเปลือกมะพร้าวอายุ 10 เดือน มีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากเปลือกมะพร้าวอายุ 6 เดือน (พิมลพรรณ และกมลวรรณ, 2546)

### 2.1.4 การเก็บเกี่ยว

ไม่ควรให้ลูกมะพร้าวตกจากที่สูงลงสู่พื้นขณะเก็บลูกมะพร้าว เพราะอาจทำให้ลูกมะพร้าวมีรอยเปิดและมีโอกาสที่จุลินทรีย์ที่ทำให้เน่ามะพร้าวเกิดการเสื่อมเสียหรือจุลินทรีย์ก่อโรคเข้าสู่ภายในลูกมะพร้าว น้ำมะพร้าวที่เก็บมาจากมะพร้าวที่ผลมีรอยแตกจากการหล่นจากที่สูง ประมาณ 8 เมตร น้ำมะพร้าวจะมีความขุ่นมาก เมื่อเทียบกับน้ำมะพร้าวที่มีลักษณะใส พบว่าน้ำมะพร้าวจากผลที่มีรอยแตกมีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ต่ำ ซึ่งความขุ่นและความเป็นกรดต่าง (pH) สามารถเป็นตัวบ่งชี้ของการเน่าเสียของวัตถุดิบน้ำมะพร้าวได้ ในทำนองเดียวกันน้ำมะพร้าวที่เก็บมาจากมะพร้าวที่ร่วงและแตกจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่าน้ำมะพร้าวที่เก็บจากมะพร้าวที่ลูกมะพร้าวไม่มีรอยแตกหรือบุบ (FAO, 2007)

นอกจากวิธีการเก็บเกี่ยวแล้วเวลาและอุณหภูมิในการเก็บเกี่ยวลูกมะพร้าวก็มีความสำคัญเนื่องจากมะพร้าวเป็นสิ่งมีชีวิตจะมีการหายใจแม้กระทั่งหลังการเก็บเกี่ยว อีกทั้งยังอุณหภูมิของมะพร้าวในการเก็บเกี่ยวสูง ลูกมะพร้าวก็น่าจะหายใจในช่วงเวลาหลังการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงช่วยกระตุ้นอัตราการหายใจของมะพร้าวหลังการเก็บเกี่ยวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเร็วขึ้น และนำไปสู่การเสื่อมเสียของน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าว (FAO, 2007)

### 2.1.5 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

ไม่ควรให้ลูกมะพร้าวหลังการเก็บเกี่ยวสัมผัสกับสิ่งแปลกปลอม เช่น ดิน หรือปุ๋ยเคมี เพราะหากลูกมะพร้าวไม่ได้รับการทำความสะอาด หรือล้างอย่างวิธี จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารเคมีและจุลินทรีย์ในระหว่างการผลิตน้ำมะพร้าว (FAO, 2007) ไม่ควรเก็บรักษาลูกมะพร้าวที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากลูกมะพร้าวจะมีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า (สำเร็จ, 2554)

### 2.1.6 สภาพการเก็บรักษา

ลูกมะพร้าวหลังการเก็บเกี่ยวสามารถหายใจได้ โดยกิจกรรมในการหายใจจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวได้ อุณหภูมิสูงช่วยกระตุ้นอัตราการหายใจของมะพร้าวหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งนำไปสู่การเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วของน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวที่ยังคงสภาพสมบูรณ์ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการจัดเก็บลูกมะพร้าวที่จะทำให้กระบวนการหายใจภายในลูกมะพร้าวช้าลง เช่น การควบคุมอุณหภูมิจัดเก็บให้เหมาะสม หรือนำมาผลิตเป็นน้ำมะพร้าวภายในระยะเวลาที่สั้นที่สุดหลังจากการเก็บเกี่ยวโดยควรนำมาผลิตเป็นน้ำมะพร้าวหลังจากเก็บเกี่ยวลูกมะพร้าวจากต้นมะพร้าวภายใน 24 ชั่วโมง (FAO, 2007) ความเข้มข้นของ น้ำตาลกลูโคส (glucose) มีปริมาณมากที่สุดในช่วงแรกของการเก็บรักษาและจะลดต่ำลง ส่วนปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส (fructose) และซูโครส (sucrose) จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ (สำเร็จ, 2554)

## 2.2 น้ำมะพร้าว

น้ำมะพร้าวแก่ (Mature coconut) มักได้มาจากพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* L. วงศ์ *Arecaceae* มาจากส่วนที่เป็นของเหลวส่วนเอนโดสเปิร์ม (Yong et al., 2009) อาจบริโภค

สดหรือเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตในอุตสาหกรรม เช่น น้ำมะพร้าวบริสุทธิ์ (coconut water) น้ำมะพร้าวผสมน้ำตาล (coconut juice) นอกจากนี้ ยังมีน้ำมะพร้าวผสมกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ด้วย เช่น น้ำมะพร้าวผสมเนื้อมะพร้าว น้ำมะพร้าวผสมน้ำผลไม้ น้ำมะพร้าวผสมกะทิ น้ำมะพร้าวผสมผสมช็อคโกแลต เป็นต้น

### 2.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพเคมี (physicochemical properties) ของน้ำมะพร้าว

น้ำมะพร้าวมีคุณสมบัติทางกายภาพเคมี ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid, TSS) หรือค่าบrix (brix) เป็นการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ ค่าที่ได้จะบ่งบอกระดับความหวานของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะมีการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยการใช้ดิจิตอล รีแฟคโตมิเตอร์ (digital refractometer) เป็นเครื่องมือในการตรวจวัด น้ำมะพร้าวจากผลแก่จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่ำกว่าน้ำมะพร้าวจากผลอ่อน ความเป็นกรดต่าง (pH) ในน้ำมะพร้าว โดยทั่วไปน้ำมะพร้าวจะมีค่า pH อยู่ที่ 4.6-5.6 จึงถือว่าเป็นกรดเล็กน้อย โดยน้ำมะพร้าวอ่อนจะมีค่า pH ต่ำกว่าน้ำมะพร้าวแก่

ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าว

งานวิจัย	Tulecke และคณะ (1961)			Santoso และคณะ (1996)	
	อ่อน	แก่ผลสีเขียว	แก่	อ่อน	แก่
สารอาหารหลัก	-	-	-	(ก./100 ก.)	(ก./100 ก.)
น้ำ				94.18	94.45
โปรตีน				0.12	0.52
ไขมัน				0.07	0.148
เถ้า				0.87	0.47
คาร์โบไฮเดรต				4.76	4.41
ใยอาหาร				ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำตาล	(ก./100 มล.)	(ก./100 มล.)	(ก./100 มล.)	(ก./100 ก.)	(ก./100 ก.)
ทั้งหมด	0.92	2.17	1.39	5.23	3.42
ซูโครส	0.09	0.92	0.89	0.06	0.51
กลูโคส	0.39	0.72	0.25	2.61	1.48
ฟรุกโตส	0.43	0.52	0.25	2.55	1.43
มอลโตส	-	-	-	ไม่พบ	ไม่พบ
ไซโลส	-	-	-	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำตาลแอลกอฮอล์	-	(มก./100 มล.)	-	-	-
แมนนิทอล		0.08			
ซอบิตอล		1.5			
Myo-inositol		0.001			
Scyllo-inositol		0.005			

\*หมายเหตุ – คือ ไม่ตรวจวิเคราะห์

ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าว (ต่อ)

งานวิจัย ชนิดมะพร้าว	tulecke และคณะ (1961)			Santoso และคณะ (1996)	
	อ่อน	แก่ผลสีเขียว	แก่	อ่อน	แก่
แร่ธาตุ	-	(มก./100 ก.)	-	(มก./100 ก.)	(มก./100 ก.)
แคลเซียม		-		27.35	31.64
เหล็ก		0.01		0.02	0.02
แมกนีเซียม		30		6.4	9.44
ฟอสฟอรัส		37		4.66	12.77
โปแตสเซียม		312		203.7	257.52
โซเดียม		105		1.75	16.1
สังกะสี		-		0.07	0.02
ทองแดง		0.04		0.01	0.03
แมงกานีส		-		0.12	0.08
คลอรีน		183		-	-
ซัลเฟอร์		24		0.58	
อลูมิเนียม		-		0.07	0.06
โบรอน		-		0.05	0.08
วิตามิน	-	มก./100 มล.	-	มก./100 ก.	มก./100 ก.
วิตามินซี		-		0.43	0.39
ไนอะมิน (B1)		น้อยมาก		น้อยมาก	0.006
ไรโบฟลาวิน (B2)		0.001		0.006	0.006
ไนอะซิน (B3)		0.064		ไม่พบ	ไม่พบ
กรดแพนโทธีนิก (B5)		0.052		-	-
ไพริดอกซิน (B6)		น้อยมาก		ไม่พบ	ไม่พบ
กรดโฟลิก		0.0003		-	-
ไบโอติน		0.002		-	-
กรดนิโคตินิก		0.064		-	-
ค่า pH	4.6-5.6	-	-	4.6 ± 1	5.2 ± 1
กรดอินทรีย์	(meq/มล.)	(meq/มล.)	(meq/มล.)	มก./100 ก.	มก./100 ก.
ทาร์ทาริก	-	-	-	0.09	0.13
มาลิก	9.36	34.31	11.98	18.44	17.03
ซิตริก	-	0.37	0.31	ไม่พบ	1.38
อซิติก	-	-	-	ไม่พบ	0.07
โพลีโกลีน	0.43	0.39	0.18	-	-
ซักซินิก	-	-	0.28	-	-

\*หมายเหตุ - คือ ไม่ตรวจวิเคราะห์

## 2.2.2 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส (sensory properties) ของน้ำมะพร้าว

พิมลพรรณ และกมลวรรณ (2546) รายงานว่า อายุของผลมะพร้าวมีอิทธิพลต่อกลิ่นหอม รสหวาน และรสเปรี้ยวของน้ำมะพร้าว โดยน้ำมะพร้าวจะมีค่าความเข้มข้นด้านกลิ่นหอมเพิ่มขึ้นเมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้น และค่าความเข้มข้นลดลงเมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้น จุลพันธ์ และคณะ (2548) พบว่า มะพร้าวช่วง 5 เดือน รสชาติไม่หวาน อมเปรี้ยว เริ่มมีรสหวานเล็กน้อยเมื่ออายุ 5 เดือน 3 สัปดาห์ จากนั้นมีรสหวานเพิ่มขึ้น มะพร้าวอายุ 9 เดือน น้ำมะพร้าวจะมีรสซ่าและมีไขมันในน้ำมะพร้าว เมื่อมะพร้าวอายุ 9 เดือน 2 อาทิตย์ น้ำมะพร้าวจะมีรสชาติดีหวานลดลง

ชนิกานต์ และคณะ (2558) ได้วิเคราะห์น้ำมะพร้าวด้วยเทคนิค head-space solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry (HS-SPME-GC-MS) พบสารให้กลิ่นรสในน้ำมะพร้าวหลัก ได้แก่ ethanol, 2-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-butanol, pentanal, hydroxy-2-butanone, 2-nonanone, ethyl octanoate และ 2-undecanone

## 2.2.3 ประโยชน์ของน้ำมะพร้าว

อาภากร (2561) ได้รวบรวมสรรพคุณของน้ำมะพร้าว พบว่า ประเทศพิจิตได้มีการใช้น้ำมะพร้าวรักษาโรคไต ทั้งยังพบว่าน้ำมะพร้าวช่วยลดอัตราการเต้นหัวใจของหนูทดลอง ลดความดันโลหิตในสัตว์ทดลองและมนุษย์ ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดไขมันในเลือด มีส่วนช่วยป้องกันเซลล์ตับจากการถูกทำลายในหนูเพศเมีย ช่วยป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารในหนูทดลองเพศผู้ ป้องกันการเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย ป้องกันโรคกระดูกพรุน เป็นต้น

## 2.2.4 ขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบน้ำมะพร้าว

การผลิตน้ำมะพร้าว เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่มของโรงงาน มีขั้นตอนดังภาพที่ 2.6 เริ่มจากรับลูกมะพร้าวมาจากแหล่งปลูกในจังหวัดนครศรีธรรมราช และประจวบคีรีขันธ์ มายังศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรีนำลูกมะพร้าวมาเจาะลูกด้วยสว่านมอเตอร์ เติมน้ำมะพร้าวออกโดยผ่านตะแกรงกรองหยาบ ดึงน้ำมะพร้าวเข้าสู่ถังเก็บ (balance tank) กรองเศษปนเปื้อนด้วยเครื่องกรองหยาบ และกรองละเอียด หลังจากนั้นนำน้ำมะพร้าวที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพตามข้อกำหนดไปผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (plate chiller) เพื่อลดอุณหภูมิให้อยู่ประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส ส่งน้ำมะพร้าวที่มีการลดอุณหภูมิแล้วบรรจุใส่รถบรรทุกถัง (tank car) เพื่อนำส่งโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว จังหวัดนครปฐม เขียนเป็นกระบวนการผลิต ดังนี้



ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบน้ำมะพร้าวของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรี

## 2.3 จุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าว

### 2.3.1 ประเภทของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ (Microorganism) หมายถึงสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก โดยส่วนใหญ่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องอาศัยการมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ จุลินทรีย์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปอาหาร มีอยู่ 3 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย แบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ โดยที่กลุ่มของเชื้อราเป็นจุลินทรีย์ที่มีรูปร่างขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาได้แก่ ยีสต์ และแบคทีเรียตามลำดับ

ปัญหาจากจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้แบ่งได้เป็นสองกลุ่ม (Wareing and Davenport, 2007) ดังนี้

1. จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (Spoilage organisms) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพ และการเก็บรักษาของอาหาร เมื่อเจริญเติบโตแล้วทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพหรือเน่าเสีย

2. จุลินทรีย์ก่อโรคที่เมื่อเจริญเติบโต (Pathogens) หรือปนเปื้อนแล้วทำให้อาหารเป็นพิษ หรือสร้างสารพิษขึ้นในอาหาร เมื่อรับประทานอาหารเข้าไปจะทำให้เกิดอาการป่วย เช่น ปวดท้อง วิงเวียนศีรษะ อาเจียน หรือเสียชีวิต เป็นต้น

### 2.3.2.1 จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ในน้ำผลไม้

1. ยีสต์ (Yeasts) เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว สามารถเจริญเติบโตโดยมีออกซิเจน หรือไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobes) มักพบในอาหารที่มีน้ำตาล หรือเกลือสูง เช่น น้ำผลไม้ น้ำเชื่อม น้ำผึ้ง ซีอิ๊ว เป็นต้น เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่สำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับการเน่าเสียของน้ำอัดลมและน้ำผลไม้ การเสื่อมเสียมักมาจากการเจริญเติบโตและผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเมตาบอลิซึมของยีสต์ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ กรด และสารประกอบที่เป็นสี ยีสต์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารมักมาจาก 4 กลุ่มหลักคือ *Zygosaccharomyces* เป็นกลุ่มที่เจริญในอาหารที่มีน้ำตาลสูง มักเติบโตอย่างช้าๆ สร้างกลิ่นรสที่ผิดปกติ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ *Debaryomyces hansenii* มักพบในอาหารที่มีเกลือสูง มักพบในน้ำเกลือที่ใช้สำหรับบ่มเนื้อสัตว์ ซีส และมะกอก หรือมักพบในน้ำสลัด *Saccharomyces* spp. มักใช้ในการผลิตขนมปังและไวน์ แต่บางสายพันธุ์ก็ทำให้คุณภาพไวน์และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อื่นๆ เสื่อมเสีย ด้วยการผลิตแก๊ส และทำให้ขุ่น บางชนิดเจริญเติบโตบนผลไม้ รวมถึงโยเกิร์ตที่มีผลไม้ และ *Candida* spp. ซึ่งทำให้เกิดการติดเชื้อในมนุษย์ ทำให้เกิดการเน่าเสียของผัก ผลไม้และผลิตภัณฑ์นม

2. รา (Mould) มีลักษณะเป็นเส้นใยที่มีกิ่งก้าน สร้างสปอร์ที่ทนต่อสภาพแวดล้อม บางชนิดก็สร้างสปอร์ที่ทนต่อความร้อน เช่น *Byssosclammys* spp. ต้องการออกซิเจนในการเจริญ สามารถเจริญได้ที่ pH 3-8 และในอาหารที่มีปริมาณน้ำอิสระ (water activity,  $A_w$ ) 0.7–0.8 ราแต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิที่ช่วยในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน บางชนิดก็สามารถเจริญในอุณหภูมิต่ำ ราเมื่อเจริญเติบโตจะสร้างสารพิษและสารก่อมะเร็ง ปัญหาของรา มักมาจากสุขอนามัยที่ไม่ดีภายในโรงงาน สภาพแวดล้อม สปอร์ของราที่ทนความร้อน ราจำนวนมากพบได้ในผลไม้ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ราส่วนใหญ่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ราบางชนิดผลิตเอนไซม์ที่ย่อยสลายทางเซลล์

3. แบคทีเรีย (bacteria) แบคทีเรียที่สร้างสปอร์มักจะเกี่ยวข้องกับการเน่าเสียของอาหารที่ได้รับความร้อนเนื่องจากสปอร์ของพวกมันสามารถอยู่รอดได้ในอุณหภูมิสูงในกระบวนการผลิต จัดกลุ่มจุลินทรีย์โดยอาศัยความสามารถในการเจริญที่อุณหภูมิต่างๆ ดังนี้

3.1 ไสโครโทรฟ (Psychrotroph) กลุ่มจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส และเจริญได้ในอาหารที่เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จึงมักก่อให้เกิดความการเสื่อมเสียของอาหารแช่เย็น

3.2 มีโซไฟล์ (Mesophile) กลุ่มจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิในสถานที่เก็บ หรือโกดังเก็บอาหาร กลุ่มนี้มีความสำคัญต่อมนุษย์มาก เพราะกลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อโรคทางเดินอาหารและกลุ่มจุลินทรีย์สร้างสารพิษมักอยู่ในกลุ่มนี้

3.3 เทอร์โมไฟล์ (Thermophile) กลุ่มจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์กลุ่มนี้หลายชนิดสามารถสร้างสปอร์ และยังสามารถแบ่งได้ตาม

ความสามารถในการงอกของสปอร์ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน และเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง เทอร์โมไฟล์แบบไม่ใช้ออกซิเจนบางชนิดผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์ เช่น *Desulfotomaculum nigrificans* บางชนิดผลิตก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น กลุ่ม *Thermoanaerobacterium* ในระหว่างการเก็บรักษาของอาหารที่บรรจุภาชนะปิดสนิทที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิสูง เช่น ชูบที่ขายในตู้จำหน่ายอัตโนมัติ (*Bacillus* และ *Geobacillus* spp.) ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหารที่มีค่า pH ต่ำ เมื่อเจริญเติบโตแบคทีเรียจะผลิตก๊าซเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีการผลิตก๊าซเลย

### 2.3.2.2 จุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบในน้ำผลไม้

ในการประเมินความเสี่ยงด้านจุลินทรีย์ที่พบในน้ำผลไม้พร้อมดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิทตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขของไทยแบ่งอาหารและเครื่องดื่มได้ 3 ประเภทคือ อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (pH ของผลิตภัณฑ์น้อยกว่า 4.6) อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH ของผลิตภัณฑ์มากกว่า 4.6) และอาหารปรับกรด (อาหารที่มีกระบวนการปรับค่า pH ให้ pH ผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้อยกว่า 4.6) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 349 (2556) จุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบในอุตสาหกรรมน้ำผลไม้ที่สำคัญได้แก่

1. แบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli* หรือ *E. coli*) เป็นเชื้อแบคทีเรียประจำถิ่น (Normal flora) ที่พบได้ในลำไส้ของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยปกติจะไม่ทำอันตรายหรือก่อโรคร้ายแรง แต่หากเชื้อ *E. coli* เข้าสู่ระบบต่างๆ ของร่างกายก็จะทำให้เกิดโรคติดเชื้อรุนแรง เช่น โรคติดเชื้อระบบทางเดินปัสสาวะ โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบและการติดเชื้อในกระแสเลือด เป็นต้น *E. coli* O157:H7 เป็นชนิดที่มักพบการระบาดและมีความรุนแรงสูง ถูกพบการระบาดครั้งแรกในปี ค.ศ. 1982 ในแฮมเบอร์เกอร์จากร้านฟาสต์ฟู้ดส์ ในช่วงกลางทศวรรษที่ 1990 การระบาดครั้งใหญ่เกิดขึ้นจากน้ำผลไม้ที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ (Food and Drug Administration, 2012)

2. ซัลโมเนลลา (*Salmonella*) เป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเติบโต อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตของ *Salmonella* อยู่ที่ประมาณ 37 องศาเซลเซียส ช่วง pH ในการเติบโตอยู่ระหว่าง 4.1-9.0 ส่วนค่า  $A_w$  ต่ำสุดสำหรับการเติบโตประมาณ 0.93- 0.95 *Salmonella* มีความสามารถในการทนความร้อนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดสายพันธุ์ *Salmonella* ที่พบมากในอเมริกาจะเป็นสายพันธุ์ *Salmonella* Typhimurium และ *Sal. Enteritidis* สามารถติดต่อจากสัตว์เช่น หนู สัตว์ปีก แมลง มาสู่คน การปนเปื้อนมักเกิดจากสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ไม่ดีพอ เช่น ไข่ดิบ การไม่ล้างมือให้สะอาดหลังเข้าห้องน้ำ มักพบในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ไข่ นม และผลิตภัณฑ์ ปลาและอาหารทะเล มะพร้าว โกโก้ แคนตาลูป มะเขือเทศ โดยมากมักเก็บไว้ อุณหภูมิห้อง และไม่ได้ผ่านความร้อนอย่างเพียงพอ อาการทั่วไปของผู้ที่ได้รับเชื้อคือ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ปวดศีรษะ ปวดท้อง มีไข้ หนาวสั่น และอ่อนเพลีย ความรุนแรงของอาการขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อที่ได้รับ ชนิดของเชื้อที่ได้รับ และความสามารถในการต้านทานโรคของผู้บริโภค *Salmonella* ถูกทำลายได้ง่ายที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4-5 นาที หรือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ดังนั้นการรับประทานอาหารที่ปรุงสุกใหม่ๆ หรือรับประทานในขณะที่ยังร้อน จะช่วยลดการติด *Salmonella* ได้ การแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* เช่นกัน (Food and Drug Administration, 2012)

3. สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) มีชีวิตอยู่ได้ในอากาศ ฝุ่นละออง โดยจะพบอยู่ตามทางเดินหายใจ ลำคอ หรือ เส้นผมและผิวหนัง เจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนมากกว่าสภาพไม่มีออกซิเจน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตคือ 35-40 องศาเซลเซียส ช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเติบโตอยู่ที่ 7-7.5 ส่วนค่า  $A_w$  ต่ำสุดสำหรับการเติบโตในสภาพที่มีออกซิเจนประมาณ 0.86 สภาพไม่มีออกซิเจนประมาณ 0.90 *S. aureus* มักพบการปนเปื้อนในเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์จากไข่ มันฝรั่ง ผลิตภัณฑ์นมอบครีมพาย แอแคลร์ ซ็อกโกแลต และผลิตภัณฑ์นม ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และเก็บไว้เป็นเวลานานก่อนรับประทาน *S. aureus* บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษ เอนเทอโรทอกซิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทนต่อความร้อนได้ดี และเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยในมนุษย์ สารพิษชนิดนี้ทนความร้อนถึงระดับ 143.3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วินาทีได้ ดังนั้นอุณหภูมิในการหุงต้มธรรมดาหรืออุณหภูมิน้ำเดือดจึงไม่สามารถทำลายสารพิษชนิดนี้ได้ อาการทั่วไปของผู้ได้รับเชื้อที่พบคือ ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียน เป็นตะคริวในช่องท้องและอ่อนเพลีย ในผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการอื่นแทรกซ้อน หลายรายจะมีอาการปวดหัว เป็นตะคริวที่กล้ามเนื้อ และมีการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตเป็น ระยะเวลาๆ รวมทั้งอาจมีการเด่นของซีพจรผิดปกติ (Food and Drug Administration, 2012)

4. คลอสทริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) เป็นแบคทีเรียสร้างสปอร์ซึ่งทนต่ออุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ได้นาน 5-10 ชั่วโมง เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 30-37 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ น้ำทะเล บ่อปลาอาหารสด แบคทีเรียชนิดนี้มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ เนื่องจากในสภาพที่เป็นกรดต่ำ หากมีการฆ่าเชื้อไม่สมบูรณ์เซลล์จะถูกทำลายแต่สปอร์ของ เชื้อยังมีชีวิตอยู่เมื่อสภาวะเหมาะสมสปอร์จะงอกและเจริญแบ่งตัวเพิ่มจำนวน ขณะที่เชื้อเจริญจะสร้างสารพิษนิวโรทอกซิน (neurotoxin) ออกมาปนเปื้อนในอาหาร สารพิษนี้มีผลทำลายระบบประสาท การบริโภคอาหารที่มีสารพิษนี้ปนเปื้อนเข้าไปเพียง 1 ไมโครกรัม จะทำให้เกิดอาการป่วยที่ เรียกว่า โบทูลิซึม (botulism) ทำให้มองเห็นภาพซ้อน คลื่นไส้ อาเจียน หน้ามืด เป็นอัมพาต หายใจขัด และเสียชีวิตเนื่องจากระบบหายใจล้มเหลว อาการจะเกิดภายใน 12-36 ชั่วโมง หลังการบริโภคอาหาร และอาจเสียชีวิตภายใน 3-6 วัน (Food and Drug Administration, 2012)

### 2.3.3 จุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าว

น้ำมะพร้าวมักมีสภาพที่ปลอดเชื้อเมื่ออยู่ภายในลูกมะพร้าว แต่หลังจากที่มีการนำลูกมะพร้าวมาเจาะ เพื่อผลิตน้ำมะพร้าวก็น่าจะถูกปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ที่ทำให้ น้ำมะพร้าวเกิดการเสื่อมเสีย รวมถึงเชื้อราและแบคทีเรียเนื่องจากน้ำมะพร้าวอุดมไปด้วยสารอาหาร น้ำมะพร้าวมีความเป็นกรดต่ำ และมี  $A_w$  สูง ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลให้จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเพิ่มจำนวนและเจริญเติบโต หากมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคเกินมาตรฐานที่กำหนด หรือส่งผลให้ผู้บริโภคป่วย หรือบาดเจ็บก็อาจจะทำให้สินค้าถูกเรียกคืนทั้งหมด ส่งผลให้บริษัทผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่มเสียชื่อเสียง และได้รับผลกระทบทางเศรษฐกิจ Schaffner และคณะ (1967) พบว่าเชื้อ *Salmonella* สามารถปนเปื้อนจากดินที่ใช้เพาะปลูกมะพร้าวเข้าสู่ภายในผลของมะพร้าวได้ *Acetobacter xylinum* เป็นจุลินทรีย์ที่มักพบในน้ำมะพร้าว โดย *Acetobacter xylinum* จะหมักน้ำมะพร้าวโดยอาศัยอากาศได้เซลล์ลูโลส

จากธรรมชาติ เรียกกันว่า วุ้นมะพร้าว หรือ Nata de coco สมัยก่อนมักนำน้ำมะพร้าวไปแปรรูปเป็นไวน์ หรือน้ำส้มสายชูเนื่องจากปริมาณน้ำตาลและจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการหมักในน้ำมะพร้าว (Prades et al. 2012) Maciel และคณะ (2013) พบยีสต์ในน้ำมะพร้าวได้แก่กลุ่ม *Candida* กลุ่ม *Rhodospiridium* เป็นต้น

จุลินทรีย์มีผลต่อการเน่าเสียของน้ำมะพร้าว ดังนี้ (FAO, 2007)

- 1) จุลินทรีย์กินน้ำตาลในน้ำมะพร้าว หลังจากนั้นจะผลิตกรดและก๊าซจึงทำให้หมัก
- 2) จุลินทรีย์ช่วยสลายไขมันที่มีอยู่ในน้ำมะพร้าวทำให้น้ำมะพร้าวมีกลิ่นเหม็นหืน
- 3) จุลินทรีย์ช่วยในการสลายโปรตีนในปริมาณเล็กน้อยในน้ำมะพร้าว ทำให้มีกลิ่นของกำมะถัน

## 2.4 การสอบทวน (Validation)

การสอบทวน หมายถึงกิจกรรม หรือ กระบวนการ ที่เป็นหลักฐานในการพิสูจน์ว่า มาตรการที่กำหนดสามารถควบคุมอันตรายตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ กิจกรรมการการสอบทวน สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในหลายอุตสาหกรรม แต่มักพบมากในอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากในการส่งสินค้าไปขายยังต่างประเทศส่วนใหญ่จะต้องมีการจัดทำระบบ การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม Hazard Analysis and Critical Control Point ; HACCP ตามมาตรฐานโคเด็กซ์ ซึ่งกระบวนการการสอบทวนจะเป็นกิจกรรมหนึ่งในการจัดทำระบบ HACCP เพื่อให้มั่นใจว่ามาตรการที่สถานผลิตอาหารกำหนดสามารถควบคุมอันตรายได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ การทำการสอบทวนต้องมีหลักฐานว่ามาตรการการควบคุมอาจจะเป็นมาตรการเดียว หรือหลายมาตรการรวมกันมีความสามารถในการควบคุมอันตรายให้ได้ผลตามที่กำหนด เป็นการทวนสอบ (verify) ประเภทหนึ่งที่มีมุ่งเน้นเรื่องการประเมินทางเทคนิค การวิเคราะห์ การวิจัย ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบว่ามาตรการที่กำหนดสามารถควบคุมอันตรายในอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Codex, 2013)

การตรวจสอบความถูกต้องจะดำเนินการเมื่อมีการกำหนดมาตรการควบคุม ระบบควบคุมความปลอดภัยของอาหาร หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่จำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของมาตรการก่อนนำไปใช้

สิ่งที่ควรทำก่อนการตรวจสอบความถูกต้อง (Codex, 2013)

- 1) ระบุอันตรายที่ต้องการควบคุมในสินค้าหรือสภาพแวดล้อมที่มีโอกาสเกิดขึ้นในกระบวนการ โดยพิจารณาจากประวัติที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อมูลจากการประเมินความเสี่ยง
- 2) ระบุผลลัพธ์ด้านความปลอดภัยของอาหาร โดยผลลัพธ์ความปลอดภัยของอาหารสามารถกำหนดได้หลายวิธี โรงงานควรพิจารณาจากกฎหมาย หรือข้อกำหนดที่มาจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ หรือในกรณีที่ไม่มียุทธศาสตร์หรือเป้าหมายด้านความปลอดภัยของอาหารที่กำหนดโดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ เช่น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(สมอ.) เป็นต้น ควรกำหนดเป้าหมายตามความเหมาะสมที่โรงงานสามารถปฏิบัติได้ บางครั้งโรงงานอาจตั้งเป้าหมายที่เข้มงวดกว่าค่าที่กำหนดโดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ

3) ระบุมาตรการที่จะตรวจสอบโดยคำนึงถึงก่อนนำไปปฏิบัติในการควบคุมอันตรายตามข้อกำหนดที่ทางโรงงานกำหนด โดยการควบคุมทั้งกระบวนการให้เป็นไปตามสถานะที่กำหนด นับตั้งแต่การจัดการวัตถุดิบ การควบคุมอันตรายที่เกี่ยวข้อง มาตรการควบคุมอันตรายร่วมกัน และการกระจายสินค้า กลุ่มผู้บริโภค เช่น การฆ่าเชื้อในอาหารกระป๋อง การลดอุณหภูมิให้ได้ตามข้อกำหนดภายในเวลาที่กำหนด ความสำคัญของมาตรการควบคุมในการบรรลุถึงการควบคุมอันตรายต่อผลลัพธ์ที่ระบุตัวอย่าง ไม่ว่าจะเป็นมาตรการควบคุมได้รับการตรวจสอบ แล้วระบุว่า มาตรการควบคุมนั้นได้รับการตรวจสอบก่อนหน้านี้ในลักษณะที่เหมาะสมและเหมาะสมกับธุรกิจอาหารหรือไม่

4) ก่อนการพิสูจน์มาตรการควบคุมควรมีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับกำหนดมาตรการ เช่น ผลกระทบทางด้านสุขภาพจากอันตรายที่เกิดขึ้น ประสบการณ์ในอดีตที่นำมากำหนด มาตรการควบคุมอันตรายที่มีโอกาสเกิดในกระบวนการอย่างเพียงพอ ความรู้เกี่ยวกับสายพันธุ์จุลินทรีย์ใหม่ โรคใหม่ที่มีโอกาสเกิดขึ้น

5) กำหนดปัจจัยอื่น ๆ ที่นำมาร่วมพิจารณา เช่น ความสามารถในการเฝ้าติดตามและการทวนสอบมาตรการ มาตรการควบคุมมีความเป็นไปได้ในเชิงการปฏิบัติโดยบางครั้งอาจไม่สามารถกำหนดในรูปเชิงปริมาณได้ เช่น การป้องกันการปนเปื้อนข้าม โดยการทำความสะอาด การล้างมือ เป็นต้น การศึกษาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และทางเทคนิค เช่น การใช้เทคนิคทางสถิติ การทดสอบสมมติฐาน เป็นต้น ทรัพยากรที่มีอยู่ในการกำหนดการพิสูจน์

ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการสอบทวน ควรดำเนินการในขั้นตอนดังกล่าวนี้ (Codex, 2013)

- 1) การเลือกมาตรการควบคุมในการลดหรือกำจัดอันตรายที่มาจากการพิจารณาความเสี่ยง
- 2) การกำหนดเกณฑ์การวัดที่แสดงถึงมาตรการควบคุมว่ามีประสิทธิผลในการลดหรือกำจัดอันตรายอย่างเพียงพอ
- 3) การศึกษาข้อมูล และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในการสอบทวน
- 4) การวิเคราะห์ผลเพื่อยืนยันประสิทธิผลของมาตรการ
- 5) การจัดทำเป็นเอกสาร และการทบทวนผลการสอบทวน

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิมลพรรณ และกมลวรรณ (2546) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวพันธุ์น้ำหอมที่มีอายุต่างกัน พบว่าอายุของมะพร้าวมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะพร้าว โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมะพร้าวอายุ 6 เดือนจะเพิ่มปริมาณขึ้นจนกระทั่งถึงอายุ 8 เดือน และลดลงเมื่ออายุ 10 เดือน อีกทั้งยังพบว่าน้ำมะพร้าวอายุ 8 เดือนมีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าน้ำมะพร้าวช่วงอายุอื่น

รมณี และศศิธร (2554) ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวที่ 25, 28, 30 และ 33 สัปดาห์หลังจันทมะพร้าวบาน) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอร์ไรซ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าอายุในการเก็บเกี่ยวลูกมะพร้าวมีผลต่อคุณภาพน้ำมะพร้าว โดยค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TSS) ความเป็นกรดต่าง (pH) และ

ปริมาณซูโครสเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณกรด (%acidity) ฟรุกโตส และกลูโคส ลดลงเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น จึงต้องมีการควบคุมอายุของผลมะพร้าวแก่

ธนศิริ และคณะ (2015) ทดสอบหาความพึงใจในรสชาติและปริมาณแร่ธาตุของน้ำมะพร้าวที่ เก็บรักษาลูกมะพร้าวอุณหภูมิ 5 และ 30 องศาเซลเซียสตามระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 4, 8, 12, 19 และ 26 วัน พบว่าลูกมะพร้าวที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เมื่อตรวจสอบคุณภาพทาง ประสาทสัมผัส พบว่าสามารถเก็บลูกมะพร้าวได้นานถึง 4-8 วัน

Chuku และคณะ (2007) ศึกษาการเสื่อมเสีย ความคงตัวของมะพร้าว และผลกระทบของ แผลงที่เกิดจากเชื้อรา การศึกษาพบว่า ผลการศึกษาพบว่า *Aspergillus niger* van Tieghem, *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium italicum* โดย *Aspergillus niger* เป็นเชื้อราที่มีเมล็ดใน มะพร้าวความถี่ร้อยละ 80 ของมะพร้าวที่เสื่อมเสียจากแผลงที่เกิดจากเชื้อรา และ ร้อยละ 100 สำหรับ *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium italicum* อีกทั้งยังพบว่า *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolonifer* และ *Pennicillium italicum* เป็นพาหะนำโรคในมะพร้าว การที่เมล็ดมีเชื้อ ติดไปและทำให้เกิดโรครากับพืช seed-borne fungi

Kajs และคณะ (1976) รายงานว่า พื้นผิวของเปลือกมะพร้าวที่ถูกปกเปลือกมีแบคทีเรีย ยีสต์และราจำนวนมาก โดยพบปริมาณ aerobic plate counts ตั้งแต่  $8 \times 10^5$  ไปจนถึง  $2.2 \times 10^{10}$  ต่อ เปลือกมะพร้าว 1 ลูก หากตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มจำนวนมากบนเปลือกมะพร้าว มักพบ aerobic plate counts ปริมาณสูงด้วยเช่นกัน เปลือกมะพร้าวที่มี *E. coli* ปริมาณสูง มักพบปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม ยีสต์และราในปริมาณที่สูงด้วยเช่นกัน ทั้งยังพบ Staphylococci จากการตรวจสอบด้วยวิธี coagulase-positive Staphylococci พบ Staphylococci <300 MPN ต่อเปลือกมะพร้าว 1 ลูก และ *Salmonella* <4 MPN ต่อเปลือกมะพร้าว 1 ลูก โดย *Staphylococci* และ *Salmonella* ไม่ได้เป็นจุลินทรีย์เจ้าถิ่นในเปลือกมะพร้าว แต่ที่พบในปริมาณ สูงอาจเป็นผลมาจากการสัมผัสกับพื้นที่มีการปนเปื้อน เช่น การเก็บลูกมะพร้าวไว้บนพื้น การขนย้าย และขนส่งภายใต้สภาวะสกปรก ราอาจปนเปื้อนเมื่อลูกมะพร้าวสัมผัสกับดินในขั้นตอนการจัดการ จัดเก็บลูกมะพร้าว

Awua และคณะ (2012) พบว่าน้ำมะพร้าวสดเป็นเครื่องดื่มที่เหมาะสมสำหรับการอยู่รอดและ เจริญเติบโตของ *E. coli* และ *Klebsiella pneumoniae* อีกทั้งยังพบว่าการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าวสดมีอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ใกล้เคียงกับการเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ Luria-Bertani (LB) โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของ *E. coli* ในน้ำมะพร้าวสด  $4.73 \times 10^7$  cfu ต่อหนึ่ง ชั่วโมง หากเก็บน้ำมะพร้าวสดที่อุณหภูมิห้องเกิน 120 นาที ทำให้น้ำมะพร้าวมีโอกาสทำให้อาหารไม่ ปลอดภัยได้

Chong และคณะ (2017) ได้มีการสุ่มตรวจน้ำมะพร้าวแฉงลอยในตลาดมาเลเซีย เพื่อนำมา วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) แบคทีเรียโคลิฟอร์ม *E. coli* และ *S. aureus* พบว่า น้ำมะพร้าวที่ขายตามแฉงลอย มีโคลิฟอร์มในน้ำมะพร้าวอยู่ในช่วง 43 MPN/ml ถึง > 1,000 MPN/ml ซึ่งไม่สอดคล้องกับมาตรฐานเครื่องดื่มที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organisation, WHO) และ สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) ที่กำหนดให้ไม่พบโคลิฟอร์ม โดยเชื้อ *E. coli* สายพันธุ์ที่ตรวจพบในน้ำ

มะพร้าวคือแบคทีเรีย *Enterobacteriaceae* ชนิดที่ไม่ทำให้เกิดโรค อีกทั้งยังพบเชื้อ *Staphylococcus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ใช้บ่งชี้สัญลักษณ์ส่วนบุคคลของร้านค้าแผงลอย

Kailaku และคณะ (2017) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษา (shelf-life) ของน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านกระบวนการกับน้ำมะพร้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบเย็นที่อุณหภูมิ 8 13 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 19 วัน ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการศึกษาคือค่า pH และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เนื่องจากว่าค่าความเป็นกรดต่างของน้ำมะพร้าวนั้นเปลี่ยนแปลงได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเป็นหนึ่งในพารามิเตอร์ที่สำคัญในด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าว ผลการทดลองพบว่า การลดลงของ pH ในน้ำมะพร้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบเย็น (1.9 points ที่ 8 องศาเซลเซียส) สูงกว่าเมื่อเทียบกับค่าความเป็นกรดต่าง ของน้ำมะพร้าวสดที่ลดลง 2.3 points หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 วัน โดยการลดลงของค่า pH อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการก่อตัวของฟีนอลอนุพลอิสระและฟีนอลออกไซด์ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดยังมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 13 และ 25 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำตาลที่ลดลงโดยรวมอาจเกิดจากการใช้น้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตอย่างง่ายอื่น ๆ ในการสร้างของสิ่งที่ไม่ละลายน้ำซึ่งเป็นสารสำคัญในเอนโดสเปิร์มของมะพร้าว (coconut endosperm) ซึ่งน้ำมะพร้าวที่ยังไม่ผ่านกระบวนการมีจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า  $10^{10}$  cfu/ml หลังจากเก็บไว้ 19 วันที่อุณหภูมิใด ๆ

Martial-Didier และคณะ (2017) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำมะพร้าวจากลูกมะพร้าวอายุ 9 เดือน เก็บรักษาน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน โดยนำตัวอย่างออกมาทดสอบทุกๆ 3 วัน พบว่าการเก็บน้ำมะพร้าวที่ 10 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของ pH น้อยมาก ความเป็นกรดของน้ำมะพร้าว ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันในช่วงอายุการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบกับการเก็บน้ำมะพร้าวไว้ที่ 28 องศาเซลเซียส พบว่าน้ำมะพร้าวมีการเปลี่ยนแปลงของ pH ลดลง ความเป็นกรดของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้นเนื่องจากการหมักน้ำตาลโดยแบคทีเรียแลคติกทำให้ความเป็นกรดในน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงเนื่องจากแบคทีเรียที่หมักน้ำตาลจะหมักน้ำตาลที่มีอยู่ในน้ำมะพร้าวให้เป็นแอลกอฮอล์ทำให้ระดับน้ำตาลในอาหารลดลงอย่างรวดเร็ว ปริมาณโปรตีนลดลงเนื่องจากแบคทีเรียใช้โปรตีนเป็นตัวช่วยในการสร้างไนโตรเจนและกรดอะมิโน เพอร์เซ็นต์ของของแข็งแห้งลดลง ซึ่งการลดลงของเปอร์เซ็นต์ของของแข็งแห้งสามารถอธิบายได้โดยการลดลงของปริมาณน้ำตาลอิสระในน้ำมะพร้าว เนื่องจากแบคทีเรียแลคติกจะเปลี่ยนออกซิเจนและน้ำตาลในน้ำมะพร้าวเป็นน้ำคาร์บอนไดออกไซด์ และความร้อน อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของของแข็งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิและความชื้นของลูกมะพร้าวรวมถึงปริมาณของออกซิเจนที่มีอยู่ในเซลล์ระหว่างการเก็บรักษา

Soares และคณะ (2017) เก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าวแช่เย็นที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อจากร้านค้าแผงลอย 12 ตัวอย่างเพื่อนำมาทดสอบลักษณะทางเคมีกายภาพ เช่น ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ความเป็นกรดต่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophilic bacteria) และ แบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic bacteria) ยีสต์และรา โคลิฟอร์มทนร้อน (thermotolerant coliform) และโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform) พบว่าน้ำมะพร้าวมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 4.3–5.4 ปริมาณกรดที่ไตเตรต

ได้ 0.01–0.03 กรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 2.8–6.3 °brix ตัวอย่างร้อยละ 58 พบ mesophilic bacteria ปริมาณ 5.13 ถึง 6.16  $\log_{10}$  cfu/ml พบ psychrotrophic bacteria ปริมาณ 3.3 ถึง 4.86  $\log_{10}$  cfu/ml พบ ยีสต์และราปริมาณ 4.43 ถึง 6.48  $\log_{10}$  cfu/ml พบโคลิฟอร์มทั้งหมดจากตัวอย่างทั้งหมด โดยมีปริมาณต่ำที่สุดอยู่ที่ 210 MPN/mL และปริมาณสูงสุดที่ 1,100 MPN/mL พบการเจริญเติบโตของโคลิฟอร์มทนร้อนในตัวอย่างร้อยละ 58.33 ของตัวอย่างทั้งหมด และพบการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค อีกทั้งยังพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะพร้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณ 5.2–6.3 °brix (จำนวน 11 ตัวอย่าง) เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลงอย่างต่อเนื่องจากเดือนที่หก (ร้อยละ 8.9) จนถึงเดือนที่ 12 (ร้อยละ 3.1) ของการเจริญเติบโต และ ลูกมะพร้าวมีการเปลี่ยนแปลง pH ประมาณร้อยละ 0.05 ในช่วงระยะเวลาห้าเดือน และร้อยละ 0.01 ในมะพร้าวที่ปลูกเป็นเวลา 12 เดือน

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัสดุดิบและสารเคมี

##### 3.1.1 วัสดุดิบ

- 3.1.1.1 น้ำมะพร้าวบรรจุจุก จากเกษตรกรผู้ผลิตขนาดเล็กในจังหวัดราชบุรี
- 3.1.1.2 ลูกมะพร้าวแก่มาจากแหล่งปลูกในชุมพร นครศรีธรรมราช นราธิวาสและประจวบคีรีขันธ์

##### 3.1.2 สารเคมี

- 3.1.2.1 น้ำกลั่น
- 3.1.2.2 Butterfield's phosphate diluent (Potassium dihydrogen phosphate,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )
- 3.1.2.3 Buffer solution pH 4.01 (Mettler Toledo, Switzerland)
- 3.1.2.4 Buffer solution pH 7.00 (Mettler Toledo, Switzerland)
- 3.1.2.5 Phenolphthalein solution (indicator) : เตรียมที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 (Ajax, Australia)
- 3.1.2.6 Sodium hydroxide (NaOH) : เตรียมที่ความเข้มข้น 0.15 N (Merck, Germany)

##### 3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ

- 3.1.3.1 Cook meat medium (Merck, Germany)
- 3.1.3.2 Mannitol egg yolk polymyxine B agar plate (Oxoid, UK)
- 3.1.3.3 Potato dextrose agar (Merck, Germany)
- 3.1.3.4 Plate count agar (PCA) (Difco, France)
- 3.1.3.5 3M Petrifilm aerobic plate counts (3M Health Care, USA)
- 3.1.3.6 3M Petrifilm rapid yeast and mold count plate (3M Health Care, USA)
- 3.1.3.7 3M Petrifilm *Salmonella* express plate (3M Health Care, USA)
- 3.1.3.8 3M Petrifilm *Salmonella* express confirmation disk (3M Health Care, USA)
- 3.1.3.9 3M Petrifilm Yeast and Molds counts plate with plastic spreader (3M Health Care, USA)
- 3.1.3.10 3M Rappaport-Vassiliadis R10 (R-V) (3M Health Care, USA)
- 3.1.3.11 3M *Salmonella* enrichment base (SEB) (3M Health Care, USA)

3.1.3.12 3M *Salmonella* enrichment supplement (SESUP) (3M Health Care, USA)

## 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

### 3.2.1 อุปกรณ์

- 3.2.1.1 กระดาษทิชชู (Tissue paper) สำหรับเช็ดทำความสะอาดอุปกรณ์
- 3.2.1.2 ขวดเก็บตัวอย่าง (Sampling bottle)
- 3.2.1.3 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร
- 3.2.1.4 หลอดทดลองฝาเกลียว (Test tube with screw cap)
- 3.2.1.5 จานเพาะเชื้อ (Sterile petri dishes) ขนาดอย่างน้อย 15 x 90 มิลลิเมตร
- 3.2.1.6 ตะแกรงกรองหยาบ (Sieve) (Thaisin, Thailand)
- 3.2.1.7 แท่งแก้วรูปตัวแอล (Spreader)
- 3.2.1.8 แท่งแก้วรูปตัวแอลแบบพลาสติก (Plastic spreader) (3M Health Care, USA)
- 3.2.1.9 บิวเรต (Burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
- 3.2.1.10 ปิเปตต์ (Pipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร
- 3.2.1.11 ปิเปตต์และเครื่องดูดปล่อยของเหลวตามความเหมาะสมของปริมาตรที่ใช้ (Pipette with pipette aid) (ความละเอียดไม่ต่ำกว่า 0.1 มิลลิลิตร)
- 3.2.1.12 ลูกยางสำหรับดูดตัวอย่าง (Rubber bulb)
- 3.2.1.13 สว่านมอเตอร์ หัวสว่าน ขนาด 20 มิลลิลิตร
- 3.2.1.14 ท่วงเขี่ยเชื้อ (Inoculation loop) ขนาด 10 ไมโครลิตร ( $\mu\text{l}$ )
- 3.2.1.15 เครื่องเขย่าสาร (Vortex)
- 3.2.1.16 โถปมไร้ออกซิเจน (Anaerobic jar)

### 3.2.2 เครื่องมือ

- 3.2.2.1 เครื่องกรองหยาบขนาด 80 mesh (Sweco, USA)
- 3.2.2.2 เครื่องกรองละเอียดขนาด 325 mesh (Sweco, USA)
- 3.2.2.3 เครื่องคิดเลข (Calculator)
- 3.2.2.4 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate chiller) (Merchanttech, Thailand)
- 3.2.2.5 เครื่องนับจำนวนโคโลนี (Colony counter)
- 3.2.2.6 เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH meter) รุ่น LAQUA act pH110-K (Horiba, Japan)
- 3.2.2.7 ดิจิตอล รีแฟคโตมิเตอร์ (Digital refractometer) (ร้อยละ 0-32) (Atago, Japan)
- 3.2.2.8 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) อุณหภูมิ  $25 \pm 1$ ,  $35 \pm 1$ ,  $41.5 \pm 1$  และ  $55 \pm 1$  องศาเซลเซียส (Mettler, Germany)

3.2.2.9 ถังเก็บ (Storage tank) ทำจากสแตนเลสขนาด 5,000 ลิตร (Thaisin, Thailand)

3.2.2.10 ถังควบคุมระดับ (Balance tank) ทำจากสแตนเลสขนาด 500 ลิตร (Patkol, Thailand)

### 3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ

ทำสำรวจข้อมูล และการตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ จากแหล่งปลูกมายังศูนย์รับน้ำมะพร้าว ตั้งแต่เดือนมกราคม จนถึง ธันวาคม พ.ศ. 2561 โดยรับลูกมะพร้าวมาจากแหล่งปลูกในชุมพร นครศรีธรรมราช นราธิวาสและประจวบคีรีขันธ์ มายังศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กจังหวัดราชบุรี 2 แห่งครั้งละประมาณ 9,000 ลูก รับเข้าในช่วงเวลาเย็น นำมาคัดเลือกลูกมะพร้าวแก่โดยประเมินจากลักษณะภายนอก สี อายุผลมะพร้าว ขนาดลูก น้ำหนักเฉลี่ย ทุกลูก และสุ่มมะพร้าวประมาณ 5 ลูกเพื่อตรวจคุณภาพน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าว ตามเกณฑ์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวแห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม ดังนี้

1) ลักษณะภายนอก : ผลมะพร้าวแก่ทุกลูกจะต้องมีลักษณะตรงตามพันธุ์ ไม่เกิดการงอก ไม่มีรอยแตกที่มีผลกระทบต่อคุณภาพเนื้อมะพร้าว ไม่เน่าเสียหรือเสื่อมคุณภาพ ไม่มีศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อลักษณะปรากฏของมะพร้าว โดยถ้ากรณีมีความเสียหายจากศัตรูพืช ต้องไม่มีผลกระทบกับคุณภาพของเนื้อมะพร้าว และไม่มีการปนเปื้อน โดยจะรับเข้าเฉพาะมะพร้าวเปลือกเหลืองจุกและมะพร้าวเปลือกชั้นนอก ต้องไม่พบลักษณะลูกที่มีรอยแตกมีน้ำซึม ลูกมะพร้าวแก่ที่มีรา และเน่าเสีย มีจาวใหญ่ชัดเจนหรือลูกที่มีต้นอ่อน

2) สี ต้องมีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม

3) อายุผลมะพร้าวเริ่มแก่ อายุ 9-12 เดือน สุ่มตรวจด้วยการเขย่าผล จะได้ยินเสียงน้ำมะพร้าวคลอน

4) คุณภาพน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าว

(1) ลักษณะน้ำมะพร้าว - เป็นของเหลวขุ่น ไม่มีสิ่งแปลกปลอมเจือปน

(2) สี - มีสีขาวขุ่น

(3) กลิ่น - มีกลิ่นไขมัน หรือกลิ่นจาว เล็กน้อย ไม่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ และกลิ่นเน่าเสีย

(4) รสชาติ - รสหวาน หรือรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย

(5) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่ต่ำกว่า 3.8 องศาบริกซ์ (°brix)

(6) ความเป็นกรดต่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.0-5.8

บันทึกผลการตรวจสอบลูกมะพร้าวในรายงานการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบมะพร้าว (ภาคผนวก ก.) กรณีที่พบว่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบน้ำมะพร้าวไม่ได้ตามมาตรฐานให้สุ่มตัวอย่างลูกมะพร้าว จำนวน 5 ลูก ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบน้ำมะพร้าวอีกครั้ง หากได้ตามมาตรฐานที่กำหนดจะมีการรับเข้าวัตถุดิบ แต่ถ้าหากไม่ผ่านมาตรฐานจะปฏิเสธการรับเข้าลูกมะพร้าวทั้งคันรถ กรณีลักษณะภายนอกลูกมะพร้าวไม่ได้ตามมาตรฐานเมื่อพิจารณาด้วยตาเปล่าว่าลูกมะพร้าวติดเชื้อรามากกว่าครึ่งคันรถให้ปฏิเสธการรับวัตถุดิบ แต่ถ้าพบลูก

เสียหรือติดเชื้อราน้อยกว่าครึ่งคันรถให้คัดลูกเสียคืนและรับลูกมะพร้าวที่ได้ตามมาตรฐานเข้าศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จากนั้นนำลูกมะพร้าวที่ผ่านการรับวัตถุดิบแล้วมาจัดเก็บลูกมะพร้าว โดยกองในพื้นที่บริเวณลงวัตถุดิบ หรือบรรจุในตะกร้าโปร่ง ไม่ตากแดด ฝน อากาศถ่ายเทสะดวก พื้นไม่เปียกชื้น เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องไม่เกิน 3 วัน เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการขั้นตอนการเตรียมน้ำมะพร้าวต่อไป

3.3.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถัง

#### 3.3.2.1 การตรวจรับวัตถุดิบเข้ากระบวนการผลิต

นำลูกมะพร้าวแก่ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและเก็บไว้ในบริเวณรับวัตถุดิบ จากข้อ 3.3.1 สุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 ลูก เจาะหัวลูกมะพร้าว นำตรวจคุณภาพของน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าว โดยตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี 1 ตัวอย่าง ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ ดิจิตอล รีแฟกโตมิเตอร์ ตามวิธีการของ AOAC (2000) และค่า pH ใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม จังหวัดนครปฐม ระบุว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่ต่ำกว่า 3.8 องศาบริกซ์ (°Brix) และ ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 กรณีที่พบว่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบน้ำมะพร้าวไม่ได้ตามมาตรฐานให้สุ่มตัวอย่างใหม่จำนวน 1 ตัวอย่าง ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบน้ำมะพร้าวอีกครั้ง หากได้ตามมาตรฐานที่กำหนดจะมีการรับเข้าวัตถุดิบ แต่ถ้าหากไม่ผ่านมาตรฐานจะปฏิเสธการรับลูกมะพร้าวเข้าสู่กระบวนการแปรรูปน้ำมะพร้าว

#### 3.3.2.2 การแปรรูปน้ำมะพร้าว

นำลูกมะพร้าวที่ผ่านมาตรฐานจากข้อ 3.3.2.1 มาเจาะลูกด้วยสว่านมอเตอร์ เทรนน้ำมะพร้าวออกโดยผ่านตะแกรงกรองหยาบ ตึงน้ำมะพร้าวเข้าสู่ถังควบคุมระดับ (balance tank) กรองเศษปนเปื้อนด้วยเครื่องกรองหยาบ และกรองละเอียด เก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าว มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ ดิจิตอล รีแฟกโตมิเตอร์ ตามวิธีการของ AOAC (2000) ค่า pH โดยใช้เครื่องใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง และปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต (titratable acidity) โดยเทียบกับกรดซิตริก ดัดแปลงจากวิธีการของ AOAC (2000) ซึ่งคุณภาพน้ำมะพร้าวต้องเป็นไปตามข้อกำหนด คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ต้องไม่ต่ำกว่า 3.8 °Brix ค่า pH อยู่ในช่วง 5.0-5.8 ปริมาณกรด ไม่เกินร้อยละ 0.07 จากนั้นทำการเก็บน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ ไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

หลังจากนั้นนำน้ำมะพร้าวที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพตามข้อกำหนดไปผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (plate chiller) เพื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ส่งน้ำมะพร้าวที่มีการลดอุณหภูมิแล้วบรรจุใส่รถบรรทุกถัง (tank car) ที่มีการควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 10 องศาเซลเซียส ไม่เกินเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำมาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.3.2.3 การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อ คุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถัง (tank car)

ตรวจวัดอุณหภูมิและสุ่มวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถัง (tank car) จากข้อ 3.3.2.2 มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ ดิจิตอล

รีแฟคโตมิเตอร์ ตามวิธีการของ AOAC (2000) ค่า pH โดยใช้เครื่องใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง และปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต โดยเทียบกับกรดซิตริก ดัดแปลงจากวิธีการของ AOAC (2000) กลิ่นและรสชาติ ตรวจสอบโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลด้านประสาทสัมผัสจำนวน 1 คน เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ระบุว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่ต่ำกว่า 3.8 °brix ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 ปริมาณกรดไม่เกินร้อยละ 0.07 กลิ่น ไม่พบกลิ่นไม่พึงประสงค์ หรือกลิ่นเน่าเสีย และรสชาติ มีรสหวาน หรือรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวในถังเก็บ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา และแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม ตามตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบกับมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว จังหวัดนครปฐม กำหนดให้ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า  $1 \times 10^7$  cfu/ml และเก็บข้อมูลปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยไม่ได้กำหนดมาตรฐาน คัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา วัตถุดิบน้ำมะพร้าวที่ให้ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด มาทำการทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กต่อไป

**ตารางที่ 3.1** การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่ำเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส

จุลินทรีย์	วิธีการตรวจสอบ
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)	FDA-BAM (2010)
ปริมาณยีสต์และรา (Yeasts and molds)	FDA-BAM (2001)
แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม (Coliform) และ <i>Escherichia coli</i> (แผ่น 3M petrifilm)	AOAC Official Method 991.14 (2015)
<i>Salmonella</i> spp. (แผ่น 3M petrifilm)	AOAC Official Method 2014.01 (2014)
<i>Staphylococcus aureus</i> (แผ่น 3M petrifilm)	AOAC Official Method 2003.07 (2003)
<i>Bacillus cereus</i>	FDA-BAM (2001)
<i>Clostridium</i> spp.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เลขที่ 335 เล่ม 1-2523 (2523)

3.3.3 การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวบรรจุถุง

รับน้ำมะพร้าวบรรจุถุงพลาสติกขนาด 20 กิโลกรัมจากเกษตรกรผู้ผลิตขนาดเล็กในจังหวัดราชบุรี สุ่มตัวอย่างน้ำมะพร้าวครั้งที่ 1 ช่วงต้นของการลงวัตถุดิบน้ำมะพร้าว จำนวนครั้งละ 2 ถุง เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิ จากนั้นตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ ดิจิตอล รีแฟคโตมิเตอร์ ตามวิธีการของ AOAC (2000) ค่า pH โดยใช้เครื่องใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง และปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต โดยเทียบกับกรดซิตริก ดัดแปลงจากวิธีการของ AOAC (2000) จากนั้นสุ่มตัวอย่างน้ำมะพร้าวจำนวน 5 ถุง เพื่อตรวจสอบกลิ่นและ

รสชาติของน้ำมะพร้าว โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลด้านประสาทสัมผัสจำนวน 1 คน เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ซึ่งกำหนดให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 3.8 °brix ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 ปริมาณกรด ไม่เกินร้อยละ 0.07 กลิ่น ไม่พบกลิ่นไม่พึงประสงค์ หรือกลิ่นเน่าเสีย และรสชาติ มีรสหวาน หรือรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย หากผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานจะนำวัตถุดิบน้ำมะพร้าวบรรจุถังเก็บภายในโรงงาน ผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม สุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 เมื่อรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวได้ครั้งคันรถ และสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3 เมื่อลววัตถุดิบน้ำมะพร้าวช่วงสุดท้าย เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิคุณภาพทางกายภาพ เคมี เช่นเดียวกับการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในช่วงต้น หากกรณีที่พบว่าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวช่วงต้น กลาง หรือท้ายคันรถมีคุณภาพด้านกายภาพเคมี หรือด้านประสาทสัมผัสไม่สอดคล้องกับมาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว เช่น น้ำมะพร้าวมีรสชาติเปรี้ยวเสีย ค่า pH ต่ำกว่ามาตรฐาน จะมีการสูมน้ำมะพร้าวเพิ่มจำนวน 2 ถู สำหรับการตรวจสอบด้านกายภาพเคมี หรือ สูมน้ำมะพร้าวเพิ่มจำนวน 5 ถู สำหรับการตรวจสอบด้านประสาทสัมผัส เพื่อตรวจสอบคุณภาพซ้ำอีกครั้ง หากได้ตามมาตรฐานที่กำหนดจะมีการรับเข้าวัตถุดิบ แต่ถ้าหากไม่ผ่านมาตรฐานจะปฏิเสธการรับเข้าส่วนที่เหลือทั้งหมด จากนั้นทำการสุ่มตรวจน้ำคุณภาพด้านกายภาพเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH และปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต ของมะพร้าวในถังเก็บภายในโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม เพื่อตรวจสอบว่าน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านมาตรฐานปนเปื้อนจนทำให้น้ำมะพร้าวภายในถังเก็บไม่ได้ตามมาตรฐานหรือไม่

ในช่วงการลววัตถุดิบน้ำมะพร้าวในช่วงแรก จะมีการสูมตัวอย่างน้ำมะพร้าวจำนวน 1 ถู เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวบรรจุ ถู ตามตารางที่ 1 เฉพาะปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* เปรียบเทียบกับมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว กำหนดให้ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า  $1 \times 10^7$  cfu/ml เปรียบเทียบกับคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บ จากข้อ 3.3.2 คัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสม และระยะเวลาในการเก็บรักษาวัตถุดิบน้ำมะพร้าวที่ให้ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด มาทำการทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กต่อไป

### 3.3.4 การทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บ

เมื่อได้สภาวะและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บวัตถุดิบน้ำมะพร้าว จากข้อ 3.3.2 และ 3.3.3 แล้วนำสภาวะดังกล่าว มาทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดตามวิธีการในข้อ 3.3.1 ทำการแปรรูปน้ำมะพร้าวและตรวจสอบคุณภาพตามวิธีการในข้อ 3.3.2 นำน้ำมะพร้าวที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐานไปผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (plate chiller) เพื่อลดอุณหภูมิให้อยู่ประมาณ 10 องศาเซลเซียส ส่งน้ำมะพร้าวที่มีการลดอุณหภูมิแล้วเข้าถังเก็บ (storage tank) ควบคุมอุณหภูมิในถังเก็บตามอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ได้ จากข้อ 3.3.3 เก็บน้ำมะพร้าวในถังเก็บ โดย 6 ชั่วโมงแรกจะมีการบันทึกอุณหภูมิในถังเก็บ เก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าว ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH และปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทุก

1 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะเก็บผลทุก 3 ชั่วโมงจนครบ 24 ชั่วโมง และมีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวเริ่มต้น ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E.coli* สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าวในถังเก็บทุก 3-6 ชั่วโมง ที่ 3 , 9 ,15 ,21 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ เปรียบเทียบกับมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว จังหวัดนครปฐม กำหนดให้ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า  $1 \times 10^7$  cfu/ml และตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 364 (2556) กำหนดว่า *Salmonella* spp. ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร *S. aureus* ไม่พบใน 0.1 มิลลิลิตร *B. cereus* ไม่เกิน 100 cfu/ml และ *Clostridium* spp. ไม่เกิน 100 cfu/ml เพื่อเป็นตรวจสอบความถูกต้องของอุณหภูมิที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการรับเข้าน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก

### 3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะพร้าวในแต่ละอุณหภูมิโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS รุ่น 24.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถึงจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรี วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะพร้าวในแต่ละอุณหภูมิโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS รุ่น 24.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การศึกษาผลของอุณหภูมิและต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวบรรจุถุงจากเกษตรกร จังหวัดราชบุรี วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะพร้าวในแต่ละอุณหภูมิโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS รุ่น 24.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

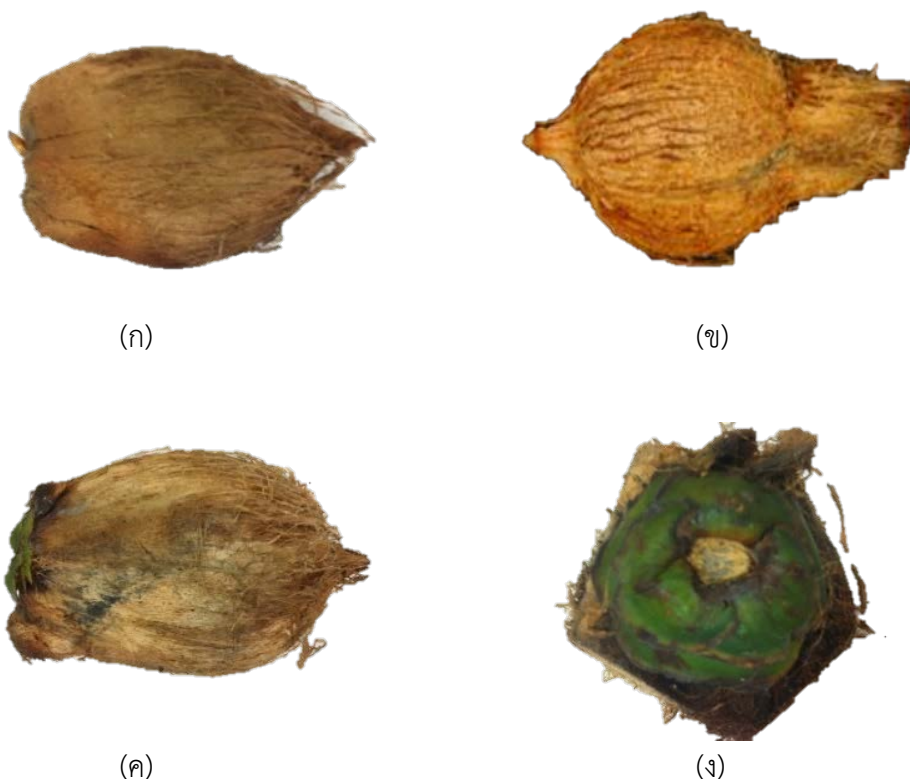
การทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E.coli* ที่เวลา 0-24 ชั่วโมง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS รุ่น 24.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 คุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ

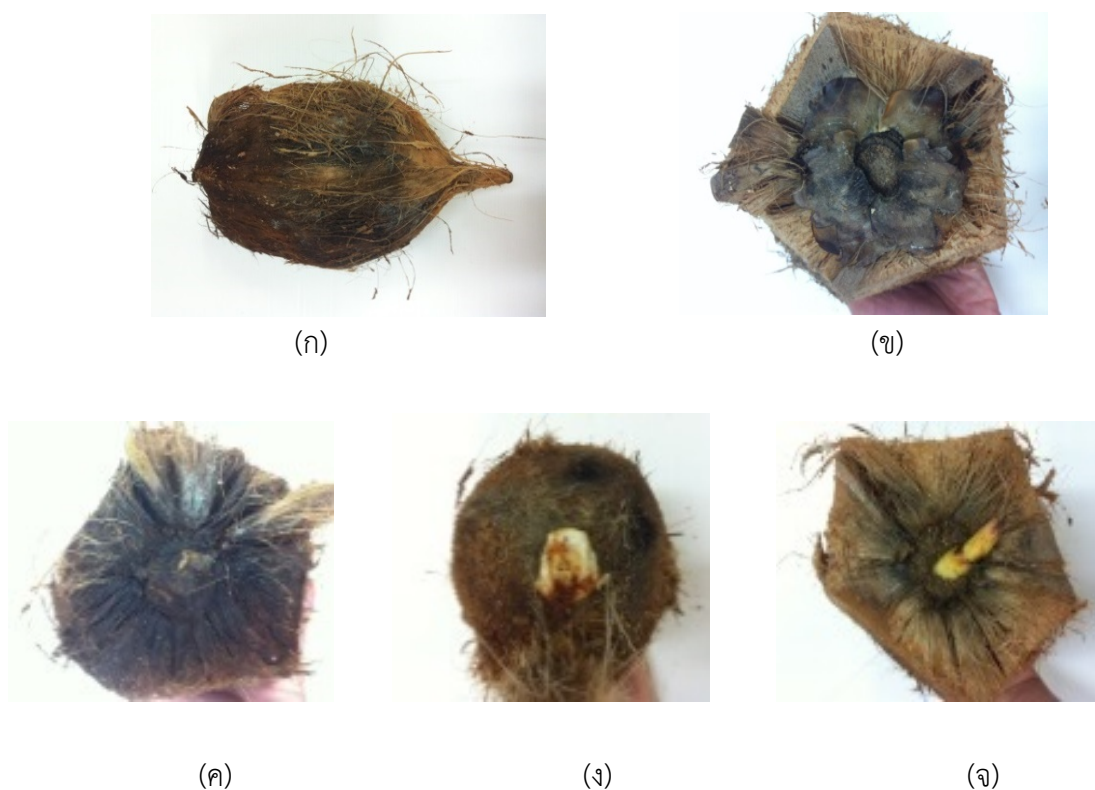
สำรวจข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ จากแหล่งปลูกมายังศูนย์รับน้ำมะพร้าว ตั้งแต่ มกราคม จนถึง ธันวาคม พ.ศ. 2561 โดยรับลูกมะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอก ดังภาพที่ 4.1 มาจากแหล่งปลูกในชุมพร นครศรีธรรมราช นราธิวาสและประจวบคีรีขันธ์ มายังศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กจังหวัดราชบุรี 2 แห่ง จำนวนทั้งหมด 279 ครั้ง ทำการคัดลูกมะพร้าวทุกลูก เลือกลูกมะพร้าวแก่ที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์มะพร้าวน้ำหอม อายุอยู่ระหว่าง 9-12 เดือน สีนํ้าตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 4.1) ปฏิเสธการรับลูกมะพร้าวที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น ลูกมะพร้าวที่มีการงอก มีรอยแตกที่มีผลกระทบต่อคุณภาพเนื้อ เน่าเสียหรือเสื่อมคุณภาพ ผลแตกมีน้ำขุ่น มีรา มีจาว มีต้นอ่อนงอก เน่าเสีย มีรอยชำ มีรอยกัดแทะดังภาพที่ 4.2 จัดเก็บลูกมะพร้าวที่ได้ตามมาตรฐาน กองในพื้นที่บริเวณลงวัตถุดิบ ที่อุณหภูมิห้องไม่เกิน 3 วัน เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการขั้นตอนการเตรียมน้ำมะพร้าว



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของมะพร้าวปกติ (มะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอก)

(ก) มะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอก; (ข) มะพร้าวปอกเปลือกเหลือจุก;

(ค) มะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอกเหลือขั้วมะพร้าว; (ง) ขั้วมะพร้าว



ภาพที่ 4.2 ลักษณะน้ำมะพร้าวที่ปฏิเสธการรับเข้า  
 (ก) รอยแตกทำให้มีน้ำซึม; (ข) พบเชื้อรา; (ค) เน่าเสีย; (ง) จาวใหญ่ชัดเจน;  
 (จ) ต้นอ่อนงอก

คัดเลือกลูกมะพร้าวแก่โดยประเมินจากลักษณะภายนอก สี อายุผลมะพร้าว ขนาดลูก น้ำหนักเฉลี่ย ทุกลูก และสุ่มมะพร้าวประมาณ 5 ลูกเพื่อตรวจคุณภาพน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าว และศึกษาอุณหภูมิภายในลูกมะพร้าวแก่ต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำมะพร้าว โดยตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ระบุว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่ต่ำกว่า 3.8 °brix ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.1 พบว่าที่อุณหภูมิน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวอยู่ในช่วง 23-29 องศาเซลเซียส พบมากที่สุดที่ 27 องศาเซลเซียส ค่า pH อยู่ในช่วง 4.5-5.8 มีค่าเฉลี่ย 5.5 อุณหภูมิน้ำมะพร้าวในช่วง 23-29 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทำให้ค่า pH ของน้ำมะพร้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) จากการตรวจรับวัตถุดิบจำนวนทั้งหมด 279 ครั้ง พบน้ำมะพร้าวที่ค่า pH 5.5 จำนวนมากที่สุดถึง 144 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 52 และพบค่า pH ต่ำกว่ามาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม จังหวัดนครปฐม จำนวน 2 ครั้ง ที่ค่า pH 4.5 คิดเป็นร้อยละ 0.7 ดังภาพที่ 4.3 เนื่องจากลูกมะพร้าวที่รับเข้าเป็นลูกมะพร้าวอ่อน ทำให้ค่า pH ของน้ำมะพร้าวต่ำกว่ากำหนด (พิมลพรรณ และกมลวรรณ, 2546) ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดพบอยู่ในช่วง 3.9-5.5 °brix ค่าเฉลี่ย 4.2 °brix พบมากที่สุดที่ค่า 4.0 °brix จำนวน 68 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 24 จากการตรวจสอบไม่พบน้ำมะพร้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่ำกว่ามาตรฐาน ดังภาพที่ 4.4 อุณหภูมิน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวในช่วง 23-29 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้

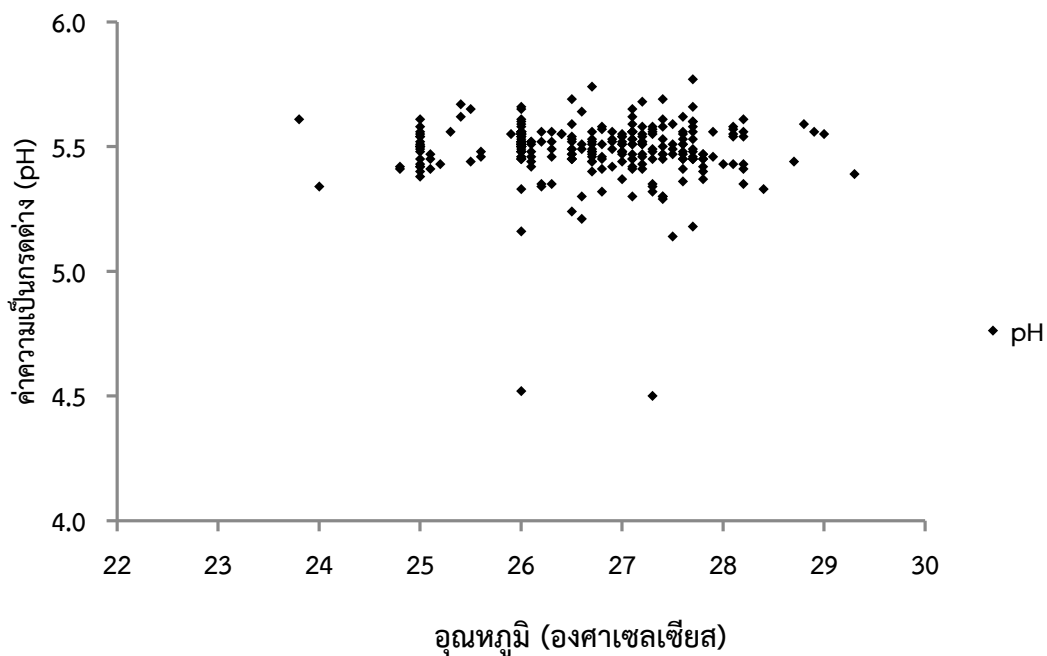
ของน้ำมะพร้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) พบว่าที่อุณหภูมิช่วง 24.1 - 25.0 องศาเซลเซียส น้ำมะพร้าวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงกว่าช่วงอุณหภูมิอื่น (ตารางที่ 4.1) แต่ค่าที่ได้ยังอยู่เกณฑ์มาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ผลการศึกษาพบค่า pH และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maciel และคณะ (1992) จัดเก็บลูกมะพร้าวที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส พบว่าค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และ ค่า pH จะไม่เปลี่ยนแปลงในสัปดาห์แรก ลักษณะคุณภาพทางกายภาพเคมีของน้ำมะพร้าวแก่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Prades และคณะ (2012) กล่าวว่า คุณสมบัติของน้ำมะพร้าวแก่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.9-5.6 °brix ค่าเฉลี่ย  $4.5 \pm 7$  °brix และค่า pH อยู่ในช่วง 6.1-5.1 ค่าเฉลี่ย  $5.5 \pm 0.3$

**ตารางที่ 4.1** ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะพร้าว ที่อุณหภูมิ ในช่วง 23-29 องศาเซลเซียส

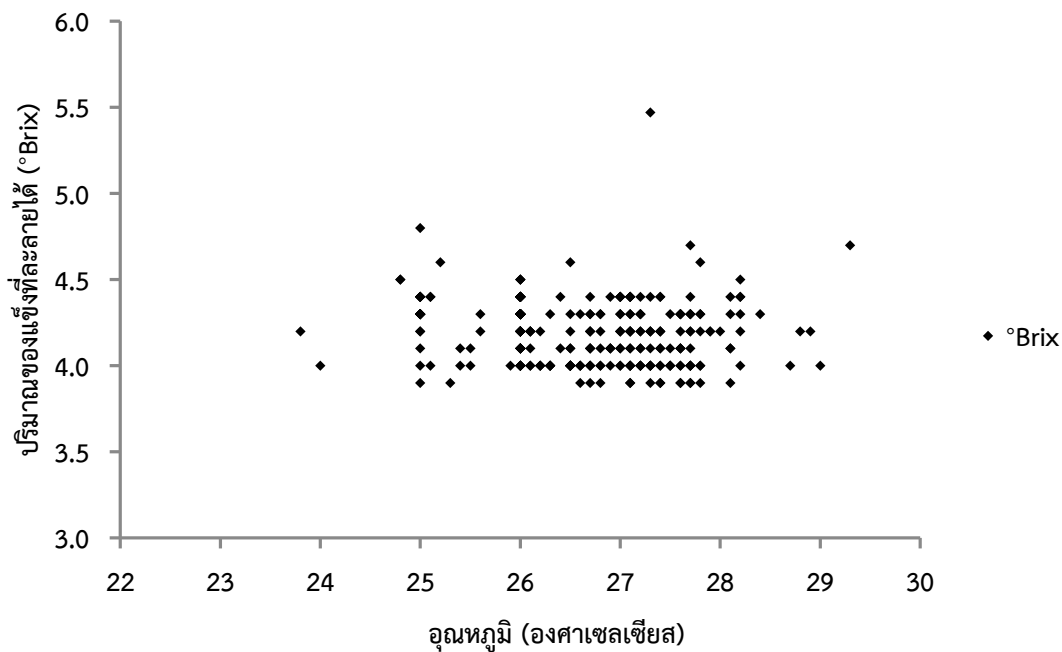
ช่วงอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	จำนวน (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดต่าง (pH) <sup>NS</sup>	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็ง ที่ละลายได้ (°brix)
23.0 - 24.0	2	$5.51 \pm 0.01$	$4.22 \pm 0.08^{b,c}$
24.1 - 25.0	29	$5.49 \pm 0.01$	$4.70 \pm 0.04^d$
25.1 - 26.0	82	$5.48 \pm 0.02$	$4.15 \pm 0.04^{a,b}$
26.1 - 27.0	108	$5.49 \pm 0.02$	$4.21 \pm 0.02^b$
27.1 - 28.0	53	$5.49 \pm 0.01$	$4.29 \pm 0.04^c$
28.1 - 29.0	5	$5.47 \pm 0.04$	$4.10 \pm 0.02^a$

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
a-d ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
NS หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าว มีความสำคัญต่อคุณภาพที่สม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์และลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าว ค่า pH เป็นตัวบ่งชี้ระดับความเป็นกรดของน้ำมะพร้าว (FAO, 2007) หากน้ำมะพร้าวมีค่า pH ต่ำ แสดงว่าน้ำมะพร้าวมีปริมาณกรดมาก จะมีรสชาติเปรี้ยว โดยน้ำมะพร้าวที่มาจากลูกมะพร้าว อายุ 6 เดือน เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสมีค่าด้านรสเปรี้ยวมากที่สุด และรสเปรี้ยวมีค่าลดลงเมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้น (พิมลพรรณ และกมลวรรณ, 2546) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสัมพันธ์กับระดับความหวานของน้ำมะพร้าว (FAO, 2007) หากมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมาก แสดงว่าน้ำมะพร้าวมีรสหวาน โดยน้ำมะพร้าวที่มาจากลูกมะพร้าว อายุ 8 เดือน เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสมีรสหวานมากที่สุด และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมากที่สุด รสหวานของน้ำมะพร้าวลดลงเมื่อน้ำมะพร้าวอายุ 10 เดือน (พิมลพรรณ และกมลวรรณ, 2546)



ภาพที่ 4.3 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำมะพร้าวแก่จากขั้นตอนการรับวัตถุดิบลูกมะพร้าว ณ ช่วงอุณหภูมิต่างๆ



ภาพที่ 4.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะพร้าวแก่จากขั้นตอนการรับวัตถุดิบลูกมะพร้าว ณ ช่วงอุณหภูมิต่างๆ

การตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ ถ้าหากพบ น้ำมะพร้าวไม่ได้ตามมาตรฐานจะสุ่มตรวจเพิ่มอีก 5 ลูก ถ้าหากไม่ผ่านมาตรฐานจะปฏิเสธการรับเข้า ลูกมะพร้าวทั้งคันรถ และจากผลการตรวจสอบพบว่าร้อยละ 99.3 ของคุณภาพน้ำมะพร้าวเป็นไปตาม มาตรฐานที่โรงงานผลิตน้ำมะพร้าวกำหนด แสดงให้เห็นว่าการใช้มาตรการเลือกแหล่งเพาะปลูกลูก มะพร้าว คัดเลือกลูกมะพร้าวโดยประเมินจากลักษณะภายนอก ได้แก่ สี อายุผลมะพร้าว ขนาดลูก น้ำหนักเฉลี่ย และสุ่มตรวจคุณภาพน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวก่อนรับเข้า สามารถควบคุมคุณภาพ น้ำมะพร้าวให้เป็นไปตามมาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวได้

#### 4.2 ผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถัง (tank car)

จากการเก็บข้อมูลน้ำมะพร้าวแก่จากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรีในช่วง 12 เดือน ตั้งแต่ มกราคมจนถึงธันวาคม พ.ศ. 2561 ที่ขนส่งโดยรถบรรทุกถัง (tank car) จำนวน 339 ครั้ง ทำการตรวจวัดอุณหภูมิในรถบรรทุกถัง (tank car) และสุ่มน้ำมะพร้าว ดังภาพที่ 4.5 มาตรวจ วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่า pH ทดสอบทางประสาท สัมผัส ได้แก่ สี กลิ่นและรสชาติ ตรวจโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลด้านประสาท สัมผัส จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวในถังเก็บ เปรียบเทียบกับ เกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.5 น้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กในรถบรรทุกถัง (ก) และการตรวจสอบ วัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถัง (ข)

น้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถัง พบว่ามีอุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบอยู่ในช่วง 1-10 องศาเซลเซียส พบ อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบมากที่สุดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผลตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและ เคมีของน้ำมะพร้าวดังตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ ระบุปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่ ต่ำกว่า 3.8 °brix ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำ มะพร้าวอยู่ในช่วง 3.8-7.0 °brix มีค่าเฉลี่ย 4.2 °brix โดยน้ำมะพร้าวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวพบมากที่สุดคือ 4.1 °brix และไม่พบตัวอย่างน้ำมะพร้าวที่การรับเข้าวัตถุดิบมี

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่ำกว่า 3.8 °brix ส่วนค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 มีค่าเฉลี่ย 5.5 และเป็นค่า pH ของน้ำมะพร้าวที่พบมากที่สุดเป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว โรงงานผลิตน้ำมะพร้าวจะปฏิเสธการรับน้ำมะพร้าวที่ค่า pH ต่ำกว่า 5 หรือสูงกว่า 5.8 เพื่อควบคุมคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวให้มีคุณภาพใกล้เคียงกันทุกการผลิต ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ชิมที่ได้รับการอบรมพบว่าน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถึงทั้งหมดมีสีขาวขุ่น กลิ่นหอมมะพร้าว และรสชาติหวานตามลักษณะน้ำมะพร้าว

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วง 2-10 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า pH ในแต่ละช่วงอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) อย่างไรก็ตามต้องมีการควบคุมอุณหภูมิน้ำมะพร้าวตลอดการขนส่ง เนื่องจากอุณหภูมิสูงช่วยกระตุ้นอัตราการหายใจของมะพร้าว และปฏิกิริยาทางเคมีในน้ำมะพร้าวซึ่งจะนำไปสู่การเสื่อมคุณภาพของน้ำมะพร้าวอย่างรวดเร็ว (Capule et al., 2014)

**ตารางที่ 4.2** ลักษณะกายภาพเคมีของน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรี ที่เก็บในรถบรรทุกถึง ที่อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบในช่วง 2-10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	จำนวน (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็ง ที่ละลายได้ (°brix) <sup>NS</sup>	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดต่าง (pH) <sup>NS</sup>
2	4	4.20 ± 0.08	5.5 ± 0.00
3	26	4.13 ± 0.12	5.43 ± 0.26
4	34	4.12 ± 0.12	5.48 ± 0.10
5	78	4.11 ± 0.13	5.54 ± 0.31
6	43	4.28 ± 0.44	5.40 ± 0.25
7	18	4.18 ± 0.15	5.43 ± 0.18
8	10	4.35 ± 0.15	5.38 ± 0.06
9	1	4.00	5.33
10	3	4.28 ± 0.09	5.47 ± 0.06

หมายเหตุ <sup>NS</sup> หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

ที่อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถึง ในช่วง 1-10 องศาเซลเซียส วัตถุดิบน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ดังตารางที่ 4.3 มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว จังหวัดนครปฐม กำหนดให้ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า  $1 \times 10^7$  cfu/ml และเก็บข้อมูลปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยไม่ได้กำหนดมาตรฐาน จากผลการทดลองพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในช่วง  $2.6 \times 10^4$ - $4.4 \times 10^7$  cfu/ml ปริมาณยีสต์อยู่ในช่วง  $2,900$ - $4.8 \times 10^6$  cfu/ml ปริมาณราอยู่ในช่วง  $<1$ - $2.1 \times 10^4$  cfu/ml ปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม อยู่ในช่วง  $1.1 \times 10^4$ - $8.0 \times 10^6$  cfu/ml และปริมาณ *E. coli* อยู่ในช่วง  $<1$ - $2.0 \times 10^5$  cfu/ml ตามลำดับ จากตัวอย่างน้ำมะพร้าวมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กที่รับเข้าทั้งหมด 340 ครั้ง ตรวจพบ

มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานจำนวน 10 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3 จากตัวอย่างทั้งหมด โดยตรวจพบที่อุณหภูมิช่วง 3-6 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่  $2.0 \times 10^7$  และ  $1.1 \times 10^7$  cfu/ml จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 27 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 7 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่  $1.4 \times 10^7$  และ  $1.0 \times 10^7$  cfu/ml จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 50 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 4 ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 4 ครั้ง ได้แก่  $4.4 \times 10^7$ ,  $3.7 \times 10^7$  และ  $1.4 \times 10^7$  cfu/ml จำนวน 2 ครั้ง จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 125 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 3 และที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 1 ครั้ง คือ  $1.0 \times 10^7$  cfu/ml จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 78 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 1 ในการรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวตรวจพบมีการรับเข้าวัตถุดิบที่อุณหภูมิสูงถึง 12 และ 16 องศาเซลเซียส อุณหภูมิละ 1 ครั้ง ตลอดทั้งปี ซึ่งมาจากความผิดปกติของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นซึ่งได้ถูกระบุอยู่ในแบบฟอร์มบันทึกอุณหภูมิ (ภาคผนวก ง.) ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $2.2 \times 10^5$  cfu/ml ปริมาณยีสต์ 4,400 cfu/ml ปริมาณรา 1,500 cfu/ml แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม  $1.8 \times 10^6$  cfu/ml และตรวจไม่พบ *E. coli* ขณะที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียสพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $8.6 \times 10^6$  cfu/ml ปริมาณยีสต์  $2.4 \times 10^4$  cfu/ml ปริมาณรา 1,800 cfu/ml Mandal และคณะ (2009) พบว่าน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวที่สมบูรณ์อยู่ในสภาวะปลอดเชื้อ ดังนั้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* จึงมาจากการปนเปื้อนจุลินทรีย์ภายใต้กระบวนการผลิตน้ำมะพร้าวของศูนย์รับน้ำมะพร้าว เช่น ปนเปื้อนเปลือกมะพร้าว อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต พนักงานที่สัมผัสลูกมะพร้าวหรือน้ำมะพร้าว (Kajs et al., 1976) สภาพแวดล้อมอากาศภายในห้องแปรรูปวัตถุดิบ และน้ำที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปน้ำมะพร้าวรวมไปถึงบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการขนส่งน้ำมะพร้าวซึ่งจะต้องมีมาตรการสำหรับตรวจรับวัตถุดิบ

อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรี ที่เก็บในรถบรรทุก ในช่วง 1-10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และค่า pH ที่อุณหภูมิช่วงต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \geq 0.05$ ) ยังสามารถรักษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำมะพร้าว สี กลิ่น และกลิ่นรสของน้ำมะพร้าว เมื่อตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ พบว่า อุณหภูมิช่วงต่างๆ ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* จากผลการศึกษาพบว่า ที่อุณหภูมิรับเข้าน้ำมะพร้าวที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่จำนวนตัวอย่างรับเข้าที่มากที่สุด และตรวจพบน้ำมะพร้าวบางตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุดถึง  $4.4 \times 10^7$  cfu/ml Awua และคณะ (2012) พบว่า *E. coli* มีการปรับตัวและเจริญเติบโตในน้ำมะพร้าวได้ช้า โดยใช้เวลาในขั้นตอนพักตัว (lag time) ประมาณ 101 นาทีก่อนจะเริ่มเจริญเติบโต ดังนั้นอุณหภูมิในช่วง 1-10 องศาเซลเซียสไม่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมะพร้าว โดยอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่สูงที่สุดในการรับเข้าวัตถุดิบในสภาวะการรับเข้าน้ำมะพร้าวแบบปกติ และยังคงรักษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ รวมทั้งสี กลิ่น และกลิ่นรสของน้ำมะพร้าวเป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มาทำการทวนสอบทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บ

ตารางที่ 4.3 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรี ที่เก็บในรถบรรทุกถัง ที่อุณหภูมิลำเลียงเข้าวัดอุณหภูมิในช่วง 1-10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	จำนวน ตัวอย่าง	TPC (cfu/ml)			ยีสต์ (cfu/ml)			รา (cfu/ml)			โคลิฟอร์ม (cfu/ml)			<i>E.coli</i> (cfu/ml)		
		สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
1	1	5.2×10 <sup>6</sup>	-	-	1.6×10 <sup>4</sup>	-	-	4,200	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5	9.2×10 <sup>6</sup>	1.7×10 <sup>6</sup>	4.4×10 <sup>6</sup>	5.6×10 <sup>4</sup>	1.6×10 <sup>4</sup>	3.2×10 <sup>4</sup>	3,600	1,000	1,880	2.2×10 <sup>6</sup>	1.1×10 <sup>5</sup>	1.3×10 <sup>6</sup>	3,000	<1	1,000
3	27	2.0×10 <sup>7</sup>	1.4×10 <sup>6</sup>	8.4×10 <sup>6</sup>	8.1×10 <sup>5</sup>	4,800	3.3×10 <sup>4</sup>	6,000	500	2,015	8.0×10 <sup>6</sup>	3.0×10 <sup>5</sup>	2.5×10 <sup>6</sup>	2.0×10 <sup>5</sup>	<1	2.1×10 <sup>4</sup>
4	50	1.4×10 <sup>7</sup>	7.4×10 <sup>5</sup>	3.6×10 <sup>6</sup>	4.8×10 <sup>6</sup>	4,300	1.4×10 <sup>5</sup>	4,800	<1	1,680	6.0×10 <sup>6</sup>	1.6×10 <sup>5</sup>	1.7×10 <sup>6</sup>	1.0×10 <sup>4</sup>	<1	633
5	125	4.4×10 <sup>7</sup>	2.8×10 <sup>4</sup>	3.9×10 <sup>6</sup>	9.4×10 <sup>5</sup>	2,900	6.2×10 <sup>4</sup>	2.1×10 <sup>4</sup>	<1	2,193	3.7×10 <sup>6</sup>	1.2×10 <sup>5</sup>	1.8×10 <sup>6</sup>	1.0×10 <sup>4</sup>	<1	1,329
6	78	1.0×10 <sup>7</sup>	2.6×10 <sup>4</sup>	3.6×10 <sup>6</sup>	1.0×10 <sup>5</sup>	7,800	2.6×10 <sup>4</sup>	8,000	<1	2,151	5.0×10 <sup>6</sup>	2.6×10 <sup>4</sup>	1.8×10 <sup>6</sup>	2,000	<1	182
7	27	9.6×10 <sup>6</sup>	1.1×10 <sup>6</sup>	3.8×10 <sup>6</sup>	5.2×10 <sup>4</sup>	4,800	2.6×10 <sup>4</sup>	4,400	600	2,033	1.2×10 <sup>6</sup>	-	1.2×10 <sup>6</sup>	<1	-	<1
8	19	6.4×10 <sup>6</sup>	9.2×10 <sup>5</sup>	3.5×10 <sup>6</sup>	1.6×10 <sup>6</sup>	8,000	1.1×10 <sup>5</sup>	4,000	500	1,742	2.8×10 <sup>6</sup>	1.7×10 <sup>4</sup>	1.4×10 <sup>6</sup>	<1	-	<1
9	3	5.2×10 <sup>6</sup>	1.8×10 <sup>6</sup>	3.3×10 <sup>6</sup>	2.4×10 <sup>4</sup>	1.7×10 <sup>4</sup>	2.2×10 <sup>4</sup>	2,200	1,000	1,500	-	-	-	-	-	-
10	3	4.8×10 <sup>6</sup>	2.7×10 <sup>6</sup>	3.8×10 <sup>6</sup>	3.6×10 <sup>4</sup>	1.7×10 <sup>4</sup>	2.8×10 <sup>4</sup>	6,000	1,100	2,767	1.4×10 <sup>6</sup>	1.1×10 <sup>4</sup>	0.7×10 <sup>6</sup>	<1	-	<1

หมายเหตุ TPC คือ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count),  
 - หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์,  
 <1 หมายถึง น้อยกว่า detection limit ที่ 1 มิลลิลิตรสำหรับแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli*, ที่ 0.01 มิลลิลิตรสำหรับยีสต์และรา และที่ 0.001 มิลลิลิตรสำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

### 4.3 ผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวบรรจุถุง

จากการเก็บข้อมูลน้ำมะพร้าวจากเกษตรกรผู้ผลิตขนาดเล็กในจังหวัดราชบุรีในช่วง 10 เดือน ตั้งแต่ มีนาคมจนถึงธันวาคม พ.ศ. 2561 ที่ขนส่งโดยรถกระบะบรรจุน้ำแข็ง จำนวน 250 ครั้ง ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำมะพร้าวภายในถุง และสูบน้ำมะพร้าว ดังภาพที่ 4.6 มาตรฐานตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่า pH ทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่นและรสชาติ ตรวจโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลด้านประสาทสัมผัส จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวในถุง เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว



ภาพที่ 4.6 น้ำมะพร้าวจากเกษตรกรผู้ผลิตในรถกระบะที่มีการอัดน้ำแข็ง (ก) และผ่านรางสำหรับการตรวจสอบปรับวัตถุดิบ (ข)

น้ำมะพร้าวจากเกษตรกรผู้ผลิตขนาดเล็กในจังหวัดราชบุรี พบว่ามีอุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบอยู่ในช่วง 1-15 องศาเซลเซียส พบมากที่สุดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผลตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำมะพร้าวดังตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ ระบุปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่ต่ำกว่า 3.8 °brix ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวอยู่ในช่วง 3.8-5.4 °brix มีค่าเฉลี่ย 4.1 °brix โดยน้ำมะพร้าวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวพบมากที่สุดคือ 4.0 °brix และไม่พบตัวอย่างน้ำมะพร้าวที่การรับเข้าวัตถุดิบมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่ำกว่า 3.8 °brix เพื่อป้องกันการเจือจางวัตถุดิบน้ำมะพร้าวด้วยน้ำ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงกว่า 7 °brix สำหรับน้ำมะพร้าวแก่เพื่อป้องกันการปลอมปนด้วยน้ำตาลหรือผสมน้ำมะพร้าวอ่อน ส่วนค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 มีค่าเฉลี่ย 5.4 และเป็นค่า pH ของน้ำมะพร้าวที่พบมากที่สุด เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว โรงงานผลิตน้ำมะพร้าวจะปฏิเสธการรับน้ำมะพร้าวที่ค่า pH ต่ำกว่า 5 หรือสูงกว่า 5.8 เพื่อควบคุมคุณภาพวัตถุดิบน้ำมะพร้าวให้มีคุณภาพใกล้เคียงกันทุกการผลิต ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ชิมที่ได้รับการอบรมพบว่าน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถึงทั้งหมดมีสีขาวขุ่น กลิ่นหอมมะพร้าว และรสชาติหวานตามลักษณะน้ำมะพร้าว

ตารางที่ 4.4 ลักษณะกายภาพเคมีของน้ำมะพร้าวจากที่จังหวัดราชบุรี ที่อุณหภูมิรับเข้าวัตฤติบในช่วง 2-15 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	จำนวน (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ ละลายได้ (%brix)	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดต่าง
1	49	5.45 ± 0.11 <sup>a</sup>	4.13 ± 0.21 <sup>c,d</sup>
2	64	5.47 ± 0.12 <sup>a</sup>	4.15 ± 0.15 <sup>d</sup>
3	160	5.39 ± 0.24 <sup>a</sup>	4.16 ± 0.20 <sup>b,c</sup>
4	320	5.38 ± 0.15 <sup>a</sup>	4.16 ± 0.21 <sup>b,c</sup>
5	744	5.36 ± 0.14 <sup>a</sup>	4.17 ± 0.20 <sup>a,b</sup>
6	635	5.33 ± 0.19 <sup>a</sup>	4.15 ± 0.19 <sup>a,b</sup>
7	562	5.36 ± 0.14 <sup>a</sup>	4.13 ± 0.19 <sup>a,b</sup>
8	644	5.35 ± 0.17 <sup>a</sup>	4.13 ± 0.18 <sup>a,b</sup>
9	328	5.34 ± 0.14 <sup>a</sup>	4.13 ± 0.18 <sup>a,b</sup>
10	359	5.36 ± 0.14 <sup>a</sup>	4.14 ± 0.20 <sup>a,b</sup>
11	50	5.35 ± 0.14 <sup>a</sup>	4.15 ± 0.20 <sup>a,b</sup>
12	34	5.31 ± 0.10 <sup>a</sup>	4.08 ± 0.16 <sup>a,b</sup>
13	9	5.31 ± 0.09 <sup>a</sup>	4.07 ± 0.17 <sup>a,b</sup>
14	11	5.28 ± 0.11 <sup>a</sup>	4.09 ± 0.10 <sup>a</sup>
15	9	5.32 ± 0.18 <sup>b</sup>	4.02 ± 0.07 <sup>a,b</sup>

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a-d ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

อุณหภูมิรับเข้าวัตฤติบน้ำมะพร้าวจากที่อุณหภูมิรับเข้าวัตฤติบในช่วง 2-17 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่พบมากที่สุดคือ 5 องศาเซลเซียส วัตฤติบน้ำมะพร้าวจากที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง  $6,000-1.0 \times 10^8$  cfu/ml ปริมาณยีสต์อยู่ในช่วง  $32-4.4 \times 10^6$  cfu/ml ปริมาณราอยู่ในช่วง  $< 1-7,200$  cfu/ml ปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง  $28-1.3 \times 10^7$  cfu/ml และปริมาณ *E. coli* อยู่ในช่วง  $< 1-3.0 \times 10^6$  cfu/ml ดังตารางที่ 4.5 มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว จังหวัดนครปฐม กำหนดให้ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า  $1 \times 10^7$  cfu/ml และไม่ได้กำหนดมาตรฐาน ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* จากผลการทดลองพบว่า จากตัวอย่างน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กที่รับเข้าทั้งหมด 250 ครั้ง ตรวจพบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานจำนวน 36 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 14 จากตัวอย่างทั้งหมด ตรวจพบที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, และ 13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 1 ครั้ง จากจำนวนรับเข้าวัตฤติบที่อุณหภูมิเดียวกัน 6 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 17 โดยพบปริมาณ  $1.2 \times 10^7$  cfu/ml ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่  $2.0 \times 10^7$ ,  $1.4 \times 10^7$  และ  $1.1 \times 10^7$  cfu/ml จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 21 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 14 ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 4 ครั้ง ได้แก่  $1.8 \times 10^7$ ,

$1.2 \times 10^7$  และ  $1.1 \times 10^7$  cfu/ml จำนวน 2 ครั้ง จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 46 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9 ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 5 ครั้ง ได้แก่  $7.6 \times 10^7$ ,  $1.2 \times 10^7$  จำนวน 2 ครั้ง,  $1.1 \times 10^7$  และ  $1.0 \times 10^7$  cfu/ml จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 33 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 15 ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ปริมาณ  $1.2 \times 10^7$  และ  $1.0 \times 10^7$  cfu/ml จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 23 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9 ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 5 ครั้ง ได้แก่  $1.6 \times 10^7$ ,  $1.5 \times 10^7$ ,  $1.3 \times 10^7$  และ  $1.2 \times 10^7$  cfu/ml จำนวน 2 ครั้ง จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 32 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 16 ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่  $1.2 \times 10^7$  cfu/ml จำนวน 2 ครั้ง และ  $1.0 \times 10^7$  cfu/ml จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 21 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 14 ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 4 ครั้ง ได้แก่  $1.4 \times 10^7$ ,  $1.3 \times 10^7$  และ  $1.0 \times 10^7$  cfu/ml จำนวน 2 ครั้ง จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 24 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 17 ที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 3 ครั้ง จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 10 ครั้ง ได้แก่  $1.7 \times 10^7$ ,  $1.5 \times 10^7$  และ  $1.0 \times 10^7$  cfu/ml คิดเป็นร้อยละ 30 ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่  $1.2 \times 10^7$  และ  $1.0 \times 10^7$  cfu/ml จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 10 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 20 ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน จำนวน 4 ครั้ง ได้แก่  $1.0 \times 10^8$ ,  $1.6 \times 10^7$ ,  $1.4 \times 10^7$  และ  $1.1 \times 10^7$  cfu/ml จากจำนวนรับเข้าที่อุณหภูมิเดียวกัน 11 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 36 อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวจากเกษตรกรผู้ผลิตขนาดเล็กในจังหวัดราชบุรี ในช่วง 2-17 องศาเซลเซียส ถือว่ายังคงสามารถรักษาคุณภาพทางกายภาพ เคมีของน้ำมะพร้าว สี กลิ่น และกลิ่นรสของน้ำมะพร้าว ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 86 ของตัวอย่างทั้งหมด

เมื่อเปรียบเทียบผลอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี ระหว่างน้ำมะพร้าวจากเกษตรกรผู้ผลิต กับน้ำมะพร้าวที่เก็บในรถบรรทุกถึงจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรี ดังตารางที่ 4.6 พบว่าน้ำมะพร้าวบรรจุลงควบคุมอุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวอยู่ในช่วง 1-10 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำมะพร้าวบรรจุลงควบคุมอุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวอยู่ในช่วง 2-17 องศาเซลเซียส น้ำมะพร้าวจากทั้งสองแหล่งมีอุณหภูมิรับตัวอย่างเข้าที่พบมากที่สุดอยู่ที่ 5 องศาเซลเซียส การขนส่งน้ำมะพร้าวที่เก็บในรถบรรทุกถึงสามารถควบคุมอุณหภูมิและคุณภาพของวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกได้ดีกว่าการบรรจุใส่ถุงแล้วแช่เย็นในน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำมะพร้าวบรรจุลง ซึ่งพบมีการละลายของน้ำแข็งระหว่างการขนส่ง ทำให้น้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถึงมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง 3.8-7.0 °brix ค่าเฉลี่ย 4.2 °brix และค่า pH พบอยู่ในช่วง 5.0-5.8 มีค่าเฉลี่ย 5.5 ส่วนน้ำมะพร้าวบรรจุลงมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง 3.8-5.4 °brix ค่าเฉลี่ย 4.1 °brix และค่า pH อยู่ในช่วง 5.0-5.8 มีค่าเฉลี่ย 5.5 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว รวมทั้งผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถึง และน้ำมะพร้าวบรรจุลง พบว่า มีสีขาวขุ่น กลิ่นหอม น้ำมะพร้าว และรสหวานของน้ำมะพร้าว ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว

ตารางที่ 4.5 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวจากถุง จังหวัดราชบุรี ที่อุณหภูมิรับเข้าวัดฤติบในช่วง 2-17 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (°C)	จำนวน ตัวอย่าง	TPC (cfu/ml)			ยีสต์ (cfu/ml)			รา (cfu/ml)			โคลิฟอร์ม (cfu/ml)			<i>E.coli</i> (cfu/ml)		
		สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
2	6	1.2×10 <sup>7</sup>	9.4×10 <sup>5</sup>	7.2×10 <sup>6</sup>	9.2×10 <sup>4</sup>	1.0×10 <sup>4</sup>	3.8×10 <sup>4</sup>	3,900	400	1,750	4.4×10 <sup>6</sup>	1.7×10 <sup>4</sup>	1.9×10 <sup>6</sup>	3.0×10 <sup>6</sup>	<1	7.5×10 <sup>5</sup>
3	5	8.0×10 <sup>6</sup>	1.4×10 <sup>6</sup>	5.3×10 <sup>6</sup>	2.2×10 <sup>4</sup>	5,600	1.4×10 <sup>4</sup>	2,200	100	900	2.2×10 <sup>6</sup>	2.4×10 <sup>5</sup>	1.2×10 <sup>6</sup>	1,000	<1	500
4	21	2.0×10 <sup>7</sup>	1.2×10 <sup>5</sup>	5.8×10 <sup>6</sup>	8.1×10 <sup>4</sup>	2,300	3.5×10 <sup>4</sup>	4,000	<1	1,067	3.2×10 <sup>6</sup>	1.0×10 <sup>4</sup>	2.0×10 <sup>6</sup>	7.0×10 <sup>5</sup>	1000	2.3×10 <sup>5</sup>
5	46	1.8×10 <sup>7</sup>	2.0×10 <sup>4</sup>	5.9×10 <sup>6</sup>	2.4×10 <sup>6</sup>	4,400	1.0×10 <sup>5</sup>	8,000	<1	1,466	7.0×10 <sup>6</sup>	2.7×10 <sup>5</sup>	3.2×10 <sup>6</sup>	3.0×10 <sup>5</sup>	<1	0.5×10 <sup>5</sup>
6	33	7.6×10 <sup>7</sup>	2.0×10 <sup>6</sup>	9.2×10 <sup>6</sup>	4.4×10 <sup>6</sup>	7,000	7.9×10 <sup>4</sup>	6,000	100	1,656	7.2×10 <sup>6</sup>	1.0×10 <sup>5</sup>	4.2×10 <sup>6</sup>	2.8×10 <sup>4</sup>	<1	1.0×10 <sup>5</sup>
7	23	1.2×10 <sup>7</sup>	5.6×10 <sup>5</sup>	4.3×10 <sup>6</sup>	7.2×10 <sup>4</sup>	6,000	4.1×10 <sup>4</sup>	7,200	200	1,952	2.2×10 <sup>6</sup>	2,000	0.4×10 <sup>6</sup>	<1	-	<1
8	32	1.6×10 <sup>7</sup>	1.1×10 <sup>4</sup>	5.9×10 <sup>6</sup>	1.2×10 <sup>5</sup>	1,200	3.8×10 <sup>4</sup>	4,800	<1	1,469	1.3×10 <sup>7</sup>	6.0×10 <sup>4</sup>	3.7×10 <sup>6</sup>	2.0×10 <sup>4</sup>	<1	4,000
9	21	1.2×10 <sup>7</sup>	1.6×10 <sup>6</sup>	6.1×10 <sup>6</sup>	9.8×10 <sup>4</sup>	1.6×10 <sup>4</sup>	3.9×10 <sup>4</sup>	5,600	200	1,486	3.2×10 <sup>6</sup>	4.2×10 <sup>4</sup>	1.5×10 <sup>6</sup>	7.6×10 <sup>4</sup>	<1	2.2×10 <sup>4</sup>
10	24	1.4×10 <sup>7</sup>	9.6×10 <sup>4</sup>	4.9×10 <sup>6</sup>	1.2×10 <sup>5</sup>	2,200	2.4×10 <sup>4</sup>	4,200	100	1,375	3.1×10 <sup>6</sup>	7,000	1.5×10 <sup>6</sup>	2,000	<1	1,000
11	10	1.7×10 <sup>7</sup>	2.0×10 <sup>6</sup>	8.4×10 <sup>6</sup>	9.1×10 <sup>5</sup>	8,000	2.1×10 <sup>5</sup>	2,800	<1	1,140	2.4×10 <sup>6</sup>	9.0×10 <sup>5</sup>	1.6×10 <sup>6</sup>	4,000	<1	2,000
12	10	1.2×10 <sup>7</sup>	2.2×10 <sup>4</sup>	5.4×10 <sup>6</sup>	4.4×10 <sup>4</sup>	8,000	2.6×10 <sup>4</sup>	4,900	400	1,570	3.2×10 <sup>6</sup>	3.2×10 <sup>4</sup>	2.3×10 <sup>6</sup>	1.6×10 <sup>4</sup>	<1	5,429
13	11	1.0×10 <sup>8</sup>	2.2×10 <sup>5</sup>	14.6×10 <sup>6</sup>	9.6×10 <sup>5</sup>	2,200	1.1×10 <sup>5</sup>	3,100	<1	971	3.3×10 <sup>6</sup>	2,000	2.2×10 <sup>6</sup>	1.9×10 <sup>4</sup>	<1	7,600
14	5	9.6×10 <sup>6</sup>	6,000	5.1×10 <sup>6</sup>	5.2×10 <sup>4</sup>	32	2.6×10 <sup>4</sup>	2,000	<1	1,050	2.6×10 <sup>6</sup>	28	1.1×10 <sup>6</sup>	1000	<1	3.3×10 <sup>6</sup>
15	1	2.0×10 <sup>6</sup>	-	-	1.0×10 <sup>4</sup>	-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1	5.7×10 <sup>6</sup>	-	-	3.2×10 <sup>4</sup>	-	-	2,400	-	-	-	-	-	-	-	-
17	1	4.9×10 <sup>6</sup>	-	-	1.1×10 <sup>5</sup>	-	-	400	-	-	2.2×10 <sup>6</sup>	-	-	1.1×10 <sup>4</sup>	-	-

หมายเหตุ TPC คือ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, - หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์,  
 <1 หมายถึง น้อยกว่า detection limit ที่ 1 มิลลิลิตรสำหรับแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli*, ที่ 0.01 มิลลิลิตรสำหรับยีสต์และรา และที่ 0.001 มิลลิลิตรสำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบผลอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวบรรจุขวดและบรรจุถุง

	น้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถัง	น้ำมะพร้าวบรรจุถุง
อุณหภูมิรับเข้าวัตตูดิบ (°C )	1-10	2-17
ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°brix )	4.2 (3.8-7.0)	4.1 (3.8-5.4)
ค่าเฉลี่ย pH	5.5 (5.0-5.8)	5.4 (5.0-5.8)
การทดสอบทางประสาทสัมผัส	ผ่าน	ผ่าน
จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/ml)	$2.6 \times 10^4$ - $4.4 \times 10^7$	$6,000$ - $1.0 \times 10^8$
ยีสต์ (cfu/ml)	$2,900$ - $4.8 \times 10^6$	$32$ - $4.4 \times 10^6$
รา (cfu/ml)	$<1$ - $2.1 \times 10^4$	$<1$ - $7,200$
แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม (cfu/ml)	$1.1 \times 10^4$ - $8.0 \times 10^6$	$28$ - $1.3 \times 10^7$
<i>E. coli</i> (cfu/ml)	$<1$ - $2.0 \times 10^5$	$<1$ - $3.0 \times 10^6$

เมื่อเปรียบเทียบผลอุณหภูมิต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ดังตารางที่ 4.6 พบว่าน้ำมะพร้าวในรถบรรทุกถังพบจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง  $2.6 \times 10^4$ - $4.4 \times 10^7$  cfu/ml น้ำมะพร้าวบรรจุถุงอยู่ในช่วง  $6,000$ - $1.0 \times 10^8$  cfu/ml น้ำมะพร้าวแก่บรรจุถุงมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวทั้งหมด 36 ครั้ง จากตัวอย่างรับเข้าทั้งหมด 250 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 14 ของการรับเข้าน้ำมะพร้าวแก่ทั้งหมด มากกว่าน้ำมะพร้าวแก่จากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก ที่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวทั้งหมด 10 ครั้ง จากตัวอย่างรับเข้าทั้งหมด 339 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 3 ของการรับเข้าน้ำมะพร้าวแก่ทั้งหมด แสดงให้เห็นว่ารถบรรทุกถังสามารถควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของวัตตูดิบน้ำมะพร้าวได้ดีกว่าการบรรจุใส่ถุงแล้วแช่น้ำแข็ง เนื่องจากน้ำมะพร้าวแก่บรรจุถุงควบคุมปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์นั้นทำได้ยาก เช่น ควบคุมอุณหภูมิน้ำมะพร้าวในระหว่างการขนส่งให้คงที่เป็นไปได้ยากเนื่องจากน้ำแข็งละลายระหว่างการขนส่ง ควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในน้ำมะพร้าวขึ้นอยู่กับสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ผลิตแต่ละราย รวมทั้งในระหว่างการขนส่งน้ำมะพร้าวอาจเกิดการฉีกขาดของบรรจุภัณฑ์ทำให้น้ำมะพร้าวแก่เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากภายนอกได้ เป็นต้น ปริมาณเชื้อยีสต์ในน้ำมะพร้าวบรรจุรถบรรทุกถัง ตรวจพบอยู่ในช่วง  $2,900$ - $4.8 \times 10^6$  cfu/ml น้ำมะพร้าวบรรจุถุงอยู่ในช่วง  $32$ - $4.4 \times 10^6$  cfu/ml พบราในน้ำมะพร้าวบรรจุรถบรรทุกถังอยู่ในช่วง  $<1$ - $2.1 \times 10^4$  cfu/ml น้ำมะพร้าวบรรจุถุงอยู่ในช่วง  $<1$ - $7,200$  cfu/ml แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มในน้ำมะพร้าวบรรจุรถบรรทุกถังพบอยู่ในช่วง  $1.1 \times 10^4$ - $8.0 \times 10^6$  cfu/ml น้ำมะพร้าวบรรจุถุงอยู่ในช่วง  $28$ - $1.3 \times 10^7$  cfu/ml พบ *E. coli* ในน้ำมะพร้าวบรรจุรถบรรทุกถังอยู่ในช่วง  $<1$ - $2.0 \times 10^5$  cfu/ml น้ำมะพร้าวบรรจุถุงอยู่ในช่วง  $<1$ - $3.0 \times 10^6$  cfu/ml ซึ่งพบว่าน้ำมะพร้าวบรรจุถุงมีปริมาณยีสต์ รา และแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่าน้ำมะพร้าวบรรจุรถบรรทุกถัง เนื่องจากกระบวนการผลิตน้ำมะพร้าวของรถบรรทุกถังเป็นการแปรรูปวัตตูดิบน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวแก่ปริมาณครั้งละ 10-20 ตัน แต่น้ำมะพร้าวบรรจุถุงเป็นการแปรรูป

วัตถุดิบน้ำมะพร้าวถูกละ 20 กิโลกรัม ของเกษตรกรรายย่อย จึงทำให้ใช้เวลาน้อยในขั้นตอนการเตรียมน้ำมะพร้าว ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณยีสต์ รา และแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มที่ตรวจพบน้อยกว่า น้ำมะพร้าวบรรจุใส่รถบรรทุกถึง

ดังนั้นเลือกสถานะที่ 10 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง เพื่อทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าว เนื่องจากพบว่าอุณหภูมิรับเข้าน้ำมะพร้าวที่ 10 องศาเซลเซียส สามารถรักษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH กลิ่นและรสชาติของน้ำมะพร้าวไว้ได้เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว และเพื่อให้สะดวกต่อการปฏิบัติงานกรณีที่กระบวนการลดหรือควบคุมอุณหภูมิของวัตถุดิบไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้ได้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส โดยทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กเนื่องจากสามารถควบคุมอุณหภูมิน้ำมะพร้าวให้คงที่ตลอดระยะเวลาที่ใช้สำหรับทวนสอบได้

ในน้ำมะพร้าวถูกมีโอกาสนับเป็นจุลินทรีย์ได้ง่ายเนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มาจากเกษตรกรผู้ผลิตขนาดเล็กหลายแห่งในจังหวัดราชบุรีทำให้ยากต่อการทวนสอบมาตรฐานในการป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากวัตถุดิบมะพร้าว อุปกรณ์ พนักงานที่สัมผัสลูกมะพร้าวหรือน้ำมะพร้าว สภาพแวดล้อมและน้ำที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปน้ำมะพร้าวรวมถึงบรรจุภัณฑ์ และรถกระบะที่ใช้ในการขนส่งน้ำมะพร้าว จึงกำหนดให้ต้องตรวจประเมินสถานที่ผลิตวัตถุดิบน้ำมะพร้าวให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 193 พ.ศ.2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร ก่อนที่จะมีการทำสัญญาซื้อขาย และกำหนดให้เป็นผู้ขายสินค้า (supplier) ที่ได้รับการรับรอง และทวนสอบประสิทธิภาพของผู้ขาย ณ สถานที่ผลิตวัตถุดิบน้ำมะพร้าวถูก อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

#### 4.4 ผลการทวนสอบของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บ

นำสถานะ 10 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง จากผลการศึกษาข้อ 4.2 และ 4.3 มาทำการศึกษาผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กทั้ง 2 แห่งในจังหวัดราชบุรี โดยแปรรูปน้ำมะพร้าวตามแผนผังกระบวนการดังภาพที่ 4.7 เพื่อทวนสอบผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าว จังหวัดราชบุรี 2 แห่ง แห่งละ 2 ครั้ง นำตัวอย่างน้ำมะพร้าวในถังเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH และปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต กลิ่นและรสชาติของน้ำมะพร้าว ตรวจโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว

ศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าว จังหวัดราชบุรี 2 แห่ง มีความแตกต่างกันในด้านของพื้นที่การแปรรูปวัตถุดิบ โดยศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 1 แบ่งห้องรับวัตถุดิบลูกมะพร้าว ถึงขั้นตอนการกรองน้ำมะพร้าวอยู่ห้องหนึ่ง แยกออกจากห้องทำความสะอาดด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น และจัดเก็บน้ำมะพร้าวในถังเก็บ แตกต่างจาก ศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 2 เป็นอาคารผลิต ไม่กั้นห้อง ตั้งแต่การรับลูกมะพร้าวจนถึงขั้นตอนการจัดเก็บน้ำมะพร้าวในถังเก็บอยู่ในบริเวณพื้นที่เดียวกัน



ลูกมะพร้าว



เจาะลูกมะพร้าว



เตรนน้ำมะพร้าว



กรองน้ำมะพร้าว



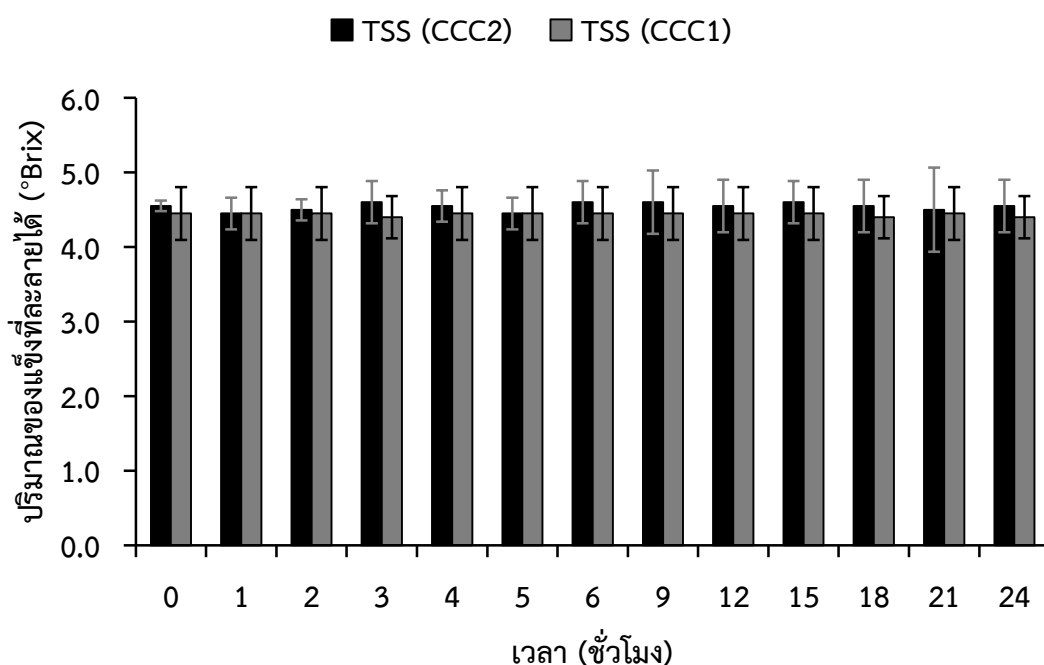
ทำความเย็นด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น



เก็บน้ำมะพร้าวในถังเก็บ

ภาพที่ 4.7 ขั้นตอนการแปรรูปน้ำมะพร้าวของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก

เมื่อเก็บรักษาวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บไว้ที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส น้ำมะพร้าวจากศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 1 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เริ่มต้นที่ 4.45 °brix น้ำมะพร้าวจากศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 2 เริ่มต้น 4.55 °brix พบว่าเมื่อทำการเก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าวจากศูนย์ทั้ง 2 แห่ง ทุกๆ 3 ชั่วโมง มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของตัวอย่างน้ำมะพร้าว เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวจากศูนย์ที่ 1 อยู่ในช่วง 4.40-4.45 °brix และศูนย์ที่ 2 อยู่ในช่วง 4.45-4.60 °brix ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \geq 0.05$ ) และมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว กำหนดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวแก่ต่ำกว่า 3.8 °brix (ภาพที่ 4.8) Huang และคณะ (2009) พบว่าปริมาณน้ำตาลคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 75-85 ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำผลไม้ และพบว่าน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส เป็นของแข็งที่ละลายทั้งหมดที่พบมากในน้ำผลไม้ อัตราส่วนของปริมาณน้ำตาลจะแตกต่างกันตามแต่ชนิดของผลไม้ เมื่อมะพร้าวแก่เต็มที่น้ำตาลรีดิวซิง (เช่น กลูโคส และฟรุกโตส) จะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลซูโครส (Prades et al., 2012) สอดคล้องกับการทดลองของ Martial-Didier และคณะ (2017) รายงานว่าการเก็บน้ำมะพร้าวที่ 10 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำตาลซูโครสและน้ำตาลรีดิวซิงมีระดับคงที่ตลอดการเก็บรักษาที่ 2 สัปดาห์

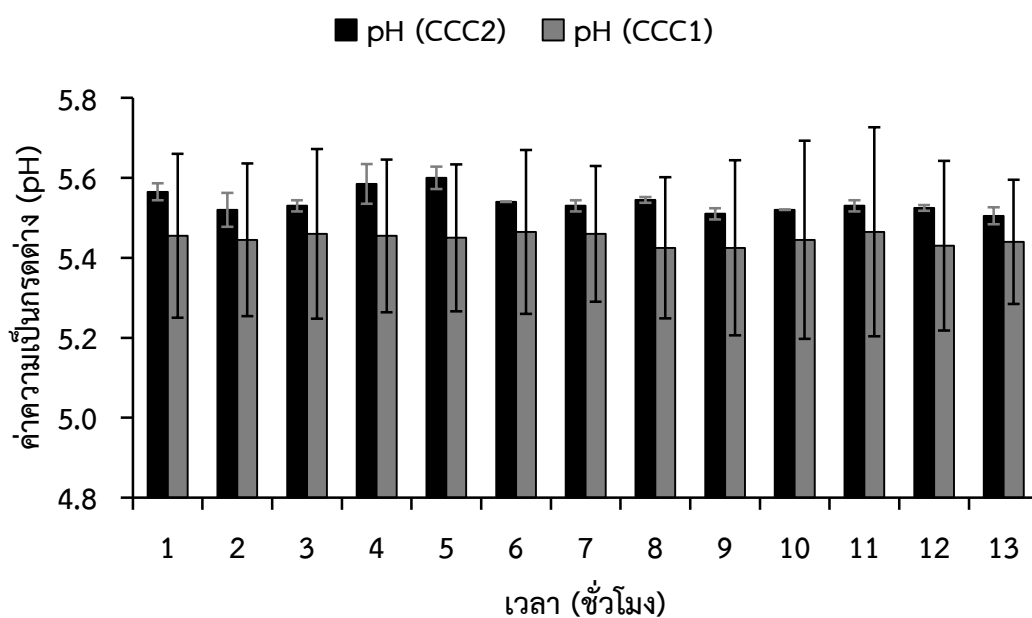


ภาพที่ 4.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

หมายเหตุ : CCC1 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1  
CCC2 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 2

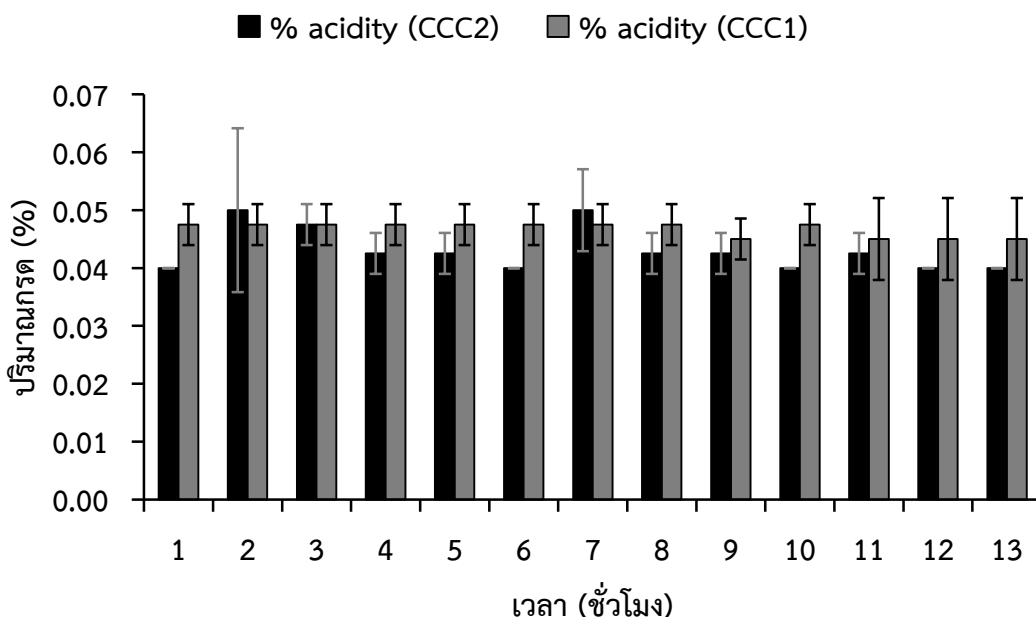
ค่า pH ของน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 1 เริ่มต้น 5.45 น้ำมะพร้าวจากศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 2 เริ่มต้น 5.57 เมื่อตรวจวิเคราะห์ค่า pH ของน้ำมะพร้าวในถังเก็บ

ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 จนถึงชั่วโมงที่ 24 พบว่าค่า pH ของน้ำมะพร้าวจาก ศูนย์ที่ 1 อยู่ในช่วง 5.43-5.47 ต่ำกว่าศูนย์ที่ 2 พบอยู่ในช่วง 5.51-5.60 เมื่อเปรียบเทียบค่า pH ของน้ำมะพร้าวที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง พบว่า ค่า pH ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \geq 0.05$ ) และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวกำหนดค่า pH ของน้ำมะพร้าว อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 (ภาพที่ 4.9) สอดคล้องกับปริมาณกรดที่ได้จากการไตเตรทของน้ำมะพร้าวจาก ศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 1 เริ่มต้น 0.05 น้ำมะพร้าวจากศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 2 เริ่มต้น 0.04 พบว่าปริมาณกรดของน้ำมะพร้าวจากศูนย์ที่ 1 อยู่ในช่วงร้อยละ 0.04-0.05 ต่ำกว่า ศูนย์ที่ 2 พบอยู่ในช่วงร้อยละ 0.05 การเก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าปริมาณ กรดของน้ำมะพร้าวมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \geq 0.05$ ) เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของ โรงงานผลิตน้ำมะพร้าวปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรตไม่เกินร้อยละ 0.07 (ภาพที่ 4.10) ซึ่งผ่าน เกณฑ์มาตรฐานสอดคล้องกับการทดลองของ Martial-Didier และคณะ (2017) พบว่าการเก็บน้ำ มะพร้าวที่ 10 องศาเซลเซียส ค่า pH ของน้ำมะพร้าวเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ปริมาณกรดของน้ำ มะพร้าว ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณโปรตีน ไม่แตกต่างกันในช่วงอายุการเก็บรักษาน้ำมะพร้าวที่ เวลา 12 วัน เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำมะพร้าว



ภาพที่ 4.9 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

หมายเหตุ : CCC1 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1  
CCC2 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 2

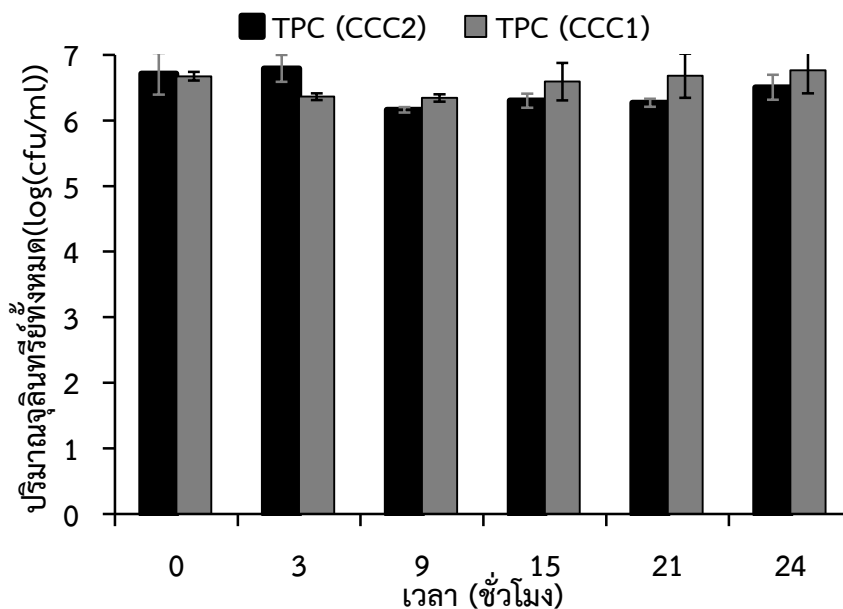


ภาพที่ 4.10 ปริมาณกรด (%) ของน้ำมะพร้าวแก่ที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

หมายเหตุ : CCC1 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1  
 CCC2 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 2

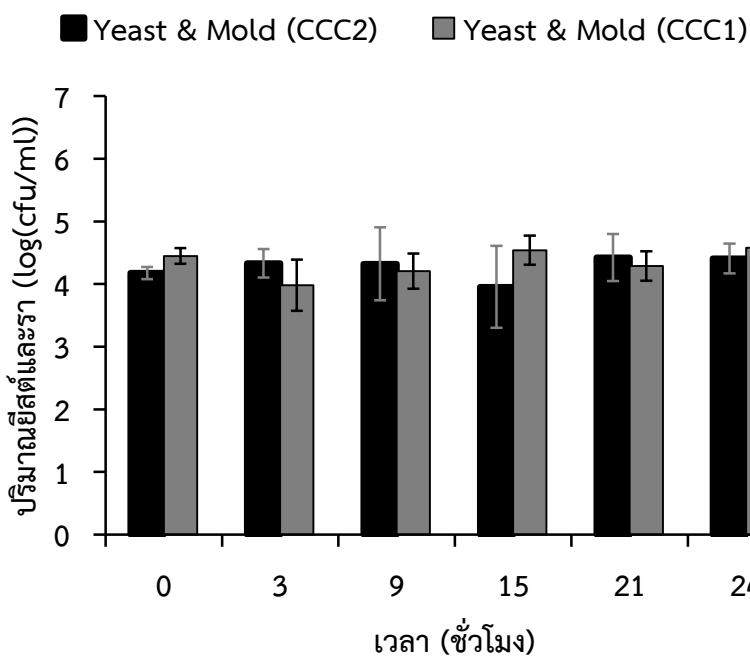
กลิ่น และรสชาติของน้ำมะพร้าว เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสชั่วโมงที่ 1 จนถึงชั่วโมงที่ 24 ไม่พบกลิ่นไม่พึงประสงค์ หรือกลิ่นเน่าเสีย และรสชาติ มีรสหวานของน้ำมะพร้าว เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว หากน้ำมะพร้าวมีการเสื่อมเสียระหว่างการทวนสอบ ผู้ชิมสามารถรับรู้กลิ่นไม่พึงประสงค์จากสารระเหยที่มีกลิ่นของซัลไฟด์จากกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ (Capule et al., 2014)

ทวนสอบความถูกต้องของอุณหภูมิที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการรับเข้าน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก สุ่มตรวจน้ำมะพร้าวในถังเก็บทุก 3-6 ชั่วโมง ที่ 3, 9, 15, 21 และ 24 ชั่วโมง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำมะพร้าว ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ของน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กทั้ง 2 แห่ง สุ่มตรวจน้ำมะพร้าวที่เก็บในถังเก็บที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ทุก 3-6 ชั่วโมง ที่ 3, 9, 15, 21 และ 24 ชั่วโมง โดยที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของวัตถุดิบน้ำมะพร้าว พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1 มีค่า  $6.67 \log \text{ cfu/ml}$  และศูนย์ที่ 2 มีค่า  $6.71 \log \text{ cfu/ml}$  ตามลำดับ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 24 ชั่วโมง พบอยู่ในช่วง  $6.16 - 6.79 \log \text{ cfu/ml}$  ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \geq 0.05$ ) และไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวกำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า  $1.0 \times 10^7 \text{ cfu/ml}$  หรือ  $7.00 \log \text{ cfu/ml}$  ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวแก่ที่อุณหภูมิประมาณ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

หมายเหตุ : CCC1 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1  
CCC2 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 2



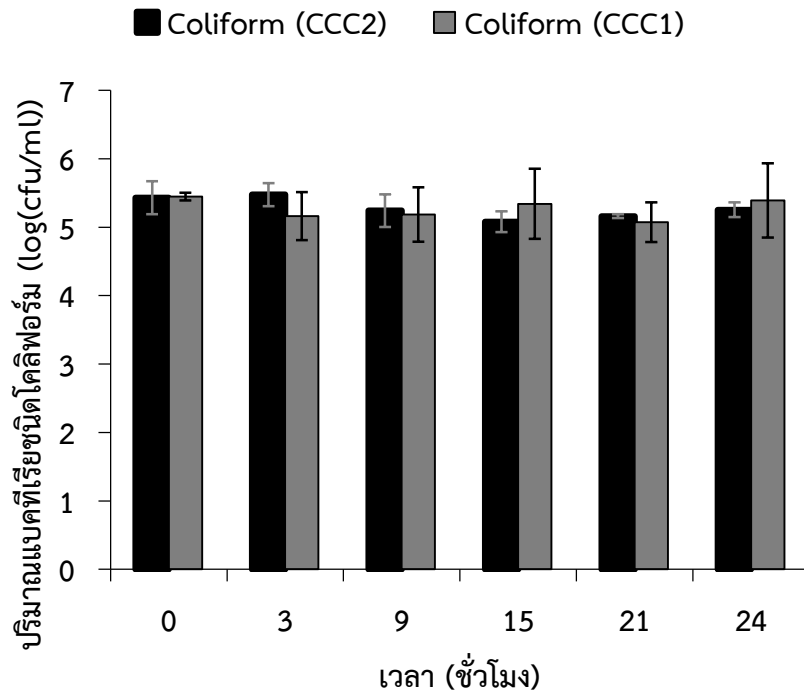
ภาพที่ 4.12 ปริมาณยีสต์และราของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

หมายเหตุ : CCC1 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1  
CCC2 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 2

ปริมาณยีสต์และราของน้ำมะพร้าว บ่งบอกถึงการปนเปื้อนจากวัตถุดิบ และสภาวะแวดล้อมที่ไม่ถูกสุขลักษณะในระหว่างการขนส่ง หรือแปรรูปวัตถุดิบน้ำมะพร้าว พบว่าปริมาณยีสต์และราเริ่มต้นของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1 มีค่า  $4.45 \log \text{ cfu/ml}$  และศูนย์ที่ 2 มีค่า  $4.18 \log \text{ cfu/ml}$  เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สุ่มตรวจน้ำมะพร้าวในถังเก็บ ระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าปริมาณยีสต์และรา พบอยู่ในช่วง  $3.95 - 4.58 \log \text{ cfu/ml}$  ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \geq 0.05$ ) (ภาพที่ 4.12) Maciel และคณะ (2013) กล่าวว่ายีสต์และรามักปนเปื้อนมาจากการที่ลูกมะพร้าวสัมผัสดินในขั้นตอนการเก็บลูกมะพร้าว หรือปนเปื้อนจากสภาวะแวดล้อมในระหว่างการขนส่ง และจัดเก็บลูกมะพร้าว สายพันธุ์ยีสต์ที่พบเป็นยีสต์ที่มาจากดอกไม้ และพื้นผิวของพืชหลากหลายสายพันธุ์ ได้แก่ กลุ่ม *Candida* กลุ่ม *Rhodospiridium* (Maciel et al., 2013) และยีสต์พบมีปริมาณมากในน้ำมะพร้าว เนื่องจากค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงในน้ำมะพร้าวเป็นปัจจัยส่งเสริมการเจริญเติบโตของยีสต์ ซึ่งหากไม่ควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา ยีสต์เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวน ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นและค่า pH จะต่ำลง (Piló et al., 2009)

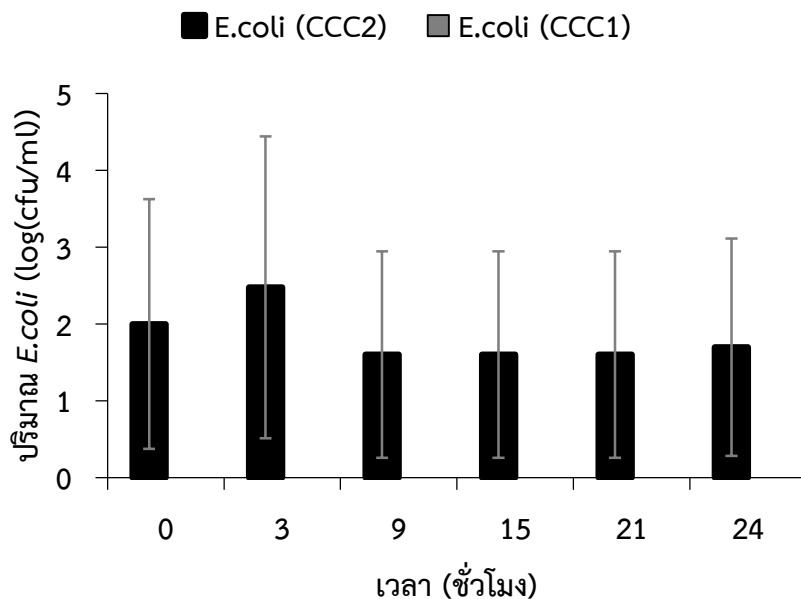
แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มของน้ำมะพร้าวในถังเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มของน้ำมะพร้าวเริ่มต้นจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1 มีปริมาณ  $5.45 \log \text{ cfu/ml}$  และศูนย์ที่ 2 มีปริมาณ  $5.45 \log \text{ cfu/ml}$  เมื่อเก็บไว้สุ่มตรวจน้ำมะพร้าวในถังเก็บเป็นเวลา 24 ชั่วโมงพบว่าปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \geq 0.05$ ) ไม่พบปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มเริ่มต้นเกินมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว (ภาพที่ 4.13) ปริมาณ *E. coli* ของน้ำมะพร้าว พบว่าศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1 ตรวจไม่พบ *E. coli* เริ่มต้น ( $< 1 \text{ cfu/ml}$ ) ในน้ำมะพร้าว ขณะที่ศูนย์ที่ 2 มีปริมาณ *E. coli*  $100 \text{ cfu/ml}$  เมื่อเก็บไว้ในถังเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สุ่มตรวจน้ำมะพร้าวในถังเก็บเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าปริมาณ *E. coli* ของน้ำมะพร้าวในถังเก็บจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก ทั้ง 2 แห่ง ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 จนถึงชั่วโมงที่ 24 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \geq 0.05$ ) (ภาพที่ 4.14) แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* เป็นจุลินทรีย์ที่บ่งชี้ถึงสุขอนามัยของอุปกรณ์และกระบวนการผลิต Awua และคณะ (2012) รายงานว่าน้ำมะพร้าวสดเป็นเครื่องดื่มที่เหมาะสมสำหรับการอยู่รอดและเจริญเติบโตของ *E. coli* ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคลเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและควบคุมการเจริญเติบโตของ *E. coli* ในน้ำมะพร้าว

ผลการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* spp. *S. aureus* *B. cereus* และ *Clostridium* spp. ในน้ำมะพร้าวในถังเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ชั่วโมงที่ 0 และ 24 ของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก ทั้ง 2 แห่ง ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรคเกินมาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ที่กำหนดให้ *Salmonella* spp. ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร *S. aureus* ไม่พบใน 0.1 มิลลิลิตร *B. cereus* ไม่เกิน  $100 \text{ cfu/ml}$  และ *Clostridium* spp. ไม่เกิน  $100 \text{ cfu/ml}$  เนื่องจากจุลินทรีย์ก่อโรค ทำให้ผู้บริโภคน้ำมะพร้าวได้รับอันตรายจากการบริโภค และถ้าตรวจพบในน้ำมะพร้าว จะปฏิเสธการรับเข้าน้ำมะพร้าวทั้งหมดที่ทำการศึกษา และทวนสอบกระบวนการผลิตตั้งแต่รับเข้าลูกมะพร้าวไปจนถึงกระบวนการจัดเก็บในถังเก็บว่ามีโอกาสการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคจากขั้นตอนใด พร้อมทั้งหามาตรการในการป้องกัน กำจัด หรือลดโอกาสการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคในขั้นตอนนั้น



ภาพที่ 4.13 ปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มของน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส  
ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

หมายเหตุ : CCC1 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1  
CCC2 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 2



ภาพที่ 4.14 ปริมาณ *E. coli* ของน้ำมะพร้าวแก่ที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลาการ  
เก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

หมายเหตุ : CCC1 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1  
CCC2 คือ ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 2

จากผลการตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในน้ำมะพร้าว ยังพบในปริมาณจุลินทรีย์ แต่อยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว Mandal และคณะ (2009) พบว่าน้ำมะพร้าวสามารถสังเคราะห์สารปฏิชีวนะที่ต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ ทำให้น้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวที่สมบูรณ์อยู่ในสภาวะปลอดเชื้อ ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราที่พบในน้ำมะพร้าวมีมาจากเปลือกมะพร้าว การสัมผัสกับพื้นที่มีการปนเปื้อน เช่น การเก็บลูกมะพร้าวไว้บนพื้น การขนย้าย และขนส่งภายใต้สภาวะสกปรก การปฏิบัติงานที่ไม่ถูกสุขลักษณะส่วนบุคคล การควบคุมสุขาภิบาลในสถานที่แปรรูปน้ำมะพร้าว (Kajs et al., 1976) จึงควรจัดให้มีมาตรการในการตรวจรับเข้าวัตถุดิบลูกมะพร้าวให้มีการปนเปื้อนจากดินน้อยที่สุด จัดมาตรการเพื่อส่งเสริมสุขลักษณะส่วนบุคคล และกำหนดวิธีในการทำสะอาด ดูแลบำรุงรักษาความสะอาดภายในสถานที่แปรรูปน้ำมะพร้าวอย่างสม่ำเสมอ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก 2 แห่ง พบว่าปริมาณ *E. coli* เริ่มต้นมีความแตกต่างกัน โดยตรวจไม่พบ *E. coli* ในน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1 เนื่องจากสภาพแวดล้อมในการแปรรูปวัตถุดิบน้ำมะพร้าวของศูนย์ทั้ง 2 แห่ง มีความแตกต่างกัน โดยศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 1 มีการแบ่งพื้นที่การผลิตออกเป็นสัดส่วนของห้องที่ใช้สำหรับเจาะลูกมะพร้าวกับห้องลดอุณหภูมิน้ำมะพร้าวด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นและห้องเก็บน้ำมะพร้าวในถังเก็บ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามจากวัตถุดิบลูกมะพร้าวสู่กระบวนการแปรรูปน้ำมะพร้าว แต่ศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กศูนย์ที่ 2 ไม่มีการแบ่งพื้นที่ให้ชัดเจน ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามของเชื้อจุลินทรีย์จากวัตถุดิบลูกมะพร้าวสู่กระบวนการแปรรูปน้ำมะพร้าว

ผลการทวนสอบความถูกต้องของอุณหภูมิที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการรับเข้าน้ำมะพร้าวจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า คุณภาพทางกายภาพเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH และปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยังคงคุณสมบัติน้ำมะพร้าวแก่ ไม่พบกลิ่นไม่พึงประสงค์ และยังคงรักษารสชาติของน้ำมะพร้าวแก่ รวมทั้งคุณภาพทางจุลินทรีย์ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในน้ำมะพร้าว อยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว และตรวจจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* spp. *S. aureus* *B. cereus* และ *Clostridium* spp. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถควบคุมคุณภาพน้ำมะพร้าวได้ จึงนำสภาวะการเก็บน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง เป็นเกณฑ์สำหรับมาตรการการรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ควรควบคุมอุณหภูมิวัตถุดิบน้ำมะพร้าวตั้งแต่ออกจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวตลอดการขนส่งไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส ระยะเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง เพื่อเก็บน้ำมะพร้าวให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว และควรตรวจติดตามคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำมะพร้าว ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH ตรวจสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ชิมที่ได้รับการอบรมในขั้นตอนการแปรรูปน้ำมะพร้าว เมื่อขนส่งวัตถุดิบน้ำมะพร้าวเข้าสู่โรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ควรตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำมะพร้าว และตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ในขั้นตอนการรับเข้าวัตถุดิบน้ำมะพร้าว

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

การสำรวจข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพของลูกมะพร้าวและน้ำมะพร้าวในขั้นตอนการรับวัตถุดิบจากแหล่งปลูกขนส่งมายังศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก พบว่าลูกมะพร้าวแก่ที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์มะพร้าวน้ำหอม อายุอยู่ระหว่าง 9-12 เดือน อุณหภูมิน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวอยู่ในช่วง 23-29 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.9-5.5 °brix ตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) อยู่ในช่วง 4.5-5.8 พบค่า pH ต่ำกว่ามาตรฐานของโรงงาน คิดเป็นร้อยละ 0.7 อุณหภูมิในระหว่างการขนส่ง หรือจัดเก็บมะพร้าว ยังคงรักษาคุณภาพทางกายภาพเคมีของน้ำมะพร้าวภายในลูกมะพร้าวไว้ได้ และจัดเก็บอย่างถูกสุขลักษณะในพื้นที่ที่ป้องกันการปนเปื้อนและมีอากาศถ่ายเทสะดวกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมะพร้าว

วัตถุดิบน้ำมะพร้าวที่เก็บในรถบรรทุกถัง (tank car) อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบอยู่ในช่วง 1-16 องศาเซลเซียส น้ำมะพร้าวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวอยู่ในช่วง 3.8-7.0 °brix ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 มีสีขาวขุ่น กลิ่นหอมมะพร้าว และรสชาติหวานตามลักษณะน้ำมะพร้าว เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า pH ในแต่ละช่วงอุณหภูมิของการรับน้ำมะพร้าวแบบรถบรรทุกถัง ที่อุณหภูมิรับเข้าช่วงต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่าง ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง  $2.6 \times 10^4$  -  $4.4 \times 10^7$  cfu/ml ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐาน (น้อยกว่า  $1 \times 10^7$  cfu/ml) ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว คิดเป็นร้อยละ 3 ของการรับเข้าน้ำมะพร้าวทั้งหมด ปริมาณยีสต์อยู่ในช่วง  $2,900$  -  $4.8 \times 10^6$  cfu/ml ปริมาณราอยู่ในช่วง  $<1$  -  $2.1 \times 10^4$  cfu/ml ปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม อยู่ในช่วง  $1.1 \times 10^4$  -  $8.0 \times 10^6$  cfu/ml และปริมาณ *E. coli* อยู่ในช่วง  $<1$  -  $2.0 \times 10^5$  cfu/ml ตามลำดับ วัตถุดิบน้ำมะพร้าวบรรจุถุง อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบอยู่ในช่วง 2-17 องศาเซลเซียส น้ำมะพร้าวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวอยู่ในช่วง 3.8-5.4 °brix ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.8 มีสีขาวขุ่น กลิ่นหอมมะพร้าว และรสชาติหวานตามลักษณะน้ำมะพร้าว เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า pH ในแต่ละช่วงอุณหภูมิของการรับน้ำมะพร้าวบรรจุถุงที่อุณหภูมิรับเข้าช่วงต่างๆ พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าวทั้งหมด 36 ครั้ง จากตัวอย่างรับเข้าทั้งหมด 250 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 14 ของการรับเข้าน้ำมะพร้าวทั้งหมด มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง  $6,000$  -  $1.0 \times 10^8$  cfu/ml ปริมาณยีสต์อยู่ในช่วง  $32$  -  $4.4 \times 10^6$  cfu/ml ปริมาณราอยู่ในช่วง  $<1$  -  $7,200$  cfu/ml ปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง  $28$  -  $1.3 \times 10^7$  cfu/ml และปริมาณ *E. coli* อยู่ในช่วง  $<1$  -  $3.0 \times 10^6$  cfu/ml

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่างวัตถุดิบน้ำมะพร้าวบรรจุถุง อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบอยู่ในช่วง 2-17 องศาเซลเซียส และน้ำมะพร้าวที่เก็บในรถบรรทุกถังจากศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก จังหวัดราชบุรี อุณหภูมิรับเข้าวัตถุดิบอยู่ในช่วง 1-16 องศาเซลเซียส พบว่าวัตถุดิบน้ำมะพร้าวแบบบรรจุถุงมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว มากกว่าน้ำมะพร้าวที่เก็บในรถบรรทุกถัง เปรียบเทียบลักษณะคุณภาพทางกายภาพเคมี ไม่มีความแตกต่างกัน

จึงเลือกอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส มาทวนสอบผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพเคมีและจุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าว เนื่องจากที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถรักษาคุณภาพทางกายภาพเคมีของน้ำมะพร้าว และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว

เมื่อทำการทวนสอบผลของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็กทั้ง 2 แห่งในจังหวัดราชบุรี ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสที่เวลาต่างๆ พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวแก่ ค่า pH และปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต เมื่อตรวจวิเคราะห์ชั่วโมงที่ 1 จนถึงชั่วโมงที่ 24 ไม่แตกต่างกัน การทดสอบทางประสาทสัมผัส ไม่พบกลิ่นไม่พึงประสงค์ หรือกลิ่นเน่าเสีย และ มีรสหวานของน้ำมะพร้าว เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เปรียบเทียบกับมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว (น้อยกว่า 7 log cfu/ml) ปริมาณยีสต์และราแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นของศูนย์รับน้ำมะพร้าวขนาดเล็ก พบว่าชั่วโมงที่ 1 จนถึงชั่วโมงที่ 24 ไม่มีความแตกต่างกัน ตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Salmonella* spp. *S. aureus* *B. cereus* และ *Clostridium* spp. ไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรคเกินมาตรฐานโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว ดังนั้นอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง สามารถรักษาคุณภาพทางกายภาพเคมีของน้ำมะพร้าว และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามมาตรฐานของโรงงานผลิตน้ำมะพร้าว

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพทางกายภาพเคมีของน้ำมะพร้าว ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH และปริมาณกรด ดังนั้นการควบคุมคุณภาพลูกมะพร้าววัตถุดิบ เช่น ลักษณะภายนอก สี อายุผลมะพร้าว ขนาดลูก ตั้งแต่ขั้นตอนรับเข้า จึงเป็นมาตรการสำคัญในการควบคุมคุณภาพทางกายภาพเคมีเพื่อให้น้ำมะพร้าวในแต่ละล็อต (lot) การผลิตมีคุณภาพใกล้เคียงกัน

ในขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบน้ำมะพร้าวเพื่อป้องกันการปนเปื้อนวัตถุดิบมะพร้าว ควรทวนสอบความสะอาดของอุปกรณ์ พนักงาน และบรรจุภัณฑ์โดยการสุ่มทดสอบภาชนะสัมผัสอาหารและมือ (swab test) เช่น หัวสว่านที่ใช้เจาะ ท่อรับน้ำมะพร้าว ถังควบคุมระดับ (balance tank) ถังเก็บ (storage tank) ถุงมือ และเอี่ยมของพนักงาน ทวนสอบสภาพแวดล้อมโดยการเก็บตัวอย่างอากาศ (air sampling) ควรนำข้อมูลจากการทวนสอบสภาพแวดล้อมภายในกระบวนการผลิต มาวิเคราะห์หาแนวโน้มความเสี่ยง (trend analysis) และควรสุ่มตรวจน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตและสัมผัสกับอาหาร มีคุณภาพหรือมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในกระบวนการแปรรูปน้ำมะพร้าว

การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าวบรรจุถุงมีโอกาสนปนเปื้อนได้ง่าย เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากวัตถุดิบมะพร้าว อุปกรณ์ พนักงานที่สัมผัสลูกมะพร้าวหรือน้ำมะพร้าว สภาพแวดล้อมและน้ำที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปน้ำมะพร้าวรวมไปถึงถุงบรรจุภัณฑ์ และรถกระบะที่ใช้ในการขนส่งน้ำมะพร้าว จึงกำหนดให้ต้องตรวจประเมินสถานที่ผลิตวัตถุดิบน้ำมะพร้าวให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 193 พ.ศ.2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือ

เครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร ก่อนที่จะมีการทำสัญญาซื้อขาย และกำหนดให้เป็นผู้ขายสินค้า (supplier) ที่ได้รับการรับรอง และทวนสอบประสิทธิภาพของผู้ขาย ณ สถานที่ผลิต วัตถุประสงค์น้ำมะพร้าวถูก อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

เนื่องจากวัตถุประสงค์น้ำมะพร้าวเป็นยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนหรือฆ่าเชื้อทำให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ *E. coli* สูง และยังไม่มีความมาตรฐานกำหนด ดังนั้นการใช้มาตรการควบคุมวัตถุประสงค์ให้ได้มาตรฐาน และลดการปนเปื้อนตั้งแต่ขั้นตอนการรับเข้า ควบคุมสภาพแวดล้อมการจัดเก็บวัตถุประสงค์ พนักงานปฏิบัติงานอย่างถูกสุขลักษณะ ควบคุมสภาพแวดล้อมบริเวณปฏิบัติงาน ทำความสะอาดอุปกรณ์และภาชนะบรรจุอย่างมีประสิทธิภาพ ควบคุมมาตรฐานน้ำที่ใช้สัมผัสอาหารให้ได้ตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ในกระบวนการผลิต และขนส่งวัตถุประสงค์น้ำมะพร้าวจะช่วยป้องกันและลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในวัตถุประสงค์น้ำมะพร้าว รวมไปถึงการทวนสอบประสิทธิภาพของมาตรการต่างๆ จะช่วยลดจะช่วยป้องกันและลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในวัตถุประสงค์น้ำมะพร้าว และลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค

## บรรณานุกรม

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2554. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 18-2554 เรื่อง มะพร้าว. ประกาศในพระราชกฤษฎีกาฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่มที่ 129 ตอนพิเศษ 12 ง.
- เกรียงไกร มีถาวร. 2554. "ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวอ่อน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุลพันธ์ เพชรพิรุณ, จิตสำเร็จ พยัคฆพงศ์, อานภาพ ธีระกุล และ คนอง คลอดเพ็ง. 2548. "การปรับปรุงคุณภาพมะพร้าวน้ำหอมโดยการคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์." ใน ผลงานฉบับเต็ม ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตร 8ว. ชุมพร : ศูนย์วิจัยพืชสวน ชุมพร กรมวิชาการเกษตร.
- ชนิกานต์ ซ่อนกลิ่น, อรัญญา นิพนธ์ศักดิ์, ญัฐฐา เลหากุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น. 2558. "สารให้กลิ่นรสในน้ำมะพร้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยระบบ saturated steam retort (Volatile Compounds in Coconut Water after Pasteurization with Saturated Steam Retort)." วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 46(3)(พิเศษ) : 153-156.
- ธนศิริ รื่นรวย, ธีรนุช ร่มโพธิ์ภักดิ์, จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์ และ อาทร ลอยสรวงสิน. 2558. "ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาต่อความพอใจในรสชาติและปริมาณแร่ธาตุของมะพร้าวน้ำหอม (*Cocos nucifera* Linn.) เพื่อการบริโภคระดับครัวเรือน." หน้า 659-670. ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลการวิจัย ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพฯ.
- พิมลพรรณ ปุชกะวิมล และ กมลวรรณ แจ่มชัด. 2546. "การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวพันธุ์น้ำหอมที่มีอายุต่างกัน." ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 166-174.
- มณูญ เจริญจรัสรังษี. 2532. "การศึกษานุกรมวิธานของพันธุ์มะพร้าวในประเทศไทย." กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รมณี เชยสุนทร และ ศศิธร ตรงจิตภักดิ์. 2554. "ผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอร์ไรซ์." ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 658-664.
- ศศิธร คงเรือง และ ศราวุฒิ คลี่สุวรรณ. 2556. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและระยะเวลาการเก็บรักษาของน้ำมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการไม่ใช้ความร้อน. รายงานการวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2556. ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 349 เรื่อง เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130 ตอนที่ 24 วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2556.

- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2556. ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 356 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130 ตอนที่ 87 วันที่ 24 กรกฎาคม 2556.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2556. ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 364 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130 ตอนที่ 148 วันที่ 31 ตุลาคม 2556.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 335-2523). 2523. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ 335 เล่ม 1-2523 เรื่อง วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา เล่ม 1อาหารกระป๋อง. ประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่มที่ 97 ตอนที่ 75.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2561. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.
- สำเร็จ ช่างประเสริฐ. 2554. "สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะพร้าวอ่อน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อาภากร ทรงสุนันต์. 2561. "องค์ประกอบทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของมะพร้าว (Phytochemical Composition and Pharmacological Activity of Coconut)." วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 12(2) : 13-28.
- Adingra, K.M.D., Brou, K.S. and Camara, F. 2017. "Effects of storage temperature on physicochemical parameters of coconut (*Cocos nucifera* var. Dwarf of Guinea Equatorial) water." International Journal of Scientific & Engineering Research. 8(12) : 1745-1749.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2003. AOAC Official Method 2003.07 *Staphylococcus aureus* in selected types of processed and prepared foods.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2014. AOAC Official Method 2014.01 *Salmonella* in selected foods.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2015. AOAC Official Method 2014.01 Coliform and *Escherichia coli* count in foods.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis of AOAC international. 17th ed. Virginia: AOAC international.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis of AOAC international. 18th ed. Maryland: AOAC international.
- Awua, A.K., Doe, E.D. and Agyare, R. 2012. " Potential bacterial health risk posed to consumers of fresh coconut (*Cocos nucifera* L.) water." Food and Nutrition Sciences. 3(8) : 1136-1143.
- Beristáin-Bauzaa, S., Martínez-Ninoa, A. Ramírez-Gonzaleza, A.P., Avila-Sosaa, R., Ruiz-Espinosa, H., Ruiz-Lopezb, I.I. and Ochoa-Velasco, C.E. 2018. " Inhibition of

- Salmonella Typhimurium* growth in coconut (*Cocos nucifera* L.) water by hurdle technology." *Food Control*. 92 : 312-318.
- Capule, A.B., Lacambra, D.M.G., Sarion, H.B., Uwimbabazi, M.C. and Barcelon, E. 2014. "Perception of off-odour with pH and colour changes in street vended coconut juice." *Asian Journal of Food and Agro-industry*. 7(01) : 001-005
- Chong, S. Y., Rao, P. V. and Soon, J. M. 2017. "Identification of *Escherichia spp.* strains in street-vended beverages and associated preparation surfaces using 16 S rRNA analysis." *International Food Research Journal*. 24(4) : 1811-1818.
- Chuku, E.C., Ogbalu, O.K. and Osakwe, J.A. 2007. "Fungi of coconut (*Cocos nucifera* L.) their deteriorative ability, quality stability and the role of the fungus-eating insects." *Journal of Applied Sciences*. 7(20) : 3106-3110.
- Codex Alimentarius Commission (codex). 2013. "Guidelines for the validation of food safety control measures." [online]. Available : <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/en/>. (Accessed January, 2019)
- European Fruit Juice Association (AIJN). 2017. "6.27 Reference Guideline for Coconut water/Juice." [online]. Available : <https://aijn.eu/en>. (Accessed May 7, 2019)
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2007. "Good practice for the small-scale production of bottled coconut water." *Agricultural and food engineering training and resource materials*. [online]. Available : <http://www.fao.org/3/a1418e/a1418e00.htm>. (Accessed January 21, 2019)
- Huang, Y., Rasco, B.A. and Cavinato, A. G. 2009. "Fruit juices." *Infrared Spectroscopy for Food Quality Analysis and Control*, 355–375.
- Kajs, T.M., Hagenmaier, R., Vanderzant, C. and Mattil, K.F. 1976. "Microbiological evaluation of coconut and coconut products." *Journal of Food Science*. 41(2) :352 - 356
- Kailaku, S.I., Setiawan, B. and Sulaeman, A. 2017. "The shelf life estimation of cold sterilized coconut water." *Planta Tropika: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*. 5(1) : 62-69.
- Kalman, D.S., Feldman, S., Krieger, D.R. and Bloomer, R.J. 2012. "Comparison of coconut water and a carbohydrate-electrolyte sport drink on measures of hydration and physical performance in exercise-trained men." *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 9(1) : 1-10.
- Lima, E.B.C., Sousa, C.N.S., Meneses, L.N., Ximenes, N.C., Santos-Júnior, M.A., Vasconcelos, G.S. Lima, N.B.C., Patrocínio, M.C.A., Macedo, D. and Vasconcelos, S.M.M. 2015. "*Cocos nucifera* (L.) (Arecaceae): A phytochemical and pharmacological review." *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 48(11): 953-964.

- Luengwilai, K., Beckles, D.M., Pluemjita, O. and Siriphanich, J. 2014. "Postharvest quality and storage life of 'Makapuno' coconut (*Cocos nucifera* L.)." *Scientia Horticulturae*. 175 : 105-110.
- Maciel, N.O.P., Piló, F.B., Freitas, L.F.D., Gomes, F.C.O., Johann, S., Nardi, R.M.D., Lachance, M.A. and Rosa, C.A. 2013. "The diversity and antifungal susceptibility of the yeasts isolated from coconut water and reconstituted fruit juices in Brazil." *International Journal of Food Microbiology*. 160 : 201-205
- Maciel, M.I., Oliveira, S.L. and Silva, I.P.D. 1992. "Effects of different storage conditions on preservation of coconut (*Cocos nucifera*) water." *Journal of Food Processing and Preservation*. 16 : 13-22.
- Mandal, S.M., Dey, S., Mandal, M., Sarkar S, Maria-Neto S, Franco OL.
- Martial-Didier, A.K., Siméon, B.K., Fatou, C., Parfait, K.N.E.J., and Kablan, T. 2017. "Effects of storage temperature on physicochemical parameters of coconut (*Cocos nucifera* var. Dwarf of Guinea Equatorial) water. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 8(12) : 1745-1749.
- Prades, A., Dornier, M., Diop, N. and Pain, J.P. 2012. "Coconut water uses, composition and properties: a review." *Fruits - the International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture*. 67(2) : 87-107.
- Rawat, S. 2015. "Food Spoilage: Microorganisms and their prevention." *Asian Journal of Plant Science and Research*. 5(4) : 47-56.
- Santoso, U., Kubo, K., Ota, T., Tadokoro, T. and Maekawa, A. 1996. "Nutrient composition of Kopyor coconuts (*Cocos nucifera* L.)." *Food Chemistry*. 57 : 299-304.
- Soares, K., Morais, D., Góis, V., Silva, J., Costa, A. and Silva, L. 2017. "Quality of unprocessed cooled fresh coconut water manually extracted by street vendors." *Arquivos do Instituto Biológico*. 84 : 1-5.
- Schaffner, C.P., Mosbach, K., Bibit, V.C., and Watson, C.H. 1967. "Coconut and *Salmonella* infection." *Applied Microbiology*. 15(3) : 471-475
- Smith, N., Nguyen, M.H., Hoang, D., Nguyen, T.S., Baulch, B. and Nguyen, T.L.T. 2009. "Coconut in the Mekong Delta: An Assessment of Competitiveness and Industry." Prosperity Initiative.
- Tan, T.C., Cheng, L.H., Bhat, R., Rusul, G. and Easa, A.M. 2014. "Composition, physicochemical properties and thermal inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase from coconut (*Cocos nucifera*) water obtained from immature, mature and overly-mature coconut." *Food Chemistry*. 42 : 121-128.

- Tulecke, W., Weinstein, L.H., Rutner, A. and Laurencot, H.J. 1961. "The biochemical composition of coconut water (coconut milk) as related to its use in plant tissue culture. " Boyce Thompson Inst. 21 :115-128.
- U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2001. BAM : Yeasts, Molds and Mycotoxins. [online]. Available : <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-yeasts-molds-and-mycotoxins>. (Accessed May 7, 2019)
- U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2001. BAM : *Bacillus cereus*. [online]. Available : <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-bacillus-cereus>. (Accessed May 7, 2019)
- U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2010. BAM : Aerobic Plate Count. [online]. Available : <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-aerobic-plate-count>. (Accessed May 7, 2019)
- U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2012. Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. 2 nd Edition. [online]. Available : <https://www.fda.gov/media/83271/download>. (Accessed May 28, 2019)
- Wareing, P. and Davenport, R.R. 2005. Chemistry and technology of soft drinks and fruit juices. 2nd ed. London : Blackwell Publishing.
- Yong, J.W.H., Ge, L., Ng, Y.F. and Tan, S.N. 2009. "The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water." Molecules. 14 : 5144-5164.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

## รายงานการตรวจสอบคุณภาพมะพร้าว

## ก.1 รายงานการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบลูกมะพร้าว

<b>ศูนย์รับน้ำมะพร้าว</b>		ชื่อเรื่อง : รายงานการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบมะพร้าว				วันที่.....				
วันที่.....		เอกสารอ้างอิง : XXXXXXX				ความถี่ : ทุกคืนรถ				
ชนิดวัตถุดิบ <input type="radio"/> มะพร้าวแก่ <input type="radio"/> มะพร้าวอ่อน		ชื่อผู้ส่ง : _____		ทะเบียนรถ _____		แหล่ง _____				
การขนส่ง : <input type="radio"/> เป็นไปตามข้อกำหนด พื้นที่สะอาด มีวัสดุปิดคลุม <input type="radio"/> ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ระบุ : _____										
ลักษณะวัตถุดิบ : <input type="radio"/> มะพร้าวอ่อนมีทะเลาย <input type="radio"/> มะพร้าวอ่อนไม่มีทะเลาย <input type="radio"/> อื่น ๆ ระบุ : _____										
<input type="radio"/> มะพร้าวแก่มีเปลือกอ่อนหุ้มลูก <input type="radio"/> มะพร้าวแก่ไม่มีเปลือกอ่อนมีเฉพาะบริเวณคางของผลมะพร้าว										
การลงวัตถุดิบ : <input type="radio"/> Line Dumper <input type="radio"/> เปิดท้ายรถ - ลงด้วยพนักงาน <input type="radio"/> อื่น ๆ ระบุ : _____										
จำนวนรับเข้า : ผล, ตัด = _____ ผล เหลือสุทธิ _____ ผล										
น้ำหนักรับเข้า : kg, ตัด = _____ kg เหลือสุทธิ _____ kg										
รายการตรวจ	ข้อกำหนด		จำนวน ผล	%	น้ำหนักkg /ผล				หมายเหตุ	
	มะพร้าวอ่อน	มะพร้าวแก่								
จำนวนคูน (ผล)	ประมาณ 0.3 - 0.5 %				1		18		35	Min = $\emptyset$ cm.
น้ำหนักคูน	เก็บเป็นข้อมูล		-	-	2		19		36	Max = $\emptyset$ cm.
					3		20		37	Avg = _____ kg/ผล
Defect 1. มีรอยแตกน้ำซึม	ตัดคืน / ไม่รับ	ตัดคืน / ไม่รับ			4		21		38	
2. มีราและเน่าเสีย	ตัดคืน / ไม่รับ	ตัดคืน / ไม่รับ			5		22		39	
3. มีจาวใหญ่ชัดเจน	-	ตัดคืน / ไม่รับ			6		23		40	
4. มีคั่นอ่อน	-	ตัดคืน / ไม่รับ			7		24		41	
5. ไม่มีน้ำ	ตัดคืน / ไม่รับ	ตัดคืน / ไม่รับ			8		25		42	
6. มีสัตว์กัดแทะ	ตัดคืน / ไม่รับ	ตัดคืน / ไม่รับ			9		26		43	
7. มีค้ำหนีเสียบ	ต้องตัดแต่งก่อนรับเข้า				10		27		44	
8. มีรอยร้าว					11		28		45	
9. มีคราบโคลนหรือดินติด					12		29		46	Temp
10. อื่น ๆ (ระบุ)					13		30		47	°Bx
ขนาดผล - ขนาดใหญ่	$\geq 1.8$ kg/ผล	$\geq 1.3$ kg/ผล			14		31		48	pH
- กลาง	1.3-1.7 kg/ผล	0.9-1.2 kg/ผล			15		32		49	สี
- เล็ก	1.2 kg/ผล	0.8 kg/ผล			16		33		50	กลิ่น
- เล็กเกิน	ต่ำกว่า 1.2 kg/ผล	ต่ำกว่า 0.8 kg/ผล			17		34		51	รสชาติ
ตรวจสอบสิ่งปนเปื้อน เช่น เศษโลหะ, เศษแก้ว, ดิน, ทราย, น้ำมัน, การระบาดของแมลงและอื่นๆ <input type="radio"/> ไม่พบ <input type="radio"/> พบ ระบุ : _____										
กรณีไม่เป็นไปตามข้อกำหนด สาเหตุ .....										
1. หัวหน้าส่วนจัดซื้อวัตถุดิบ _____ ระบุการจัดการ _____										
2. หัวหน้าส่วนผลิต _____ ระบุการจัดการ _____										
3. หัวหน้าประกันคุณภาพ _____ ระบุการจัดการ _____										
(หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายอนุมัติแทน)		ลงชื่อ _____		ตรวจสอบและรายงาน				หัวหน้าแผนก		
F/PD/XXXXXX (อายุการจัดเก็บ 3 ปี 6 เดือน)		ตำแหน่ง _____		วันที่ _____						

## ภาคผนวก ข

### วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

**ข.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ได้จากการไทเทรต (titratable acidity) (AOAC, 2000)**

ข.1.1 วิธีการทดลอง

ใช้ปิเปต ดูดน้ำมะพร้าวจากแก้วตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร จากนั้นปล่อยน้ำมะพร้าว ออกจากปิเปตสู่ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตรจนหมด จากนั้น หยด phenolphthalein solution 5-10 หยด และเขย่าหรือแกว่งขวดรูปชมพู่เล็กน้อย เพื่อให้สารละลายเข้ากัน แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลาย NaOH ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน จนกระทั่งถึงจุดยุติ (เปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน) บันทึกปริมาตร NaOH ที่ใช้และนำไปคำนวณ

ข.1.2 การคำนวณหาปริมาณกรด

$$\text{ปริมาณกรด (ร้อยละ)} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times M_{\text{NaOH}} \times 0.064 \times 100}{V_{\text{น้ำมะพร้าว}}}$$

โดย	: $V_{\text{NaOH}}$	คือ ปริมาตรของสารละลาย NaOH 0.15 M ที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)
	$M_{\text{NaOH}}$	คือ ความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลาย NaOH 0.15 M
	ค่าคงที่ 0.064	คือ น้ำหนักกรัมสมมูลของกรดซิตริก (citric acid) ในน้ำมะพร้าว
	$V_{\text{น้ำมะพร้าว}}$	คือ ปริมาตรของน้ำมะพร้าวที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

**ข.2 วิธีการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid, TSS) ด้วยดิจิตอล รีแฟคโตมิเตอร์ (digital refractometer) (AOAC, 2000)**

- เช็กความสะอาดเครื่องดิจิตอลรีแฟคโตมิเตอร์ (0-32%) (Atago, Japan) และตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนใช้งาน โดยหยดน้ำกลั่นลงที่ sensor ค่าที่อ่านได้จะต้องได้ศูนย์ (0) ถ้าไม่ได้ค่าศูนย์ ให้กด zero ซึ่งจะเป็นการตั้งค่าให้เป็นศูนย์
- วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยหยดตัวอย่างที่ต้องการวัดประมาณ 5 หยดลงบน sensor ให้ตัวอย่างแผ่เต็มหน้า sensor กดปุ่มอ่านค่า ตัวเลขจะปรากฏบนหน้าปัด
- บันทึกค่าที่แสดงบนหน้าจอ

### ข.3 วิธีการวัดความเป็นกรดต่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH meter)

1. ก่อนใช้งานทำการสอบเทียบเครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH meter) รุ่น LAQUA act pH110-K (Horiba, Japan) ด้วย buffer solution pH 7.00 และ 4.00
2. จุ่ม electrode ลงในตัวอย่างน้ำมะพร้าว รอจนสัญลักษณ์ pH หยุดกระพริบ อ่านค่าบนหน้าจอ
3. บันทึกค่าที่แสดงบนหน้าจอ

## ภาคผนวก ค

### วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

#### ค.1 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์

เจือจางน้ำมะพร้าว โดยใช้ปิเปตต์ดูดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงใน Butterfield's phosphate-buffered dilution water 9 มิลลิลิตร ปิดฝา และเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (vortex) 7 วินาที ตัวอย่างที่ได้จะมีระดับการเจือจาง  $10^{-1}$  จากนั้นทำการเจือจางกระทั่งถึงความเข้มข้น  $10^{-6}$

#### ค.2 การเตรียมสารละลายสำหรับเจือจาง Butterfield's phosphate buffered

##### ค.2.1 การเตรียมน้ำยา stock

ละลาย potassium dihydrogen phosphate ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 34 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 7.2 ด้วยสารละลาย NaOH และปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)

##### ค.2.2 การเตรียมสารละลาย Butterfield's phosphate buffered Dilution

ปิเปตน้ำยา stock จากข้อ ค.2.1 ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น และปิเปตปริมาตร 9 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 16x150 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)

#### ค.3 วิธีการตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* (AOAC Official Method 2003.07, 2003) (ด้วยแผ่น 3M petrifilm)

1. ใช้ปิเปตที่ได้อบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างจากข้อ ค.1 ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร แล้วเปิดแผ่นฟิล์ม 3M™ Petrifilm™ Staph express count plate ขึ้น ปล่อยให้ตัวอย่างในปิเปตตกลงข้างๆ บน ตรงกลางของแผ่นฟิล์ม
2. ปิดแผ่นฟิล์ม ใช้แผ่นกดพลาสติกกดลงบนตัวอย่างจนเป็นแนวตัวอย่างรูปวงกลม
3. ปล่อยให้เจลแข็งตัว 1 นาที จากนั้นนำเข้าบ่ม ที่อุณหภูมิ  $35 \pm 1$  องศาเซลเซียส  $24 \pm 2$  ชั่วโมง
4. หากพบโคโลนีสีม่วงแดง ให้ทำการทดสอบยืนยันโดยเปิดแผ่นฟิล์มที่มีการเจริญของเชื้อที่ต้องการ ยืนยันผล แล้วสอดแผ่น 3M™ Petrifilm™ Staph express disk วางบนอาหารที่เชื้อเจริญ ปิดแผ่นฟิล์ม บ่มที่อุณหภูมิ  $35 \pm 1$  องศาเซลเซียส 1-3 ชั่วโมง
5. รายงานการตรวจการพบ โดย *S. aureus* ต้องมีโคโลนีสีม่วงแดงจากการทดสอบขั้นตอนที่ 3 และสร้างโซนสีชมพู (พื้นหลังสีน้ำเงิน) จากการทดสอบยืนยันขั้นตอนที่ 4

#### ค.4 วิธีการวิเคราะห์ *Salmonella* spp. (AOAC Official Method 2014.01, 2014) (ด้วยแผ่น 3M petrifilm)

1. ชั่งน้ำมะพร้าว 25 มิลลิลิตร ลงในภาชนะปราศจากเชื้อ เติมหอาหารเลี้ยงเชื้อ 3M *Salmonella* enrichment base (SEB) ที่ผสม 3M *Salmonella* enrichment supplement (SESUP) ลงในภาชนะบรรจุที่มีตัวอย่างแล้วนั้นในปริมาตร 225 มิลลิลิตร

2. ผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร 7 วินาที

3. บ่มที่อุณหภูมิ  $41.5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

4. หลังจากบ่มครบเวลา จึงทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์ด้วยการเขี่ยเชื้อบนผิวอาหาร (streak plate) ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (inoculation loop) ขนาด 10 ไมโครลิตร ( $\mu\text{L}$ ) และตัวอย่างจากข้อ 3 ให้เต็มห่วง จากนั้น streak ลงบนจานเพาะเชื้อ ลากเป็นแนวเดียวเพื่อให้โคโลนีแยกตัวออกจากกัน บ่มจานเพาะเชื้อ ที่อุณหภูมิ  $41.5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $24 \pm 2$  ชั่วโมง

5. การอ่านผลและแปลผล

5.1 การอ่านและแปลผลบวกเบื้องต้น (Presumptive positive *Salmonella*) โดยนำปากกาหมึกวงกลมรอบโคโลนีของเชื้อเลือกอย่างน้อย 5 โคโลนี เพื่อนำไปยืนยันผล เชื้อต้องสงสัยจะแสดง 3 ลักษณะ คือ โคโลนีสีแดงมีโซนสีเหลืองล้อมรอบ โคโลนีสีแดงมีฟองแก๊ส และโคโลนีสีแดงมีโซนสีเหลืองล้อมรอบและมีฟองแก๊ส

5.2 ขั้นตอนการยืนยันผลด้วย 3M Petrifilm™ *Salmonella* express confirmation disk

5.2.1 นำแผ่น disk ออกจากซอง วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

5.2.2 เปิดแผ่น 3M Petrifilm™ *Salmonella* express plate ด้านบนขึ้น แล้วนำแผ่น disk แรกลงบนแผ่นเจลแล้วค่อยๆ ปลอຍแผ่นฟิล์มด้านบนลงให้แนบกับแผ่น disk ใช้นิ้วลูบเบาๆไล่ฟองอากาศออกจากพื้นที่การเจริญของเชื้อ

5.2.3 บ่มที่อุณหภูมิ  $41.5 \pm 1$  องศาเซลเซียส 4-5 ชั่วโมง

5.2.4 เมื่อครบเวลาบ่มยืนยันผล 4-5 ชั่วโมงแล้ว ให้พิจารณาโคโลนีที่วงกลมไว้ในเบื้องต้น ถ้าเป็นเชื้อ *Salmonella* จะแสดงลักษณะโคโลนีมีสีน้ำตาลเงินเข้ม-ดำ มีตะกอนสีน้ำตาลเงิน หรือโคโลนีสีน้ำตาลเงินเข้ม-ดำ ที่จุดกึ่งกลางมีสีแดงเข้มและมีตะกอนสีน้ำตาลเงิน

#### ค.5 การตรวจวิเคราะห์ *Bacillus cereus* (FDA-BAM, 2001)

1. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ mannitol egg yolk polymyxin agar (MYP) ประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ รोजนกระทั่งอาหารแข็ง

2. ปิเปิดน้ำมะพร้าว 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหารและใช้แท่งแก้วรูปตัวแอลเกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหาร จนกระทั่งผิวหน้าอาหารแห้ง (spread plate)

3. คว่ำจานเพาะเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือหากปฏิบัติไม่ชัดเจนให้บ่มจานเพาะเชื้อ จนครบ 48 ชั่วโมง

4. อ่านผลโดยสังเกตดูโคโลนีสีชมพูที่รอบๆ โคโลนีมีโซน (Lecithinase - positive) นั่นคือ โคโลนีของ *Bacillus cereus*
5. ยืนยันผลโดยเชื้อโคโลนีสีชมพูที่มีโซนจากอาหารเลี้ยงเชื้อ MYP และ streak plate ลงบนอาหารเพาะเชื้อ nutrient agar (NA) นำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงจากนั้นนำมาย้อมแกรมซึ่งมีลักษณะ แกรมบวก ท่อนสั้นถึงยาว สปอร์รูปไข่

#### ค.6 การตรวจวิเคราะห์ *Clostridium spp.* (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เลขที่ 335 เล่ม 1-2523, 2523)

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Cook meat medium (CMM) จำนวน 4 หลอด (โดยแบ่งไปต้มที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จำนวน 2 หลอด เพื่อเป็นการไล่อากาศ แล้วทำให้เย็น)
2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างจากข้อ ค.1 ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมหลอดละ 2 มิลลิลิตร แล้วเททับด้วยวุ้นเลี้ยงเชื้อ (agar) หรือ พาราฟินทับผิวหน้าอาหารทั้ง 4 หลอดหรือใส่ในโถบ่มไร้ออกซิเจน (anaerobic jar) โดยหลอดที่ 1 และ หลอดที่ 2 ไม่ให้ความร้อนและพร้อมกับใส่ตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ส่วนหลอดที่ 3 และหลอดที่ 4 ให้ความร้อนและพร้อมกับใส่ตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร
3. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Cook meat medium จำนวน 4 หลอด (โดยแบ่งไปต้มที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จำนวน 2 หลอด เพื่อเป็นการไล่อากาศ แล้วทำให้เย็น) แล้วเททับด้วย agar หรือ พาราฟินทับผิวหน้าอาหารทั้ง 4 หลอด เพื่อใช้เป็น ตัวอย่างควบคุม (control) หลอดที่ 5 และหลอดที่ 6 ไม่ให้ความร้อน หลอดที่ 7 และหลอดที่ 8 ให้ความร้อน
4. นำหลอดทดลองที่ 1, 3, 5, 7 บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส 48-96 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบ putrefactive bacteria
5. นำหลอดทดลองที่ 2, 4, 6, 8 บ่มที่ 55 องศาเซลเซียส 48-96 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบพวก thermophilic bacteria
6. อ่านผลโดยการตรวจดูความขุ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อ การย่อยสลายของชิ้นเนื้อของอาหารเลี้ยงเชื้อ และสร้างแก๊สเกิดเป็นฟองก๊าซในอาหารเลี้ยงเชื้อและที่ใต้วุ้น ซึ่งปิดทับผิวหน้าอาหารเพื่อให้เป็นสภาพที่ไร้อากาศ (anaerobic condition) ตรวจดูเปรียบเทียบกับหลอด control (หลอดที่ 5 - 8)
7. ตรวจยืนยันผล โดยใช้ห้วงเชื้อถ่ายเชื้อจากหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่สงสัยว่ามีการเจริญของแบคทีเรียประเภท thermophilic bacteria และ putrefactive bacteria ลงบนสไลด์ ทำการเตรียมสไลด์สด (wet mount) เพื่อใช้ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ หรือการย้อมแกรม (gram staining) ถ้ามีแบคทีเรียแบบแท่งค่อนข้างใหญ่ (medium หรือ large rod) ทั้งหมด มีสปอร์ค่อนข้างไปทางปลาย ไม่มีแบคทีเรียแบบอื่นๆ ใ้รายงานผลเป็นพบ (positive)
8. วิเคราะห์ *Clostridium spp.* โดยเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ cook meat medium จำนวน 4 หลอด จากนั้นใช้ปิเปตดูดตัวอย่างจากกระป๋องหรือสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่ำที่สุดใส่ลงในอาหาร Cook meat medium หลอดละ 2 มิลลิลิตร จำนวน 2 หลอด แล้วเททับด้วยพาราฟินหรือ วุ้นเลี้ยงเชื้อ (agar) ทับผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 4 หลอดหรือใส่ในโถบ่มไร้ออกซิเจนก็ได้ โดยหลอดที่ 1

และ หลอดที่ 2 ไม่ให้ความร้อนและพร้อมกับใส่ตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ส่วนหลอดที่ 3 และหลอดที่ 4 ไม่ให้ความร้อนเป็นตัวอย่างควบคุม (control)

9. นำหลอดที่ 1-4 บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส 48-96 ชั่วโมง (2-4 วัน)

10. อ่านผลโดยตรวจดูความขุ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อ การย่อยสลายของชั้นเนื้อของอาหารเลี้ยงเชื้อ และสร้างแก๊สเกิดเป็นฟองก๊าซในอาหารเลี้ยงเชื้อและที่ใต้ agar ซึ่งปิดทับผิวหน้าอาหาร เพื่อให้เป็นสภาพที่ไร้อากาศ (Anaerobic condition) ตรวจดูเปรียบเทียบกับหลอด control (หลอดที่ 3 - 4) ถ้าพบการเปลี่ยนแปลงจะรายงานเป็นพวก *Clostridium* spp.

## ค.7 การตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count; TPC) (FDA-BAM, 2010)

1. ใช้ปิเปตที่ได้อบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 มิลลิลิตร ดูตัวอย่างจากข้อ ค.1 ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร ลงบนจานเพาะเชื้อ

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) หลอมเหลวที่อุณหภูมิ  $45 \pm 1$  องศาเซลเซียส 12-15 มิลลิลิตร ลงจานเพาะเชื้อแล้วเขย่าตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันด้วยวิธี pour plate (หมุนวนจานเพาะเชื้อทางซ้าย 5 รอบ ทางขวา 5 รอบ และเขย่าเบาๆ ขึ้น-ลง 5 รอบ ตามแนวราบกับพื้นที่ทดสอบ) ในแต่ละจานเพาะเชื้อ ภายใน 15 นาที ปล่อยให้เย็นให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว

3. เมื่ออาหารแข็ง ให้กลับจานเพาะเชื้อขึ้น โดยก้นอยู่ด้านบนและฝาอยู่ด้านล่าง (up side down) เพื่อป้องกันไม่ให้ไอน้ำรวมกับเชื้อทำให้นับจำนวนไม่ได้ จากนั้นนำจานเพาะเชื้อ อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส  $48 \pm 2$  ชั่วโมง

4. นับจำนวน แผลผลและรายงานผล

4.1 จานเพาะเชื้อที่ไม่พบการเจริญของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ให้รายงาน  $< 1$  cfu/มิลลิลิตร สำหรับของเหลว

4.2 ให้นับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 25 - 250 โคโลนี โดยนับโคโลนีที่แยกอิสระจากกัน แล้วบันทึกผลความเจือจางที่ใช้และจำนวนโคโลนีที่นับได้ กรณีที่พบเชื้อแผ่กระจาย เป็นสาย หรือเป็นแผ่นฟิล์ม หรือ ไม่ยกเป็นโคโลนีอิสระให้พิจารณา ดังนี้

4.2.1 หากพบโคโลนีเป็นสาย (chain) และพบเพียง 1 สาย บนจานเพาะเชื้อ ให้นับโคโลนีที่แยกเป็นอิสระและนับเป็น 1 โคโลนีสำหรับโคโลนีเป็นสาย

4.2.2 หากพบโคโลนีเป็นสายหลายๆ สาย ให้นับเป็น 1 โคโลนีสำหรับแต่ละสาย

4.2.3 หากพบโคโลนีเป็นฟิล์มเจริญกันและด้านบนจานเพาะเชื้อ จนไม่สามารถนับได้ ให้นับเป็น 1 โคโลนี ในแต่ละโคโลนีที่แตกต่างกัน

4.3 จานเพาะเชื้อที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน 250 โคโลนี ให้ทำการตีตารางนับ ต่อ 1 ตารางเซนติเมตร คำนวณโดยใช้จำนวนเชื้อที่นับได้หารด้วยตารางเซนติเมตรคูณด้วยพื้นที่จานเพาะเชื้อและการเจือจาง

### ค.8 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (Yeasts and molds) (FDA-BAM Chapter 18 , 2001)

1. ใช้ปิเปตที่ได้อบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างจากข้อ ค.1 ลงบนจานเพาะเชื้อ
2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) หลอมเหลวที่อุณหภูมิ  $45 \pm 1$  องศาเซลเซียส 20-25 มิลลิลิตร ลงจานเพาะเชื้อแล้วเขย่าตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อ ให้เข้ากันด้วยวิธี pour plate ภายใน 15 นาที ปล่อยให้เย็นให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว
3. บ่มที่อุณหภูมิ  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส เวลา 120 ชั่วโมง
4. ให้นับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อ

### ค.9 แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม (Coliform) และ *Escherichia coli* (AOAC Official Method 991.14, 2015) (ด้วยแผ่น 3M petrifilm)

1. ใช้ปิเปตที่ได้อบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างจากข้อ ค.1 ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร แล้วเปิดแผ่นฟิล์มขึ้น ปล่อยให้ตัวอย่าง ในปิเปตตกลงๆ บน ตรงกลางของ 3M Petrifilm E. coli and coliform count plate
2. ปิดแผ่นฟิล์ม ใช้แท่งแก้วรูปตัวแอลแบบพลาสติกกดลงบนตัวอย่างจนเป็นแนวตัวอย่างรูปวงกลม ปล่อยให้เจลแข็งตัว 1 นาที จากนั้นนำเข้าบ่ม ที่อุณหภูมิ  $35 \pm 1$  องศาเซลเซียส  $24 \pm 2$  ชั่วโมง (สำหรับโคลิฟอร์ม) และ  $48 \pm 4$  ชั่วโมง (สำหรับ *E. coli*)
3. การอ่านผลการทดสอบ หากเป็นโคลิฟอร์ม จะได้โคโลนีสีแดง สร้างแก๊สรอบโคโลนี หาก *E. coli* โคโลนีสีน้ำเงิน อาจพบแก๊สหรือพบรอบโคโลนีก็ได้ ส่วนการนับจำนวน ให้นับที่ระดับ 15-150 โคโลนี

## ภาคผนวก ง

### ผลการทดลองลักษณะทางกายภาพเคมีและปริมาณจุลินทรีย์

#### ง.1 ผลการทวนสอบของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการรับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวในถังเก็บ

ตารางภาคผนวกที่ ง.1 ผลการทดลองลักษณะทางกายภาพเคมีน้ำของมะพร้าวที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

ชั่วโมงที่	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°brix)		ความเป็นกรดต่าง (pH)		ปริมาณกรด (ร้อยละ)		การทดสอบทางประสาทสัมผัส	
	CCC1	CCC2	CCC1	CCC2	CCC1	CCC2	CCC1	CCC2
0	4.45	4.55	5.45	5.57	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน
1	4.45	4.45	5.45	5.52	0.05	0.05	ผ่าน	ผ่าน
2	4.45	4.50	5.46	5.53	0.05	0.05	ผ่าน	ผ่าน
3	4.40	4.60	5.46	5.59	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน
4	4.45	4.55	5.45	5.60	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน
5	4.45	4.45	5.47	5.54	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน
6	4.45	4.60	5.46	5.53	0.05	0.05	ผ่าน	ผ่าน
9	4.45	4.60	5.43	5.55	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน
12	4.45	4.55	5.43	5.51	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน
15	4.45	4.60	5.45	5.52	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน
18	4.40	4.55	5.47	5.53	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน
21	4.45	4.50	5.43	5.53	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน
24	4.40	4.55	5.44	5.51	0.05	0.04	ผ่าน	ผ่าน

หมายเหตุ  
 CCC1 คือ ศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 1  
 CCC2 คือ ศูนย์รับวัตถุดิบน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ ง.2 ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

ชั่วโมงที่	TPC (cfu/ml)		ยีสต์และรา (cfu/ml)		โคลิฟอร์ม (cfu/ml)		E.coli (cfu/ml)	
	CCC1	CCC2	CCC1	CCC2	CCC1	CCC2	CCC1	CCC2
0	6.67	6.71	4.45	4.18	5.45	5.43	<1	2.00
3	6.36	6.79	3.98	4.33	5.16	5.48	<1	2.48
9	6.34	6.16	4.21	4.32	5.18	5.24	<1	1.60
15	6.59	6.30	4.54	3.95	5.34	5.08	<1	1.60
21	6.68	6.27	4.29	4.42	5.07	5.16	<1	1.60
24	6.76	6.51	4.58	4.41	5.39	5.26	<1	1.70

หมายเหตุ TPC คือ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด,  
 CCC1 คือ ศูนย์รับวัดคุณภาพน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 1,  
 CCC2 คือ ศูนย์รับวัดคุณภาพน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 2,  
 - หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์,  
 <1 หมายถึง น้อยกว่า detection limit ที่ 1 มิลลิลิตรสำหรับแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม และ E. coli, ที่ 0.01 มิลลิลิตรสำหรับยีสต์และรา และที่ 0.001 มิลลิลิตรสำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด,

ตารางภาคผนวกที่ ง.3 ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-24 ชั่วโมง

ชั่วโมงที่	<i>S.aureus</i>		<i>Clostridium spp.</i>		<i>B.cereus</i>		<i>Salmonella spp.</i>	
	CCC1	CCC2	CCC1	CCC2	CCC1	CCC2	CCC1	CCC2
0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-
24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์,  
 CCC1 คือ ศูนย์รับวัดคุณภาพน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 1,  
 CCC2 คือ ศูนย์รับวัดคุณภาพน้ำมะพร้าวศูนย์ที่ 2,  
 ND หมายถึง ไม่สามารถตรวจสอบได้ (not detect)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวทิพาพรรณ ยิ่งยอดกุล
วัน เดือน ปี เกิด	14 ธันวาคม 2534
ที่อยู่	95/258 หมู่ 1 ตำบลบ้านใหม่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2557 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ.2562 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการความปลอดภัย อาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ.2557-2561 ตำแหน่ง QS Supervisor บริษัท มาลีกรุ๊ป จำกัด (มหาชน) พ.ศ.2561-ปัจจุบัน ตำแหน่ง Food Technologist บริษัท มาลีกรุ๊ป จำกัด (มหาชน)