การศึกษาวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อลดความฝาดในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

The Study of the Methods of Ripening *Carissa carandas* Linn to Reduce Astringency in Pasteurized Juice of *Carissa carandas* Linn

พิทยานัน	ควรสถิตย์
PHITTAYANAN	KHUNSATHIT
โยธิกา	ชัยศรี
YOTHIKA	CHAISRI

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2562

การศึกษาวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อลดความฝาดในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

The Study of the Methods of Ripening *Carissa carandas* Linn to Reduce Astringency in Pasteurized Juice of *Carissa carandas* Linn

พิทยานัน ควรสถิตย์

PHITTAYANAN KHUNSATHIT

โยธิกา ชัยศรี

YOTHIKA CHAISRI

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อโครงงานพิเศษ การศึกษาวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อลดความฝาดในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ชื่อ นามสกุล พิทยานัน ควรสถิตย์ และโยธิกา ชัยศรี

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

ปีการศึกษา 2562

อาจารที่ปรึกษา อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงงานพิเศษฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์นพพร สกุลยืนยงสุข)

.....กรรมการ

(ดร.ธนภพ โสตรโยม)

.....กรรมการ

(อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง)

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....

(อาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร)
หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
วันที่ 6 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2563

.....

(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
วันที่ ๑๘ เดือน มี.ค. พ.ศ. ๒๕๖๓

ชื่อโครงงานพิเศษ การศึกษาวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อลดความฝาดในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์
ชื่อ นามสกุล พิทยานัน ควรสถิตย์ และโยธิกา ชัยศรี
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีลดความฝาดด้วยการบ่มที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ พบว่าการศึกษาวิธีการลดความฝาดด้วยการบ่มที่เหมาะสมจำนวน 5 วิธี โดยใช้ระยะเวลา ในการบ่ม 2, 3 และ 4 วัน พบว่าการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีที่ 3 การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก ในระยะเวลาจำนวน 3 วัน พบว่า คุณภาพทางกายภาพด้านค่า L*, a* และb* (ส่วนเปลือก) มีค่าเท่ากับ 38.03±0.26, 29.44±0.17, 13.43±0.35 ตามลำดับ ส่วนค่า L*, a* และb* (ส่วนเนื้อ) มีค่าเท่ากับ 35.43±0.10, 36.86±0.08, 19.87±0.07 ตามลำดับ คุณภาพทางเคมี พบว่า มีค่า °Brix เท่ากับ 8.83±0.29 และค่า pH เท่ากับ 2.97±0.02 และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในทุกด้านมากที่สุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากนั้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ พบว่า ค่า L* และ a* มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่า b* มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ พบว่า จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนี/ตัวอย่าง 1 ml, ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 ml, เอสเชอริเชีย โคไล ต้องน้อยกว่า 3 MPN/ตัวอย่าง 1 ml และโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 MPN/เครื่องดื่ม 100 ml ซึ่งไม่เกินกำหนดของมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท) สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส เก็บรักษาได้ 3 สัปดาห์ จากนั้นทำการศึกษาการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ ร้อยละ 100

คำสำคัญ : มะม่วงหาวมะนาวโห่, ใบขี้เหล็ก, วิธีการบ่ม, พาสเจอร์ไรส์

Special Project The Study of the Methods of Ripening *Carissa carandas* Linn to Reduce Astringency in Pasteurized Juice of *Carissa carandas* Linn

Author Phittayanan Khunsathit
Yothika Chaisri

Degree Bachelor of Science
Major program Food Science and Technology Faculty of Home Economics Technology
Academic Year 2019

Abstract

This aims of special project are study about method reduce astringent of ripening suitable products of *carunda* pasteurized juice, we are study the changes during storage of *carunda* pasteurized juice and study cosumer acceptance of products of *carunda* pasteurized juice. From method revealed that the methods of ripening *carunda* the most suitable method is method 3 ,the method of ripening *Cassia Tree* in 3 days, we are found physical quality in the value L* ,a* and b* (peel) is equal to 38.03±0.26, 29.44±0.17, 13.43±0.35 the value L*, a*, and b* (the meat) is equal to 35.43±0.10, 36.86±0.08, 19.87±0.07, Chemical found °Brix values were 8.83±0.29 and 2.97±0.02. The pH of the test scores in most aspects. The difference was statistically significant ($p<0.05$) and then study the dynamics between the preservation of products *carunda* pasteurized juice and found that L*, a* decreased statistically significantly ($p<0.05$) and b* values were increased statistically significantly ($p<0.05$). The bacteriological quality of *carunda* pasteurized juice found that microorganisms not exceed 1x104 cfu/sample 1 ml, yeast andmold must not exceed 100 CFU/sample 1 ml, S. Cheryl Shea coli must be less than 3 MPN/sample 1 ml and Coliform less than 2.2 MPN/100 ml Which does not exceed the prescribed standards of the Ministry of Health. Can be stored at room temperature 4+2 °c storage for 3 weeks, The study on the adoption products Karanda Pasteurized found that consumers agree 100 percent.

Keywords: *carunda*, *Cassia Tree*, curing method, pasteurized.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีผู้ศึกษาขอขอบคุณ อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณอาจารย์นพพร สกุลยืนยงสุข และ ดร. ธนภพ โสตรโยม ที่เสียสละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณอาจารย์ สิริรัตน์ พานิช อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ กลุ่มวิชาเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครเหนือ ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านการวิเคราะห์ทางเคมี

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือที่ดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ประจำปีงบประมาณ 2563 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย สถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือในการปฏิบัติการทดลองโครงงานพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ในคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ที่คอยให้การช่วยเหลือในการทำแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

พิทยานัน ควรสถิตย์
โยธิกา ชัยศรี

สารบัญ

บทคัดย่อ (1)

Abstract (2)

กิตติกรรมประกาศ (3)

สารบัญ (4)

สารบัญตาราง (6)

สารบัญภาพ (7)

สารบัญแผนภาพ (8)

สารบัญแผนภูมิ (9)

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่ 3

2.2 ความสุกของผลไม้ 8

2.3 เอทิลีน 10

2.4 น้ำตาล 13

2.5 เกลือ 16

2.6 การพาสเจอร์ไรส์ 17

2.7 การบรรจุเครื่องดื่ม 19

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 24

บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี 27

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 27

3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง 30

3.4 สถานที่ 39

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการทดลอง และอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 41

4.2 ผลการศึกษาวิธีการลดความฝาดด้วยวิธีการบ่มที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 45

4.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ 53

4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ 56

บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล 62

5.2 ข้อเสนอแนะ 63

เอกสารอ้างอิง 64

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การคัดเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมในการนำมาบ่มเพื่อลดความฝาด 69

ภาคผนวก ข วัตถุดิบ สารเคมี อุปกรณ์ และกรรมวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้ง 5 วิธีการบ่ม 71

ภาคผนวก ค กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ 82

ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 87

ภาคผนวก จ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข 93

ภาคผนวก ฉ วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ 99

ภาคผนวก ช วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี 101

ภาคผนวก ซ วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ 102

ภาคผนวก ฌ ฉลาก และบรรจุภัณฑ์ 110

ประวัติผู้ศึกษา 112

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว ใน 100 กรัม	16
3.1	สูตรการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์	35
4.1	คุณลักษณะของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 2 วัน	41
4.2	คุณลักษณะของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 3 วัน	42
4.3	คุณลักษณะของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 4 วัน	43
4.4	การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 2 วัน	46
4.5	การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 3 วัน	47
4.6	การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 4 วัน	48
4.7	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกาย และทางเคมีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ พาสเจอร์ไรส์ จากการบ่มทั้ง 5 วิธี	51
4.8	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่ม น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์จากการบ่มทั้ง 5 วิธี	52
4.9	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์	54
4.10	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาทางคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์	55
4.11	แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	56
4.12	แสดงข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม	58
4.13	แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่	59
ก.1	การคัดเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมในการนำมาบ่มเพื่อลดความฝาด	70

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่	3
2.2	สูตรโครงสร้างของเอทิลีน	10
2.3	การบ่มผลไม้โดยการใช้ใบขี้เหล็ก	12
2.4	การบ่มผลไม้โดยการใช้ธูป	12
2.5	การบ่มผลไม้โดยการใช้แคลเซียมคาร์ไบด์	12
2.6	การบ่มผลไม้โดยการห่อหนังสือพิมพ์	13
4.1	ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ จากการบ่มทั้ง 5 วิธี	50
4.2	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่บ่มด้วยวิธีการใช้ใบขี้เหล็กระหว่างการเก็บรักษา 0-5 สัปดาห์	53
ข. 1	มะม่วงหาวมะนาวโห่	72
ข. 2	สารแคลเซียมคาร์ไบด์	72
ข. 3	ฟักเขียว แบบดิบ	72
ข. 4	ใบขี้เหล็ก	72
ข. 5	ตระกร้า	73
ข. 6	กล่องลัง	73
ข. 7	กระถาง	73
ข. 8	กระดาษหนังสือพิมพ์	73
ข. 9	ธูปหอม	73
ข. 10	ผ้าขาวบาง	73
ฌ. 1	ฉลากของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์	111
ฌ. 2	บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์	111

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
3.1	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่อุณหภูมิห้อง	30
3.2	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์	31
3.3	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยใบขี้เหล็ก	32
3.4	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยธูป	33
3.5	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์	34
3.6	กระบวนการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์	36
ข. 1	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่อุณหภูมิห้อง	74
ข. 2	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์	75
ข. 3	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยใบขี้เหล็ก	77
ข. 4	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยธูป	79
ข. 5	การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์	81
ค. 1	กระบวนการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์	83

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
ช. 1	ปริมาณแทนนินของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์จากการบ่มทั้ง 5 วิธี เป็นระยะเวลา 3 วัน	104
ช. 2	ปริมาณฟินอลิกของน้ำบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์จากการบ่มทั้ง 5 วิธี เป็นระยะเวลา 3 วัน	105

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

มะม่วงหาวมะนาวโห่ เป็นผลไม้ที่มียางสีขาว ซึ่งให้รสฝาด นิยมเก็บเกี่ยวในขณะที่ผลมีความสมบูรณ์ทางสรีรวิทยาแล้ว แต่ผลไม่สุก จะต้องใช้เวลาหลายวันจึงทำให้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีปริมาณยางสีขาวอยู่ในปริมาณมากนั้นลดลง ซึ่งส่งผลให้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีรสชาติขมและมีความฝาด และอีกประมาณ 3 ปีข้างหน้าอาจจะเกิดการล้นตลาดของมะม่วงหาวมะนาวโห่ ราคามะม่วงหาวมะนาวโห่ก็จะตกต่ำ จึงมีการนำมะม่วงหาวมะนาวโห่มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แยมมะม่วงหาวมะนาวโห่ มะม่วงหาวมะนาวโห่แช่อิ่ม มะม่วงหาวมะนาวโห่ดอง น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ น้ำพริกมะม่วงหาวมะนาวโห่ เป็นต้น (พลังเกษตร, 2561)

โดยพบปัญหาว่า มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่นำมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนั้นมีรสชาติขม และฝาดจนเกินไป ซึ่งผู้จัดทำโครงงานพิเศษจึงมีแนวคิดที่จะหาวิธีการลดความฝาดของมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยทำการศึกษาหาวิธีการบ่มผลไม้ที่เหมาะสม และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาวิธีการบ่ม และระดับความสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ เนื่องจากมะม่วงหาวมะนาวโห่มีรสชาติที่เปรี้ยวอมขม และมีรสฝาดที่ไม่เป็นที่ยอมรับเท่าที่ควร จากการค้นคว้าพบงานวิจัยที่ศึกษากระบวนการลดความฝาดที่เกิดจากแทนนิน โดยมีการใช้สารในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์การใช้เพคตินในการตกตะกอนแทนนินในไวน์แดง การใช้กัม และ carboxymethylcellulose (CMC) ใน black chokeberry ชาเขียว และลูกวอลล์นัต มีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 95 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในการลดความฝาดลูกพลับ การบ่มพลับพันธุ์ Diospyros kiki L ด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 99.99 เป็นเวลา 20 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณแทนนินได้ทั้งหมด (นลินี และคณะ , 2555) ดังนั้น จากงานวิจัยที่ได้ค้นคว้ามา จึงทำให้ผู้วิจัยอยากทำการศึกษาการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อลดความฝาดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาวิธีการลดความฝาดด้วยการบ่มที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

1.2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

1.2.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่ (Karonda Fruit) ที่ใช้ในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เลือกใช้พันธุ์สีแดง ผลมีลักษณะทรงกลมรีเรียวเล็ก ผิวเปลือกบางเรียบเกลี้ยงเป็นมัน ผลดิบสีขาวอมชมพูเท่านั้น มีรสชาติเปรี้ยวจัดและฝาด โดยปลูกขึ้นจากจังหวัดอุทัยธานี

1.3.2 ศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุขวดแก้วใสขนาด 200 ml เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4$\pm$2 องศาเซลเซียส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบวิธีการบ่มและระดับความสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

1.4.2 ทราบสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

1.4.3 เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

1.4.4 เพิ่มมูลค่าของมะม่วงหาวมะนาวโห่

1.4.5 ทราบการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่

มะม่วงหาวมะนาวโห่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas L.* อยู่ในวงศ์ *Apocynaceae* มีชื่อสามัญ คือ *Karanda, Carunda* และ *Christ's thorn* (Kumar et al., 2013) มีชื่อเรียกอื่นๆ เช่น มะนาวไม่รู้โห่ (ภาคกลาง) มะนาว โห่ (ภาคใต้) หนามขี้แฮด (เชียงใหม่) หนามแดง (กรุงเทพฯ) เป็นต้น สามารถเก็บเกี่ยวผลได้ตลอดทั้งปี (ธงชัย และคณะ) แต่จะมีมากในช่วงประมาณเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม มีลักษณะเป็นไม้พุ่มรอเลื้อย หรือไม้ต้นขนาดเล็ก เป็นไม้ไม่ผลัดใบ มีสีเขียวตลอดปี (Kumar et al., 2013)

ภาพที่ 2.1 ต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่

ที่มา: TreatThai, ม.ป.ป.

2.1.1 การใช้ประโยชน์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อการบริโภค

ผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นแหล่งของสารแอนโทไซยานิน วิตามินซี ธาตุเหล็ก และสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ ในผลสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงถึง 427 มก./100 ก. และมีสูงกว่าในผลดิบ ในส่วนของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าผลสุกจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าในผลดิบเช่นเดียวกัน แต่ในผลดิบมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าในผลสุก (Patel, 2013) มะม่วงหาวมะนาวโห่ มีผลแบบมีเนื้อหลายเมล็ด (berry) มีการบริโภค ภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ มะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นผลไม้ที่จัดเป็นอาหารเรียกน้ำย่อยที่กินก่อนอาหารจานหลักได้เป็นอย่างดีโดยส่วนใหญ่แล้วผลมักจะนำไปดองก่อนที่จะสุก ผลดิบมักจะใช้เป็นเครื่องดื่มคลายร้อน นำมาใช้ทำเยลลี่ แยม น้ำผลไม้ น้ำเชื่อม ทาร์ต และเครื่องเคียง น้ำยางสีขาวในผลสุกใช้ในอุตสาหกรรมแทนนิน และสีผสมอาหาร ในผลสุกจะมีสารคล้ายยางเหนียว แต่เมื่อปรุงโดยการผ่านความร้อน แล้วทิ้งไว้ให้เย็นจะได้น้ำผลไม้ที่มีสีแดงเข้มใส นำไปใช้เป็นเครื่องดื่มดับร้อนได้ ผลสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่จะมีเพคตินเป็นจำนวนมาก ผลสุกชนิดที่มีรสหวานสามารถรับประทานได้ทันที แต่ชนิดที่มีรสเปรี้ยวต้องกวนด้วยน้ำตาลจำนวนมากก่อนจึงจะรับประทานได้ ในบางประเทศปรุงมะม่วงหาวมะนาวโห่ร่วมกับพริกเขียวเพื่อเป็นอาหาร ที่รับประทานคู่กับแผ่นโรตี (Maheshwari et al., 2012) นอกจากนี้ยังมีการนำมาทำเป็นซอสเปรี้ยว ใช้สำหรับรับประทานคู่กับปลาและเนื้อวัว (Philippine., 2012)

2.1.2 การใช้ประโยชน์อื่นๆ

ต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่มีการใช้ประโยชน์ได้มากมายทั้งการใช้เป็นยาสมุนไพรพื้นบ้าน และการวิจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติที่มีประโยชน์มากมายทางการแพทย์ ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.1.2.1 ยาพื้นบ้าน (traditional medicinal uses) มะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นพืชที่ปลูกทั่วไปตามรั้วบ้านที่มีสรรพคุณเป็นยารักษาหรือบรรเทาอาการเจ็บป่วย ดังนี้

1) ราก เป็นยาถ่ายพยาธิบรรเทาอากาศปวดท้องต้านโรคลักปิดลักเปิดและเป็นประโยชน์มาก สำหรับอาการผิดปกติในกระเพาะอาหาร เช่น อาการกรดเกินท้องอืดและยังเป็นประโยชน์กับพยาธิที่อยู่ในลำไส้ รักษาโรคหิด แผลเรื้อรัง แผลจากโรคเบาหวาน บรรเทาอาการคันอาการหนองใน อาการไข้ อาการอาหารไม่ย่อย อาการอาเจียน อาการผิดปกติที่กระเพาะปัสสาวะและยังใช้พอกแผลเพื่อป้องกันแมลงตอมแผล นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นสารขับไล่แมลง

2) เปลือกลำต้น บรรเทาอาการของโรคผิวหนัง แก้บิด ขับน้ำเหลืองเสีย แก้ท้องเสีย แก้กามโรค ทำยาอมรักษาแผลในปาก แก้ปวดฟัน พอกดับพิษ

3) เนื้อไม้ บำรุงไขมันในร่างกาย บำรุงธาตุ แก้อ่อนเพลีย บำรุงกำลัง

4) ใบ น้ำต้มจากใบใช้บรรเทาอาการไข้ อาการท้องเสีย อาการปวดหู อาการเจ็บคอ เจ็บในปาก อาการเจ็บจากโรคซิฟิลิส และยังสามารถบรรเทาอาการไข้

5) ผล ผลดิบ มีรสขมและเปรี้ยว ใช้เป็นยาสมานแผล ดับกระหายคลายร้อน ใช้เป็นอาหารเรียกน้ำย่อย ที่กินก่อนอาหารจานหลัก แก้อาการท้องผูก ลดไข้ ละลายเสมหะ และเป็นประโยชน์สำหรับผู้มีอาการกระหายน้ำ และอาการอาเจียนเป็นเลือด ผลสุกมีรสหวานและมีสรรพคุณเย็นใช้เป็นผลไม้เรียกน้ำย่อย บรรเทาอาการ ลักปิดลักเปิด และเป็นประโยชน์ต่อผู้มีอาการอาเจียน มีเสมหะ ภาวะเบื่ออาหาร แผลไหม้ โรคหิด อาการคัน และอาการอื่นๆ จากโรคผิวหนัง บรรเทาภาวะโลหิตจาง และช่วยถอนพิษ ในตำราแพทย์พื้นบ้านกล่าวว่าผลสุกสามารถกระตุ้นอารมณ์ทางเพศของผู้หญิง และฆ่าพยาธิในลำไส้ได้ ผลสุกมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และเชื้อรา น้ำคั้นจากผลใช้ล้างแผลเพื่อป้องกันการติดเชื้อและบรรเทาอาการคันที่ผิวหนังและยังสามารถบรรเทาอาการวิกลจริตไ

6) เมล็ดแก้กลากเกลื้อน แก้เนื้อหนังชาในโรคเรื้อน แก้โรคผิวหนัง แก้ตาปลา แก้เนื้องอก บำรุงไขข้อ บำรุงกระดูก บำรุงเส้นเอ็น บำรุงกำลัง และบำรุงผิวหนัง

7) น้ำยางทำลายตาปลากัดทำลายเนื้อที่ด้านเป็น ปุ่มโต แก้เลือดออกตามไรฟัน รักษาหูด รักษาขี้กลาก แผลเนื้องอก และโรคเท้าช้าง

8) ยอดอ่อน รักษาริดสีดวงทวาร

2.1.2.2 คุณสมบัติที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ (pharmacological activities) ผลจากการที่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีสรรพคุณทางการแพทย์แผนโบราณหลากหลายสรรพคุณ ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาเพื่อพิสูจน์สรรพคุณดังกล่าวในหลายการวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมะม่วงหาวมะนาวโห่จัดเป็นพืชที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะในผล พบว่า ในผลสุกที่มีสีม่วงจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าผลดิบ (ผลสีชมพู) และผลกึ่งสุก (ผลสีแดง) และยังพบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในผลสุกสูงกว่าผลดิบและผลกึ่งสุกด้วยเช่นเดียวกัน (สกุลกานต์, 2559) การสกัดผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ด้วย chloroform และน้ำ ทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารประกอบฟลาโวนอยด์มากที่สุด ส่งผลให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (scavenging DPPH, superoxides, hydroxyl, hydrogen peroxide และ ABTS radicals) มากที่สุดเช่นเดียวกันและยังทำให้มีความสามารถในการจับไอออนของเหล็กได้อย่างดีอีกด้วยจะเห็นได้ว่ามะม่วงมะนาวโห่สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีศักยภาพในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพได้ต่อไป (Sahreen et al., 2010) และยังพบว่าในรากมีสารที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ โดยมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ตั้งแต่ 1.79-4.35 GAE มก./ก. ของตัวอย่างแห้ง ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ระหว่าง 1.91-3.76 CE มก./ก. ของตัวอย่างแห้ง มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระแบบ DPPH และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งปฏิกิริยา peroxidation ของ linoleic acid ระหว่างร้อยละ 12.53-84.82 และ ร้อยละ 41.0-89.21 ตามลำดับ (Aslam et al., 2011)

2) ฤทธิ์ในการต้านมะเร็ง การศึกษาถึงผลของสารสกัดมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีผลต่อเซลล์มะเร็งรังไข่ เซลล์มะเร็ง Caov-3 และเซลล์มะเร็งปอด โดยทำการสกัดจาก 3 ชิ้นส่วน คือ ใบ ผลดิบ และผลสุก พบว่าสารสกัดจากใบมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วย chloroform สามารถต้านกิจกรรมของเซลล์มะเร็ง Caov-3 ได้เป็นอย่างดี ในขณะที่สารสกัดจากผลดิบมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วย hexane สามารถต้านกิจกรรมของเซลล์มะเร็งปอดได้ นอกจากนี้ยังมีการค้นพบสารตัวใหม่ที่มีอยู่ในใบของมะม่วงหาวมะนาวโห่ ชื่อสาร carandinol ซึ่งเป็นสารในกลุ่มของ triterpene ซึ่งเมื่อนำมาประเมินความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity) การสร้างภูมิคุ้มกัน(immune-modulatory) สารต่อต้านไกลเคชั่น (antiglycation) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า สารชนิดนี้สามารถก่อความเป็นพิษกับเซลล์มะเร็งทุกชนิดที่ทำการทดสอบ ทั้ง HeLa, PC-3 และ 3T3 โดยจะมีความเป็นพิษกับเซลล์มะเร็งปากมดลูก (HeLa) มากที่สุด ซึ่งการศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกที่ทำการแยกสารกลุ่ม isohopane triterpene จากใบมะม่วงหาวมะนาวโห่ (Begum et al., 2013)

3) ฤทธิ์ในการต้านอาการอักเสบ อาการปวด และอาการไข้ การอักเสบหรือการติดเชื้อ มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการแพร่ขยายอาการของโรคในมนุษย์ เช่น อาการข้อต่ออักเสบ แผลพุพอง โรคหลอดเลือดแดง และโรคหืด มียาหลายชนิดที่สามารถต้านอาการอักเสบจากโรคต่างๆ ได้ แต่ยาเหล่านี้ทำให้เกิดผลข้างเคียงหลายประการกับมนุษย์ ดังนั้นการรักษาด้วยวิธีการอื่นที่ไม่ใช้สารเคมีจึงเป็นสิ่งที่ต้องการในปัจจุบันนี้มะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นพืชหนึ่งที่อยู่ในตำรับยาพื้นบ้านที่มีสรรพคุณในการรักษาโรคมากมาย จึงได้นำสารสกัดจากผลแห้งมาทำการทดสอบความสามารถในการต้านอาการอักเสบในหนู พบว่าสารสกัดโดยใช้เมธานอลเป็นตัวทำละลายมีความสามารถในการต้านอาการอักเสบในหนูได้ โดยลดลงได้ถึงร้อยละ 76.12 จึงทำให้สารสกัดนี้มีศักยภาพในการใช้เป็นส่วนประกอบของยาที่ใช้ต้านอาการอักเสบได้ (Anupama et al., 2014) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเพื่อนำสารสกัดจากใบมะม่วงหาวมะนาวโห่มาใช้เพื่อต้านอาการอักเสบและลดไข้ในหนู พบว่าสารสกัดที่ให้กับหนูที่ความเข้มข้น 200 มก./ น้ำหนักตัว 1 กก. สามารถต้านอาการอักเสบจากการบวมที่อุ้งเท้าของหนู ได้สูงถึงร้อยละ 72.10 ในส่วนของความสามารถในการลดอาการไข้ พบว่าที่ความเข้มข้น 100 และ 200 มก./น้ำหนักตัว 1 กก. สามารถลดอุณหภูมิที่เกิดจากอาการไข้ลงได้อย่างมีนัยสำคัญและสามารถลดอาการได้นานถึง 4 ชั่วโมง หลังจากให้สารสกัด (Hati et al., 2014)

4) ฤทธิ์ในการต้านอาการชัก โรคลมชัก (Epilepsy) เป็นโรคที่เก่าแก่ที่สุดโรคหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นในมนุษย์พบมากในเด็ก เป็นโรคที่เรื้อรังโรคหนึ่งผู้ป่วยมีอาการหมดสติ ชักกระตุก มีความผิดปกติทางการรับความรู้สึกหรือมีอาการทางด้านจิตใจ การรักษาโรคลมชักในปัจจุบัน คือการใช้ยากันชัก แต่มักจะมีผลข้างเคียงจากการใช้ยาตามมา ทำให้เกือบร้อยละ 30 ของผู้ป่วยยังมี

อาการชักอยู่ถึงแม้จะรักษาด้วยยากันชักก็ตาม พืชหลายชนิดสามารถใช้ประโยชน์ในการต้านอาการชัก ตามตำรับยาพื้นบ้านหนึ่งในนั้นคือมะม่วงหาวมะนาวโห่ จึงได้มีการศึกษาฤทธิ์ในการต้านอาการชักที่เกิดจากการกระตุ้นสมองด้วยกระแสไฟฟ้า และการกระตุ้นด้วยสารเคมี (pentylenetetrazole, picrotoxin, bicuculline และ N-methyl-dl-aspartic acid) ในหนู โดยใช้สารสกัดจากรากที่ความเข้มข้น 100, 200 และ 400 มก./กก. พบว่า สารสกัดทั้ง 4 ความเข้มข้นสามารถลดระยะเวลาการชักในหนูได้ แต่เฉพาะความเข้มข้นที่ 200 และ 400 มก./กก. เท่านั้นที่ป้องกันอาการชักได้ และที่ความเข้มข้นนี้ยังสามารถป้องกันอาการชักจากการกระตุ้นด้วย pentylenetetrazole และชะลอการเกิดอาการชัก จากการกระตุ้นด้วยสาร picrotoxin และ N-methyl-dlaspartic acid แต่ไม่มีผลป้องกันอาการชักจากการกระตุ้นด้วยสาร bicuculline แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากรากมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย สามารถต้านอาการชักที่เกิดขึ้นในหนูได้ (Hegde et al., 2009)

5) ฤทธิ์ในการบำรุงหัวใจ มีรายงานการศึกษาพบว่า สารสกัดจากรากมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยแอลกอฮอล์มีฤทธิ์ในการบำรุงหัวใจ และช่วยลดความดันโลหิตลงได้ โดยสาร atnorphous water-soluble polyglycoside ที่สกัดได้นี้สามารถบำรุงหัวใจได้ (Kumar et al., 2013)

6) ฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ การต้านเชื้อจุลินทรีย์ในปัจจุบันนี้ใช้ยาที่เรียกว่ายาปฏิชีวนะ ซึ่งมีผลข้างเคียงต่อมนุษย์ และทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ตาย จึงมีความพยายามที่จะหาสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้รักษาโรคติดเชื้อจากพืชสมุนไพร โดยมีรายงานการศึกษาถึงคุณสมบัติดังกล่าว ในสารสกัดจากใบมะม่วงหาวมะนาวโห่ พบว่าสารสกัดที่ ความเข้มข้น 500 มก./มล. สามารถต้านการเจริญของเชื้อ Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus และ Escherichia coli ได้ดีกว่ายาปฏิชีวนะ Tetracycline นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราของเนื้อผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยพบว่าสารสกัดที่ความเข้มข้น 100 µg/100 µl มีความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราได้ ซึ่งพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา Aspergillus ที่เป็นสาเหตุของสาร aflatoxin ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในผลิตภัณฑ์อาหาร (Siddiqi et al., 2011)

7) ฤทธิ์ในการต้านโรคเบาหวาน โรคเบาหวานเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติต่อมไร้ท่อที่สำคัญ เกิดจากความผิดปกติกระบวนการเมแทบอลิซึม ของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และไลโปโปรตีนที่ไม่เพียง แต่นำไปสู่ระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงผิดปกติ แต่ยังก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนหลายอย่าง เช่น ภาวะไขมันในเลือดสูง ภาวะที่มีอินซูลินสูง ภาวะความดันโลหิตสูง และภาวะหลอดเลือด ในตำรับยาโบราณบอกว่า มะนาวโห่มีสรรพคุณในการต้านอาการเบาหวานได้ จึงได้ทำการศึกษาในสารสกัดจากผลดิบ พบว่า การสกัดด้วยเมทานอล และ ethyl acetate

ที่ความเข้มข้น 400 มก./กก. สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดลงได้อย่างมีนัยสำคัญถึง ร้อยละ 48 และ 64.5 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับยาต้านเบาหวานแผนปัจจุบัน จึงทำให้ผลดิบมะม่วงหาวมะนาวโห่มีศักยภาพในการใช้เป็นยาต้านเบาหวานได้ (Itankar et al., 2011)

8) ฤทธิ์ในการปกป้องความเป็นพิษต่อตับ ตับเป็นอวัยวะสำคัญ ถ้าตับสูญเสียการทำงานจะส่งผลให้เกิดอาการผิดปกติต่างๆ ขึ้นที่สำคัญ คือ อาการทางสมอง อาการเลือดออกง่าย ตัวและตาเหลือง ดีซ่าน มีน้ำในท้อง และการติดเชื้อรุนแรงของร่างกาย สาเหตุที่ทำให้เซลล์ตับบาดเจ็บเสียหาย มีได้หลายประการที่พบได้บ่อย ได้แก่ การติดเชื้อ พิษของสุรา พิษในอาหาร พิษของโลหะหนัก พิษของยาที่พบได้บ่อย คือ การกินยาแก้ปวดพาราเซตามอล (Paracetamol) เกินขนาดหรือใช้ยาต่อเนื่องนานเกินไป (D'Agata et al., 1999) มะม่วงหาวมะนาวโห่ก็เป็นหนึ่งในสมุนไพรที่มีความสามารถในการปกป้องความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับตับได้ โดยพบว่าสารสกัดด้วยเอทานอลจากรากมีฤทธิ์ในการป้องกันความเป็นพิษต่อตับที่เกิดจากการใช้ยาพาราเซตตามอลได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่สารสกัดนี้ไปยับยั้งกิจกรรมทางชีววิทยาของสารพิษที่ เกิดขึ้นกับตับ (Hegde and Joshi, 2009)

2.2 ความสุกของผลไม้

การสุกของผลไม้เกิดขึ้นหลังจากผลไม้มีการเจริญพัฒนานานถึงระยะสุดท้ายที่มีการแก่เต็มที่แล้ว หลังจากการแก่ของผลไม้ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆ เกิดขึ้นทั้งทางเคมีและทางกายภาพ การสุกของผลไม้มีระยะเวลาจำกัดอยู่ในช่วงหนึ่งเท่านั้น ซึ่งระยะดังกล่าวมักเป็นระยะเดียวกันกับผลไม้ที่จะรับประทานได้ โดยมีรสชาติดี หรือเหมาะสมที่สุดสำหรับการรับประทาน หากเลยระยะเวลานี้ไปแล้ว ผลไม้จะพัฒนาการเข้าสู่การเสื่อมสภาพหรือเน่า

2.2.1 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผลไม้ระหว่างการสุก

2.2.1.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยเฉพาะการหายใจและการสร้างเอทิลีน พบว่าโดยปกติการสุกของผลไม้จะมีการหายใจเพิ่มมากขึ้นก็เพื่อต้องการพลังงาน

2.2.1.2 สารประกอบต่างๆ ที่จำเป็นระหว่างการสุกหรืออีกสาเหตุหนึ่ง คือ การตอบสนองต่อปริมาณเอทิลีนที่เพิ่มขึ้น ผลไม้ส่วนใหญ่มีการสร้างเอทิลีนระหว่างการสุก แต่การเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆ ต่อไปในระหว่างการสุกนั้นอาจจะต้องการ หรือไม่ต้องการเอทิลีน

2.2.1.3 การเปลี่ยนแปลงของสี ไม่ว่าจะเป็นสีผิวที่เปลือก สีของเนื้อ หรือแม้แต่สีของเมล็ด เช่น โดยทั่วไปผลไม้สีเขียวมักมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองในระหว่างการสุก เช่น กล้วย มะม่วง มะเฟือง เป็นต้น แต่ก็มีบ้างเช่นเดียวกันที่หลังจากการสุก หรือพร้อมรับประทานแล้วสีของเปลือกหรือเนื้อมักจะเกี่ยวข้องกับเม็ดสี หรือรงควัตถุ (Pigment) เช่น คลอโรฟิลล์ หรือแคโรทีนอยด์

เป็นต้น โดยอาจจะมีการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์ หรือมีการผลิตแคโรทีนอยด์เพิ่มมากขึ้น ทำให้สีเขียวหายไป และมีสีเหลืองเกิดขึ้นแทน

2.2.1.4 การเปลี่ยนแปลงรสชาติ โดยปกติผลไม้ที่สุกจะมีรสหวาน เพราะมีปริมาณแป้งสะสมอยู่ในผลจะเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล หรือในผลไม้ที่ไม่มีการสะสมแป้งก็จะมีการสะสมน้ำตาลโดยตรงในระยะที่ช่วงใกล้กับการสุกแก่ทำให้ผลไม้มีรสหวานมากขึ้นเมื่อเทียบกับระยะที่ยังอ่อนอยู่ นอกจากนี้พบว่าปริมาณแทนนิน ซึ่งมักจะทำให้มีรสฝาด หรือขมจะลดน้อยลงในระหว่างการสุก ทำให้ผลไม้มีรสฝาดเหลืออยู่ นอกจากนี้แล้วปริมาณกรดต่างๆ ส่วนมากก็จะลดปริมาณลง ยกเว้นผลไม้ตระกูลส้ม โดยเฉพาะมะนาวที่ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ทำให้ผลไม้มีรสเปรี้ยว เป็นต้น

2.2.1.5 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ โดยปกติผลไม้ที่สุกจะมีความแข็งแรงลดลง หรือมีความนิ่มเพิ่มมากขึ้นซึ่งความนิ่มที่เพิ่มมากขึ้นเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผนังเซลล์ ทำให้โครงสร้างของเนื้อเยื่อเปลี่ยนแปลงไป หรือมีความแข็งแรงลดลงนอกจากนี้ยังพบว่าในผลไม้บางชนิด ความแน่นของเนื้อผลไม้ขึ้นอยู่กับปริมาณแป้งที่สะสมอยู่ เมื่อแป้งถูกย่อยสลายไปเป็นน้ำตาลก็ทำให้ความแน่นของเนื้อผลไม้ลดลงได้

2.2.1.6 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบที่สร้างกลิ่น (Volatile Compounds) สารประกอบเหล่านี้มีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับสารประกอบอื่นๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการสุก เช่น น้ำตาล แต่มีความสำคัญมากเพราะแม้จะมีปริมาณน้อย แต่จะเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะของผลไม้ในระหว่างที่มีการสุก ดังนั้นจะเห็นได้ชัดในทุเรียน มะม่วง กล้วย หรือแม้แต่ละมุด เป็นต้น ผลไม้บางชนิดไม่สามารถจำแนกด้วยสายตาได้ว่าสุกแล้วหรือยัง แต่หากมีกลิ่นเฉพาะเกิดขึ้นเราสามารถจำแนกได้ทันที เป็นที่น่าสังเกตว่า แม้จะมีปริมาณน้อยแต่เมื่อนำมาแยกชนิดสารประกอบกลุ่มนี้แล้ว พบว่ามีสารประกอบอยู่มากมายหลายชนิดทีเดียว

2.2.2 องค์ประกอบในการบ่มผลไม้

2.2.2.1 ความแก่ หรือความบริบูรณ์ของผลไม้ ผลไม้ที่จะบ่มต้องมีความแก่ โดยเฉพาะผลไม้พวก Climacteric เพราะถ้าผลไม้ไม่มีความแก่เต็มที่ การบ่มจะไม่สามารถช่วยเพิ่มรสชาติได้

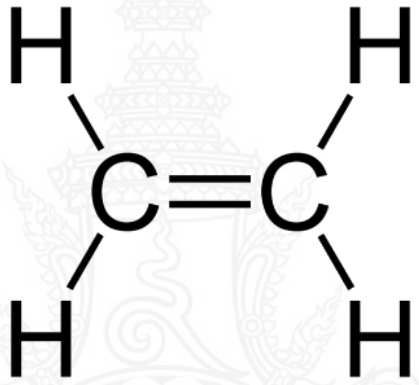
2.2.2.2 ความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่ใช้บ่ม ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ผลไม้สุกเร็วขึ้นนอกจากเอธิลีนแล้ว ยังมีการใช้สารตัวอื่นที่เป็นตัวปลดปล่อยเอทิลีนมาใช้ในการบ่ม เช่น เอทิฟอนซึ่งจะมีสภาพกรดจัด และละลายน้ำได้ และถ้า pH สูงกว่า 3.5 เอทิฟอน จะทำให้แตกตัวปลดปล่อยเอทิลีนได้ ชื่อการค้าของเอทิฟอน เช่น อีเทรล หรือโปรเทล นอกจากนี้ยังมีถ่านแก๊ส หรือแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้ผลไม้สุกเร็วกว่าการบ่มที่ใช้ปริมาณความเข้มข้นต่ำ ถ้าใช้มากอาจจะทำให้มีกลิ่นก๊าซติดอยู่บนผลไม้นานเกินไปได้

2.2.2.3 อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่ม อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ผลไม้มีปฏิกิริยาเร็วขึ้น สร้างเอนไซม์ต่างๆ สำหรับการเปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้น แต่ถ้าหากบ่มผลไม้ที่ๆมีอุณภูมิต่ำเกินไป จะทำให้

กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่จะทำให้เกิดที่ไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะการสร้างเม็ดสี หรือการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์เกิดขึ้นได้ช้าหรือไม่หมด ทำให้ผลไม้เมื่อสุกยังมีสีเขียว

2.3 เอทิลีน

เอทิลีน (Ethylene) เป็นฮอร์โมนพืชที่มีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิห้อง บทบาทที่สำคัญของเอทิลีน คือ ควบคุมกระบวนการเจริญเติบโตที่เกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล และควบคุมการเจริญของพืชเมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น เอทิลีนมีผลต่อต้นกล้าของถั่ว 3 ลักษณะ ได้แก่ ยับยั้งความสูงของลำต้น ลำต้นหนาขึ้น เพิ่มการเติบโตในแนวราบ นอกจากนั้นยังพบว่า การแผ่ขยายของแผ่นใบถูกยับยั้ง และเหนือใบเลี้ยงมีลักษณะโค้งงอเป็นตะขอ



ภาพที่ 2.2 สูตรโครงสร้างของเอทิลีน
ที่มา: ภัณฑิลา, 2557

2.3.1 การสร้างเอทิลีน

การสร้างเอทิลีนของต้นไม้ และผลของมันจะเกิดขึ้นสัมพันธ์กับการสร้าง Auxin ขณะที่ผลไม้เจริญเติบโตจะถูกกระตุ้นด้วย Auxin Gibberellins และ Cytokinins ระดับของ Auxin ที่พืชสร้างขึ้นมาจะมีระดับสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อสูงถึงระดับหนึ่งมันจะไปกระตุ้นให้พืชสร้างเอทิลีนออกมาเพื่อไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ หลายชนิดเพื่อให้เกิดกระบวนการสุกของผลไม้ (ศรบุปผา, 2533)

2.3.2 สารสังเคราะห์ที่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทิลีน

2.3.2.1 ถ่านแก๊ส หรือแคลเซียมคาร์ไบด์ เมื่อนำถ่านแก๊สมาทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ก๊าซอะเซทิลีน (Acetylene) ซึ่งมีโครงสร้าง และคุณสมบัติคล้ายแก๊สเอทิลีน นิยมนำมาใช้บ่มผลไม้และเร่งดอกสับปะรด แก๊สเอทิลีนติดไฟง่าย การใช้ควรระมัดระวังเป็นพิเศษ (บุปผา, 2533) แก๊สอะเซทิลีนเป็นแก๊สพิษหากได้รับไอระเหยจากถ่านแก๊สเป็นเวลานานจะทำให้เสี่ยงต่อการเป็น

โรคมะเร็งได้เพราะถ่านแก๊สเป็นสารเคมีตกค้างทำให้ตกค้างอยู่ในตัวผลไม้ได้ง่ายซึ่งแก๊สอะเซทิลีนเป็นแก๊สพิษ (แสดงดังสมการที่ 2.1)

$$Ca_2 + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + HC \equiv CH$$

แก๊สเอทิลีน + น้ำ ⟶ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ + แก๊สอะเซทิลีน

สมการที่ 2.1 สมบัติของแก๊สอะเซทิลีน

ที่มา: สุประดิษฐ, ม.ป.ป

แก๊สอะเซทิลีนที่มีผลกระทบต่อระบบประสาททำให้ร่างกายหรือเซลล์ร่างกายขาดออกซิเจนได้ ถ้าสูดดมเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ วิงเวียน ง่วงซึม อารมณ์แปรปรวน สับสน จนกระทั่งอาจเกิดการสูญเสียความทรงจำหมดสติได้ รวมไปถึงไอระเหยของแก๊สทำให้ปวดแสบปวดร้อนที่ดวงตา และผิวหนังอาจทำให้เกิดการระคายเคือง มีงานวิจัยระบุไว้ว่า ผลไม้ที่บ่มโดยการใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้หลายทาง เช่น ท้องเสีย เกิดแผลพุพองในปาก และวิงเวียนศีรษะ (Eswarappa and Bhatia, 2008)

การใช้ถ่านแก๊สนั้นไม่สามารถบ่มผลไม้ให้สุกได้อย่างสม่ำเสมอ เพราะในกองผลไม้นั้นมีการหมุนเวียนของอากาศต่ำ ผลที่อยู่ชิดกับห่อถ่านแก๊สจะได้รับแก๊สในความเข้มข้นที่สูงกว่าผลที่อยู่ไกลออกไป นอกจากนั้นในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างถ่านแก๊สกับน้ำจะเกิดความร้อนขึ้นมากด้วย กลิ่นอะเซทิลีนยังเป็นข้อเสียที่สำคัญ จึงจำเป็นต้องปล่อยให้อะเซทิลีนแพร่กระจายออกไปจากผลไม้เสียก่อนนำไปจำหน่าย

2.3.2.2 เอทิฟอน (Ethephon) มีชื่อทางเคมีว่า 2-Chloroethylphosphonic acid เอทิฟอนเป็นสารที่ปลดปล่อยก๊าซเอทิลีน ขณะเอทิฟอนบริสุทธิ์ เป็นสารกึ่งแข็งคล้ายขี้ผึ้งสีขาว ละลายได้ทั้งในน้ำ และแอลกอฮอล์ เป็นสารที่ไม่ระเหย และไม่ติดไฟ มีทั้งในรูปของสารละลาย โดยใช้การพ่นให้ทั่วทั้งต้น หรือพ่นเฉพาะจุดที่ต้องการส่วนในรูปของครีมใช้เพื่อเร่งการไหลของน้ำยางพาราในวงการเกษตร นำเอทิฟอนมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น การเร่งดอกสัปปะรด เร่งสี และเร่งการแก่ของผลมะเขือเทศสำหรับแปรรูปอีกทั้งยังช่วยบ่มผลไม้ให้สุกเร็วขึ้น และพร้อมกันทั้งหมด (ศรบุปผา, 2533)

2.3.4 การบ่มแบบพื้นบ้าน

ภาพที่ 2.3 การบ่มผลไม้โดยการใช้ใบขี้เหล็ก

ที่มา: สายชล, 2549

ภาพที่ 2.4 การบ่มผลไม้โดยการใช้ธูป

ที่มา: สายชล, 2549

ภาพที่ 2.5 การบ่มผลไม้โดยการใช้แคลเซียมคาร์ไบด์

ที่มา: สายชล, 2549

ภาพที่ 2.6 การบ่มผลไม้โดยการห่อหนังสือพิมพ์
ที่มา: สายชล, 2549

การบ่มผลไม้อาจทำได้ง่ายๆ หลายวิธีด้วยกัน ตั้งแต่การบรรจุผลไม้ลงในภาชนะปิด เช่น เข่ง โอ่ง ลังไม้ กล่องกระดาษ หรือเพียงแต่กองผลไม้แล้วใช้กระสอบ หรือใบไม้ปกคลุม ในทางตะวันออกของแอฟริกา ซึ่งชาวบ้านบ่มกล้วยไปตากแดด 3 ชั่วโมง แล้วนำไปวางไว้ในหลุมที่รองด้วยใบกล้วย วิธีการเหล่านี้เชื่อกันว่าเป็นการทำให้ผลไม้อุณหภูมิสูงขึ้นจึงทำให้การสุกเกิดได้เร็ว ซึ่งก็เป็นความจริงส่วนหนึ่ง แต่ปัจจัยสำคัญ ได้แก่ การเร่งผลไม้ให้มีการสร้างเอทิลีนมากขึ้น และป้องกันไม่ให้เอทิลีนแพร่กระจาย หรือถูกพัดพาออกไปสู่บรรยากาศรอบๆ การบ่มด้วยวิธีง่ายๆ นี้สามารถเร่งให้ผลไม้สุกได้เร็วขึ้น หากใช้ผลไม้ที่สุกแล้ว และมีอัตราการสร้างเอทิลีนสูง หรือใบไม้ที่มีการสร้างเอทิลีนสูงบรรจุเข้าไปด้วย การจุดธูป หรือการเผาวัตถุบางอย่างในที่บ่มผลไม้จะช่วยเร่งการสุกของผลไม้ได้ เพราะมีเอทิลีนเกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของธูป หรืออินทรีย์วัตถุต่างๆ ในทำนองเดียวกันการบ่มกล้วยในสหรัฐอเมริกาเมื่อ 50 ปีก่อน โดยการจุดตะเกียงที่ใช้น้ำมัน Kerosene เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับกล้วย ก็เป็นเพราะเอทิลีนจากการเผา Kerosene

2.4 น้ำตาล

น้ำตาลโดยทั่วไป หมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวาน และให้พลังงานแก่ร่างกายในทางเคมีเราสามารถแบ่งน้ำตาลออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ น้ำตาลชั้นเดียว (Monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุคโตส และน้ำตาลหลายชั้น (Oligosccharide) ที่รู้จักกันดี คือ น้ำตาลทราย หรือน้ำตาลซูโครส (Sucrose) ซึ่งมีสูตรทางเคมี $C_{12}H_{22}O_{11}$ และจัดเป็นน้ำตาลสองชั้น เพราะประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรุคโตส พืชจะสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารตามธรรมชาติ หน่วยสุดท้ายของการสังเคราะห์สารที่จะได้ คือน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคสนี้จะถูกเก็บสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชในรูปของแป้ง แต่มีพืชหลายชนิด เช่น อ้อย มะพร้าว ตาล

หรือหัวพืช เช่น หัวผักกาดหวานที่มีน้ำย่อยพิเศษสามารถเปลี่ยนส่วนหนึ่งของน้ำตาลกลูโคสเป็นน้ำตาลฟรุคโตส และทำการสังเคราะห์น้ำตาลทั้งสองนี้ขึ้นเป็นน้ำตาลซูโครสได้

การผลิตน้ำตาลทรายขาวในปัจจุบัน คือ ผลิตน้ำตาลทรายดิบก่อน หลังจากนั้นจึงนำน้ำตาลทรายดิบมาล้างกากน้ำตาลที่เคลือบน้ำตาลทรายดิบออก น้ำตาลที่ล้างแล้วจะถูกละลายเป็นน้ำเชื่อมเข้มข้นประมาณ 50 °Brix แล้วจะผ่านกระบวนการฟอก ซึ่งปฏิบัติการคล้ายกับดีฟิเคชั่น แต่จะมีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide) หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulpurdioxide) หรือเกลือฟอสเฟตแล้วแต่โรงงาน ทั้งนี้จะเกิดการตกตะกอนในรูปของเกลือแคลเซียมทั้งหมด และจะถูกกรองโดยเครื่องกรองน้ำเชื่อมที่ผ่านเรซินแล้ว จะมีความบริสุทธิ์สูง และปราศจากสี จะนำไปตกผลึกในหม้อเคี่ยวสุญญากาศ น้ำตาลที่ตกผลึกได้จะถูกนำไปปั่นแยก และอบแห้งผลึก เช่นเดียวกันกับน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลที่ผลิตได้มีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 0.19 จัดเป็นน้ำตาลทรายบริสุทธิ์ ส่วนน้ำตาลเหลืองที่ได้จากการปั่นแยกน้ำตาลทรายบริสุทธิ์นี้จะถูกนำมาผสมกับน้ำเชื่อมที่ฟอกใสแล้วบางส่วนแล้วทำการผลึกน้ำตาล น้ำตาลที่ได้จะมีความบริสุทธิ์ หรือในการผลิตที่มีการฟอก การกรอง การดูดสี และเรซินที่ใช้มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำกว่าการผลิตน้ำตาลทรายบริสุทธิ์ น้ำตาลที่ผลิตได้จะมีความบริสุทธิ์น้อยกว่า (อบเชย และขนิษฐา, 2547)

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำตาลได้แก่ อ้อย เมเปิล ปาล์มชนิดต่างๆ และบีทรูท น้ำตาลที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่ทำจากอ้อย มีชื่อเรียกได้หลายชื่อ เช่น น้ำตาลตาล น้ำตาลอ้อย เมื่อแตกตัวจะให้กลูโคสและฟรุคโตส อย่างละ 1 โมเลกุล (ศศิเกษม และพรรณี, 2530) น้ำตาลที่นิยมใช้ในขนมไทยเป็นน้ำตาลซึ่งผลึกเล็กๆ และน้ำตาลทั้งสองชนิดสามารถทดแทนกันได้แต่น้ำตาลปี้นจะให้สีที่เข้มข้น และมีกลิ่นหอมกว่าน้ำตาลทราย ซึ่งใช้แทนกันอาจทำให้สัดส่วนของผิดพลาดไปได้ (กรมอาชีวศึกษา, 2525)

2.4.1 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำตาล

2.4.1.1 การหมัก (Fermentation) เป็นกระบวนการที่เกิดจากจุลินทรีย์ย่อยสลายน้ำตาล ภายใต้สภาพที่มีหรือไม่มีอากาศ เช่น ยีสต์ย่อยน้ำตาลแล้วได้เป็นแอลกอฮอล์ ใช้เวลาหมัก 2–4 สัปดาห์ ทำให้เครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ ได้แก่ เบียร์ ไวน์ กระแช่ เป็นต้น ส่วนแบคทีเรียกลุ่มแลกติกย่อยน้ำตาลแลกโทสในนมแล้วได้กรดแลกติก ทำให้ได้เป็นนมเปรี้ยวเนยแข็ง เป็นต้น

2.4.1.2 การย่อยสลาย (Hydroysis) การย่อยสลายของน้ำตาลหลายชั้น ให้เป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กลง เช่น การต้มเคี่ยวน้ำเชื่อมภายใต้สภาวะเป็นกรด หรือเอนไซม์ ทำให้ซูโครสถูกย่อยสลายเป็นกลูโคส และฟรุกโตส เรียกกระบวนการนี้ว่า “อินเวอร์ชัน (Inversion)” น้ำตาลที่ได้เรียกว่า “น้ำตาลอินเวอร์ท (Invert Sugar)” ปฏิกิริยาการสลายตัวเร็วขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิสูง เบสช่วยในการสลายตัวของน้ำตาลชั้นเดียว บางครั้งทำให้เกิดผลเสียกับอาหาร เช่น ทำอาหารเปลี่ยนสี กลิ่น และรสของอาหารไปจากเดิม

2.4.1.3 จุดหลอมตัว (Melting Point) ผลึกของน้ำตาลหลอมตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูง ซูโครสหลอมตัวที่อุณหภูมิ 160–180 องศาเซลเซียส มอลโทสมีจุดหลอมตัวต่ำกว่าซูโครส ส่วนกลูโครสหลอมตัวที่อุณหภูมิ 86 องศาเซลเซียส การหลอมตัวนี้ถ้าใช้อุณหภูมิสูงทำให้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นน้ำตาลไหม้ หรือคาราเมล (Caramal) เรียกกระบวนการนี้ว่า คาราเมลไรเซชัน (Caramalization) ทำให้อาหารเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล น้ำตาลไหม้ใช้แต่งสีของอาหาร เช่น ซีอิ้วดำ ซีอิ้วหวาน และน้ำอัดลมสีดำ

2.4.2 การใช้น้ำตาลในการหุงต้มอาหาร

2.4.2.1 รสหวานเพื่อความอร่อย

2.4.2.2 ทำให้แป้งนุ่ม อาหารอร่อย

2.4.2.3 ตกแต่งให้สวยงาม และอาจเป็นเกราะกันอาหารแห้ง

2.4.2.4 ทำให้อาหารมีสีน้ำตาลไหม้ มีกลิ่นหอม (จันทร, 2538)

2.4.3 หน้าที่ของน้ำตาล

2.4.3.1 ให้ความหวาน

2.4.3.2 ช่วยให้เนื้อขนมมีลักษณะที่ดี

2.4.3.3 ทำให้อาหารมีสีสันน่ารับประทาน

2.4.3.4 เพื่อคุณค่าทางอาหาร

2.4.3.5 ช่วยถนอมอาหาร

2.4.3.6 เป็นอาหารของยีสต์ (เข็มทอง, 2538)

2.4.4 การเลือกซื้อน้ำตาล

2.4.4.1 การเลือกซื้อน้ำตาลพิจารณาดูความสะอาด เช่น ไม่ควรมีเศษผง หรือแป้งเจือปนมากับน้ำตาล

2.4.4.2 เลือกซื้อน้ำตาลทรายที่สีไม่ขาวจัดมาใช้ ถ้าหากว่าสีของน้ำตาลไม่มีผลทำให้สีของขนมเปลี่ยนไป เพราะน้ำตาลที่มีสีขาวไม่จัดจะราคาถูกกว่า

2.4.4.3 เลือกซื้อน้ำตาลชนิดต่างๆ ให้ตรงกับที่จะใช้ประกอบอาหาร

2.4.5 การประกอบอาหาร

2.4.5.1 น้ำตาลทรายใช้เป็นส่วนผสมในขนมอบต่างๆ รวมทั้งนมหวานของไทยจะเลือกใช้น้ำตาลทรายขาว หรือน้ำตาลทรายดิบขึ้นอยู่กับชนิดของขนม เช่น ใช้น้ำตาลทรายดิบมาทำขนมกวนขนมกวนไส้ขนม น้ำตาลทรายขาวทำน้ำเชื่อม เป็นต้น

2.4.5.2 น้ำตาลทรายแดงใช้เป็นส่วนผสมในขนมอบ และขนมหวานของไทยบางชนิด เช่น เค้ก คุกกี้ ข้าวเหนียวแดง กาละแม กระยาสารท ขนมเทียน เต้าฮวย ถั่วเขียวต้มน้ำตาล เป็นต้น

2.4.6 คุณค่าทางโภชนาการ

น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากน้ำตาลทรายขาวมีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 จึงสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลได้โดยคิดน้ำตาล 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี่ นอกเหนือจากพลังงานแล้วน้ำตาลทรายไม่ให้สารอื่นอีกเลย น้ำตาลสีดำจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กบ้าง (อบเชย และขนิษฐา, 2547)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว ใน 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณสารอาหาร (หน่วย)	
พลังงาน	385.00	กิโลแคลอรี่
คาร์โบไฮเดรต	99.98	กรัม
ความชื้น	0.50	กรัม

ที่มา: กองโภชนาการกรมอนามัย, 2530

2.5 เกลือ

เกลือ เป็นสารเคมีชนิดหนึ่ง มีชื่อทางเคมีว่า Sodium Chloride ลักษณะเป็นผลึกสีขาว รสเค็ม เกลือเป็นอาหารธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ มนุษย์ต้องบริโภคเกลือประมาณ วันละ 5–10 กรัม เพื่อนำไปช่วยรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายให้เซลล์เนื้อเยื่อต่างทำงานปกติ นอกจากนี้เกลือยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้มากมาย เช่น ปรุงอาหาร ถนอมอาหาร ผสมกับน้ำแข็งเพื่อเพิ่มความเย็น เมื่อร่างกายมีเกลือมากเกินไป ไตจะขับเกลือทางปัสสาวะ เหงื่อและหัวใจบีบตัวมาก ทำให้เส้นเลือดตีบเป็นโรคความดันโลหิตสูง ในขณะเดียวกันร่างกายจะดึงน้ำเข้าร่างกายมากกว่าปกติ เพื่อลดความเข้มข้นของเกลือซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการบวมน้ำ

2.5.1 ประเภทของเกลือ

2.5.1.1 เกลือทะเล หรือเกลือสมุทร (Sea Salt) เป็นเกลือที่ผลิตขึ้นโดยการนำน้ำทะเลขึ้นมาตากแดดให้น้ำระเหยไปเหลือแต่ผลึกเกลือตกอยู่ (Solar Evaporation System) เมื่อเกลือเข้าสู่ร่างกายจะถูกส่งเข้ากระแสโลหิต เซลล์ และอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย เพื่อควบคุมปริมาณน้ำในร่างกายให้คงที่ และให้ร่างกายได้สร้างเกลือ ซึ่งเกลือเป็นตัวช่วยในการย่อบอาหาร (สมพร, 2551)

2.5.1.2 เกลือหิน หรือเกลือสินเธาว์ (Rock Salt) เป็นเกลือที่ทำจากดินที่น้ำชะดินละลายแล้วแห้งปรากฏ เป็นคราบเกลือติดอยู่บนผิวดิน เรียกว่า “ส่าดิน” เมื่อนำน้ำผิวดิน หรือส่าดินมาละลายน้ำ แล้วต้มจะได้เกลือสินเธาว์ โดยเกลือสินเธาว์มีปริมาณโซเดียมสูง มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำ ไม่ชื้นง่าย และเปลี่ยนสภาพเร็ว

2.5.2 คุณประโยชน์ของเกลือ

2.5.2.1 การถนอมอาหาร มีการใช้เกลือสำหรับดองผัก ผลไม้ ไข่ หรือแม้แต่เนื้อสัตว์ เพื่อยืดอายุในการรับประทานได้นานขึ้น ซึ่งเกลือจะเข้าไปช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะทำให้อาหารเน่าเสีย

2.5.2.2 อุตสาหกรรมห้องเย็น นำเกลือใช้รักษาอาหารสดมานาน เนื่องจากคุณสมบัติของเกลือ หากเต็มเกลือแกงลงในน้ำแข็งในอัตราส่วน 1:3 จะมีผลให้จุดเยือกแข็งของน้ำลดลง -18 องศาเซลเซียส

2.5.2.3 อุตสาหกรรมเคมี เกลือถูกเป็นสารตั้งต้นในการผลิตเคมีภัณฑ์หลายชนิด เช่น ผลิตคลอรีน โซดาไฟ กรดเกลือ สบู่ ผงชูรส เป็นต้น

2.5.2.4 อุตสาหกรรมอาหารเพิ่มรสชาติ และใช้เป็นสารกันเสีย เช่น อาหารกระป๋อง หมักดอง ผลิตภัณฑ์แปรรูป เช่น ปลาร้า กะปิ น้ำปลา เป็นต้น

2.5.2.5 ยา ในตำราแพทย์แผนไทย เกลือ ถูกนำมาใช้ในการรักษาโรคมากมาย ทั้งในการฆ่าเชื้อ แก้ปวดฟัน ที่สำคัญเกลือยังมีสารประกอบไอโอดีนที่ช่วยป้องกันโรคคอพอก (สมพร, 2551)

2.6 การพาสเจอร์ไรส์

การพาสเจอร์ไรส์ เป็นการตั้งชื่อเพื่อให้เกียรติแก่ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ Louis Pasteur ซึ่งเป็นคนแรกที่คิดค้นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในไวน์ระหว่างปี พ.ศ. 2407-2408 โดยการใช้ความร้อนประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ซึ่งการค้นพบนี้ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากในการถนอมอาหาร (Food Preservation) และในปี พ.ศ. 2434 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ ซอกเลต (Soxhlet) จึงได้นำวิธีการนี้มาใช้เพื่อการพาสเจอร์ไรส์น้ำนม การพาสเจอร์ไรส์เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน เช่น นม หรือหลายเดือน เช่น ผลไม้บรรจุขวด วิธีนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เช่น เชื้อแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์ และรา และจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าของอาหารน้อยที่สุด ความรุนแรงของการให้ความร้อนกับผลการยืดอายุผลิตภัณฑ์กำหนดโดย pH ของอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH>4.5) คือ การทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (pH<4.5)

2.6.1 วัตถุประสงค์ของการพาสเจอร์ไรส์

การทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogen) ทุกชนิด และเอนไซม์ (Enzyme) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย เป็นวิธีการถนอมอาหาร (Food Presevation) เพื่อยืดอายุ

การเก็บรักษาอาหาร ทำให้อาหารปลอดภัยต่อการบริโภค เวลา และอุณภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรส์ต้องเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค ที่ทนต่อความร้อนให้ปลอดภัยต่อการบริโภค ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่กำหนด ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้เพื่อการพาสเจอร์ไรส์น้ำนมระบบ Low Temperature Long Time (LTLT) คือ ใช้อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค นอกจากนี้ความร้อนยังเพียงพอที่จะทำลาย ยีสต์ รา แบคทีเรียแกรมลบ และแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิด แต่มีจุลินทรีย์ 2 กลุ่ม ที่อาจจะมีชีวิตรอดจากการทำลายด้วยการพาสเจอร์ไรส์ คือ จุลินทรีย์ที่สามารถทนต่อความร้อน และจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิสูง จึงต้องเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ แล้วไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (Cold Storage) หรือหากต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ต้องใช้วิธีการถนอมอาหารอื่นร่วมด้วย เช่น การลดวอเตอร์แอคทิวิตี (Water Activity) การใช้น้ำตาล เกลือ ความเข้มข้นสูง การปรับให้เป็นกรด (Acidification) การใช้สารกันเสีย เป็นต้น

2.6.2 กรรมวิธีการพาสเจอร์ไรส์

การพาสเจอร์ไรส์อาหารที่ใช้โดยทั่วไป จะใช้ความร้อนจึงจัดเป็นการแปรรูปด้วยความร้อน (Thermal Processing) ซึ่งปกติจะใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส แต่อาจจะใช้กระบวนการอื่นเพื่อการพาสเจอร์ไรส์ได้ เช่น การฉายรังสี (Irradiation) การใช้ความดันสูง (High Pressure) การให้ความร้อนวิธี โอมห์มิก (Ohmic Heating) เป็นต้น วิธีการพาสเจอร์ไรส์มี 2 วิธี คือ

2.6.2.1 วิธีใช้ความร้อนต่ำ-เวลานาน (LTLT : Low Temperature – Long Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 62.8–65.6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เมื่อผ่านความร้อนโดยใช้เวลาตามที่กำหนดแล้ว ต้องเก็บอาหารไว้ในที่เย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 7.2 องศาเซลเซียส กรรมวิธีการนี้นอกจากจะทำลายแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค แล้วยังยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ย่อยไขมันชนิดไลเปส (Lipase)

2.6.2.2 วิธีการใช้ความร้อนสูง–เวลาสั้น (HTST : High Temperature–Short Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าวิธีแรก แต่ใช้เวลาน้อยกว่า คือ อุณหภูมิ 71.1 องศาเซลเซียส คงไว้เป็นเวลา 15 วินาที อาหารที่ผ่านความร้อนแล้วจะได้รับการบรรจุลงกล่อง หรือขวดโดยวิธีปราศจากเชื้อแล้วนำไปแช่แย็นที่อุณหภูมิ 7.2 องศาเซลเซียส

2.6.3 ประเภทของการพาสเจอร์ไรส์

2.6.3.1 การพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านการบรรจุแล้ว

การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวบางชนิด เช่น เบียร์ และน้ำผลไม้จะทำหลังจากการบรรจุลงภาชนะแล้ว สำหรับอาหารที่บรรจุขวดแก้วต้องบรรจุน้ำด้วยเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน ซึ่งจะทำให้เกิดรอยร้าวของบรรจุภัณฑ์ ความแตกต่างสูงสุดระหว่างอุณหภูมิของ

บรรจุภัณฑ์และน้ำที่ภาชนะแก้วจะทนได้ คือ 20 องศาเซลเซียส สำหรับการให้ความร้อน และ 10 องศาเซลเซียส สำหรับการทำให้เย็น การพาสเจอร์ไรส์อาหารในบรรจุภัณฑ์ประเภทโลหะ หรือพลาสติกจะใช้ส่วนผสมของไอน้ำ และอากาศหรือน้ำร้อนเพราะมีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวต่ำในทุกกรณี อาหารจะถูกทำให้เย็นลงไปยัง 40 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยน้ำบนผิวบรรจุภัณฑ์ และป้องกันการเกิดสนิมภายนอก หรือที่ฝาและเพื่อเร่งให้ฉลากติดได้เร็วขึ้น ระบบพาสเจอร์ไรส์อื่นอาจจะประกอบด้วยอุโมงค์ที่แบ่งหน่วยให้ความร้อนเป็นหลายๆ หน่วยมีการพ่นละอองน้ำซึ่งละเอียดมากเพื่อให้ความร้อนแก่อาหารในบรรจุภัณฑ์

2.6.3.2 การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวก่อนการบรรจุแล้ว

การพาสเจอร์ไรส์ของอาหารเหลวบางชนิดในปริมาณไม่มาก อาจใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบมีใบมีดปาดผิว หรือใช้หม้อเปิดในการต้ม การพาสเจอร์ไรส์ของเหลวที่มีความหนืดต่ำก่อนการบรรจุในปริมาณมาก เช่น นม ผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ ไข่เหลว เบียร์ และไวน์ นิยมที่จะใช้เครื่องที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นสำหรับน้ำผลไม้ ไวน์ ผลิตภัณฑ์บางอย่างจำเป็นที่จะต้องมีขั้นตอน การกำจัดอากาศออกเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ (แดนชัย, 2555) ในระหว่างการเก็บรักษาอาหารเหลวเหล่านี้จะถูกฉีดพ่นเข้าไปในภาชนะสุญญากาศ และอากาศจะสามารถถูกกำจัดออกไปด้วยปั๊มสุญญากาศก่อนการพาสเจอร์ไรส์ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วจะถูกทำให้เย็นในส่วนของรีเจอเนอเรชัน ซึ่งในขณะเดียวกันก็จะเป็นส่วนของการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่อาหารที่ส่งเข้ามาด้วย และถูกทำให้เย็นต่อไปด้วยน้ำเย็น หรืออาจใช้น้ำเย็นจัดต่อไป ในส่วนของการทำให้เย็นการใช้ระบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่เช่นนี้ ทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้มาก โดยความร้อนกว่าร้อยละ 95 จะถูกนำมาใช้ใหม่

2.7 การบรรจุเครื่องดื่ม

ตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุข (ฉบับที่ 356) พ.ศ.2556 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้ให้คำจำกัดความว่า เครื่องดื่ม (Beverage) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทหนึ่งที่เป็นของเหลว มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ทำจากผลไม้หรือผักอาจมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วย ซึ่งช่วยลดความกระหายให้รู้สึกสดชื่น และขจัดความอ่อนเพลียชดเชยปริมาณน้ำที่ร่างกายสูญเสียไป ตลอดจนมีคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ ที่มีประโยชน์มี ส่วนประกอบหลัก คือ น้ำ สารให้ความหวาน (Sweetener) กรดอินทรีย์ (Organic Acid) สี (Coloring Agent) และสารให้กลิ่นรส (Flavoring Agent)

2.7.1 ระบบการบรรจุในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

2.7.1.1 ระบบการบรรจุเย็น (Cold Filling) การบรรจุเครื่องดื่มที่ผ่านการบรรจุเย็นนั้น ต้องมีการเก็บรักษาเครื่องดื่มที่อุณหภูมิประมาณ 0–5 องศาเซลเซียส ตลอดการกระจายสินค้า และการขนส่ง เพื่อที่สามารถเก็บรักษารสชาติของเครื่องดื่มไว้ได้ดี การบรรจุแบบนี้ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน จึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าการบรรจุแบบอื่น คือ มีอายุการเก็บรักษาเพียงแค่ 4–6 สัปดาห์ สำหรับเครื่องดื่มที่เหมาะสมในการบรรจุเย็น คือ นม เครื่องดื่มที่เป็นน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นผลไม้สดๆ หรือเป็นการผสมจากน้ำผลไม้เข้มข้นพร้อมทั้งมีการเติมชิ้นเนื้อผลไม้ และการตกแต่งกลิ่น ซึ่งการกระจายสินค้านั้นต้องรักษาไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็นตลอด เพื่อช่วยเก็บกลิ่น และวิตามินต่างๆ ไว้เป็นอย่างดี แต่ต้นทุนในด้านการจัดการเกี่ยวกับการกระจายสินค้าด้วยวิธีแช่เย็นมีต้นทุนค่อนข้างสูง จึงทำให้การบรรจุเย็นเหมาะสำหรับเครื่องดื่มที่ต้องการรักษาคุณค่าทางอาหาร และมีคุณภาพที่สูง เพื่อที่จะขายได้ราคา

ข้อดีของน้ำผลไม้บรรจุเย็น คือ มีการพัฒนาระบบการผลิตและการบรรจุ จึงช่วยลดต้นทุนในด้านการผลิต และเครื่องจักรแต่ยังคงช่วยรักษาคุณภาพของเครื่องดื่ม ทำให้ได้ราคาที่สูง ข้อเสียนั้น คือ การใช้ระบบการแช่เย็นในการกระจายสินค้า ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง จึงต้องมีระบบการจัดการที่ดี เพื่อส่งผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วและต้องมีประสิทธิภาพในการจัดส่งที่ดีด้วย

2.7.1.2 ระบบการบรรจุร้อน (Hot Filing) คือ การบรรจุโดยการใช้ความร้อนในการบรรจุที่มีมานานแล้วใช้ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ซึ่งการบรรจุร้อนเป็นการบรรจุที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธี พาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) นิยมใช้บรรจุเครื่องดื่มที่มีความเป็นกรด เช่น น้ำผลไม้หรือเป็นเครื่องดื่มประเภทชา และกาแฟ อุณหภูมิที่ใช้ในขณะบรรจุอยู่ที่ประมาณ 82 องศาเซลเซียส และไม่ควรเกิน 9–92 องศาเซลเซียส หลังการบรรจุภาชนะบรรจุต้องถูกปิดสนิทและวางเอียงประมาณ 15 วินาที เพื่อให้เครื่องดื่มสัมผัสกับภาชนะบรรจุด้านบน และช่วยลดอุณหภูมิเครื่องดื่มให้เย็นตัวลงภายในภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุที่เลือกใช้ในการบรรจุร้อนต้องไม่เกิดการเปลี่ยนรูป หรืออ่อนตัวในขณะบรรจุ จากนั้นนำภาชนะบรรจุที่บรรจุแล้วเคลื่อนผ่านอุโมงค์ที่หล่อด้วยละอองของน้ำเย็น และผ่านการเป่าด้วยลมเพื่อให้ภาชนะบรรจุแห้ง แล้วจึงสามารถทำการติดฉลาก และเตรียมส่งต่อไป

ข้อดีของการบรรจุร้อน คือ เครื่องดื่มหลังการบรรจุสามารถเก็บได้ระยะเวลานานในสภาวะอุณหภูมิห้อง โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารกันบูด หรือสารเคมีอื่น เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาการบรรจุร้อนสามารถใช้ได้กับเครื่องดื่มหลากหลายประเภท ข้อเสียของการบรรจุร้อนเกิดจากกระบวนการผลิตต้องใช้พื้นที่มาก และเหมาะสมกับเครื่องดื่มที่ไม่เปลี่ยนสภาพ หรือเสื่อมเสียภายหลังการบรรจุด้วยความร้อน

2.7.1.3 ระบบการบรรจุแบบปลอดเชื้อ (Aseptic) กระบวนการบรรจุแบบปลอดเชื้อเป็นกระบวนการบรรจุทั้งภาชนะบรรจุ และเครื่องดื่มผ่านการห่าเชื้อโดยวิธีต่างๆ เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ซึ่งอาจเกิดขึ้นในระหว่างการขึ้นรูปภาชนะบรรจุการผลิตเครื่องดื่ม และระหว่างการขนส่ง วิธีการฆ่าเชื้อของภาชนะบรรจุนั้นทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ไอน้ำร้อน การใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30 ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 6–15 วินาที ซึ่งการเลือกวิธีการฆ่าเชื้อของภาชนะบรรจุนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุภาชนะบรรจุเป็นหลัก ปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดที่สามารถนำมาบรรจุแบบปลอดเชื้อได้ และการบรรจุนี้มีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อยกว่าการบรรจุแบบอื่น และสามารถวางขายได้โดยไม่ต้องแช่เย็นเครื่องดื่มที่ใช้ การบรรจุแบบอื่นได้แก่ นม และน้ำผลไม้ เป็นต้น

ปัจจัยในการเลือกภาชนะบรรจุที่ใช้ในการบรรจุแบบปลอดเชื้อ คือ ภาชนะบรรจุที่ใช้ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่ม และไม่เกิดการเสื่อมเสีย หรือเปลี่ยนสภาพ ในขณะการบรรจุแบบปลอดเชื้อภาชนะบรรจุต้องมีการคงสภาพ และสามารถรักษาสภาวะปลอดเชื้อได้ทั้งนี้ภาชนะบรรจุต้องมีสมบัติป้องกันการซึมผ่าน (Barrier) ที่ดีของก๊าซออกซิเจน ความชื้น แสง และกลิ่นเพื่อช่วยรักษาคุณภาพของสินค้า

นอกจากนี้ยังมีการบรรจุเย็นแบบปลอดเชื้อ (Cold Aseptic Filling) เป็นการบรรจุเครื่องดื่มที่ผ่านความร้อนสูงอุณหภูมิประมาณ 137 องศาเซลเซียส ระยะเวลาสั้นประมาณ 4 วินาที เพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อ จากนั้นลดอุณหภูมิเครื่องดื่มให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิก่อนบรรจุเครื่องดื่มใส่ในภาชนะบรรจุที่ผ่านการห่าเชื้อมาแล้ว เมื่อบรรจุเสร็จทำการปิดฝา และลดอุณหภูมิลงเพื่อให้เกิดสภาวะสุญญากาศภายในภาชนะบรรจุ (ปัญจ์ยศ, 2551)

2.7.2 หลักการบรรจุ

2.7.2.1 พิจารณาจากสภาพของภาชนะบรรจุในขณะที่ทำการบรรจุ

1) การบรรจุขณะบรรจุในขณะที่ทำการบรรจุปิดฝาขวด เป็นการบรรจุแบบระดับคงที่ซึ่งการบรรจุแบบนี้มีหลายรูปแบบ เริ่มตั้งแต่อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก อาจมีการใช้แรงโน้มถ่วงร่วมกับระบบความดัน หรือระบบสุญญากาศ หรืออาจใช้ระบบความดัน หรืออาจใช้ระบบสุญญากาศเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ ถ้าเครื่องดื่มเป็นของเหลวที่ไหลง่าย นิยมการไหลแบบอาศัยแรงโน้มถ่วง ส่วนระบบความดัน หรือระบบสุญญากาศ มักใช้เครื่องดื่มที่มีความข้นหนืด แต่ต้องมั่นใจว่าภาชนะบรรจุต้องทนแรงดัน ในขณะบรรจุได้จุดเด่นในการบรรจุแบบนี้มีระบบในการดูดของเหลวส่วนเกินกลับสู่ถัง (Overflow System) ทั้งนี้เพื่อรักษาระดับของการบรรจุของเหลว

2) การบรรจุที่ไม่จำเป็นต้องปิดฝาขวด แยกได้เป็น การบรรจุโดยใช้ปริมาตรเป็นเกณฑ์ บรรจุด้วยลูกสูบดันเข้าไป ใช้ถ้วยตวง ใช้น้ำหนัก และใช้เวลาเป็นเกณฑ์ มักใช้กับเครื่องดื่ม

ที่มีราคาแพง หรือปริมาตรถูกกำหนดไว้แล้ว โดยเครื่องดื่มที่สามารถใช้การบรรจุแบบนี้ได้ต้องเป็นของเหลวที่ไหลง่าย โดยใช้กระบอกสูบในการวัดปริมาตร หรือใช้การจับเวลาในการไหลเพื่อกำหนดปริมาตร

2.7.2.2 พิจารณาจากการเคลื่อนที่ของภาชนะบรรจุสามารถแยกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1) การบรรจุโดยใช้มือ ซึ่งตัวภาชนะบรรจุมีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

2) การบรรจุแบบอัตโนมัติ ตัวภาชนะบรรจุมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

3) การบรรจุแบบอัตโนมัติ ตัวภาชนะบรรจุมีการเคลื่อนที่แบบโรตารี่

2.7.3 ภาชนะบรรจุสำหรับบรรจุเครื่องดื่ม

2.7.3.1 พลาสติก

เครื่องดื่มที่มีภาชนะบรรจุที่เป็นพลาสติกนั้น มีอายุในการเก็บรักษาสั้นกว่าเครื่องดื่มที่บรรจุในขวดแก้ว หรือกระป๋อง เพราะพลาสติกใช้การบรรจุเย็น ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มน้อยกว่าการบรรจุแบบอื่น ถึงแม้ว่าอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มน้อยกว่าภาชนะบรรจุอื่น แต่ข้อดีของพลาสติกก็คือ สามารถขึ้นรูปได้หลากหลายรูปแบบไม่มีข้อจำกัดทางด้านปริมาณการบรรจุ สามารถเลือกความใส หรือความขุ่นได้ตามต้องการ และราคาค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับแก้วหรือกระป๋อง อย่างไรก็ตามการเลือกวิธีการบรรจุสำหรับพลาสติก เป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเป็นอย่างมาก เพราะพลาสติกบางประเภทไม่มีความคงรูป หรือรับแรงกดในการดึงสุญญากาศได้ และพลาสติกอาจเกิดการเปลี่ยนรูปได้ในระหว่างการบรรจุ เพราะผิวของภาชนะบรรจุของขวดพลาสติกบางเกินไป ภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 พลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติก คือ พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ ได้แก่ โพลีเอทธีลีน (PE) โพลีพรอพิลีน (PP) โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) โพลีสไตรีน (PS) โพลีเอทธีลีน เทเรพทาเลต (PET) โพลีอาไมด์ จะมีชื่อทางการค้าที่เรียกว่า ไนลอนซาลอน (PVDC) เป็นโคโพลีเมอร์ของไวนิลคลอไรด์ และไวนิลลีดีนคลอไรด์

ประเภทที่ 2 พลาสติกชนิดเทอร์โมเซตติง คือ พลาสติกที่ไม่สามารถหลอมขึ้นรูปใหม่ได้ ได้แก่ เมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์ และฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (ชีลพร, 2541)

1) สมบัติของพลาสติก

1.1) โพลีเอทธีลีน (PE) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของความชื้นดีแต่ต้านการซึมผ่านของแกซิเจนได้น้อย มีความแข็งแรงปานกลาง ใส สามารถปิดผนึกได้ดี ราคาถูก

1.2) โพลีพรอพิลีน (PP) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านความชื้นได้ดีและแก๊สปานกลาง ทนการซึมผ่านน้ำมัน ทนความร้อนได้สูง มีความเลื่อมมัน

1.3) โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) มีคุณสมบัติ ต้านทานการซึมผ่านของความชื้น และแก๊สได้ปานกลาง ทนทานการซึมผ่านน้ำมันได้ดี เหนียวใส สามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มหด ฟิล์มห่อหุ้ม หรือเป็นภาชนะคงรูปได้ดี

1.4) โพลีเอทธีลีน เทเรพทาเลต (PET) มีคุณสมบัติที่ทำปฏิกิริยากับอาหาร และมีความแข็งแรง มีความยืดหยุ่น และทนอุณหภูมิได้ในช่วงกว้าง ป้องกันการแพร่ผ่านของแก๊สได้ดีกว่าพลาสติกทั่วไป

1.5) โพลีสไตรีน (PS) มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำ และแก๊สได้น้อย ทนอุณหภูมิสูงไม่ได้

1.6) โพลีอาไมด์ (PVDC) มีคุณสมบัติทนความร้อน แข็งแรง ต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำได้น้อย

2) ฝาปิดที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

2.1) ฝาปิดผนึกแน่นหนา ไม่ให้มีการซึมผ่านของน้ำ ไอน้ำ และแก๊ส

2.2) ฝาปิดต้องปิดเข้ากันกับบรรจุภัณฑ์ไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ กับผลิตภัณฑ์

2.3) ฝาปิดต้องสะดวกต่อการใช้งานสามารถเปิดออกง่าย

2.4) ถ้าต้องการปิดฝาหลังใช้ ควรสามารถใช้มือกดเข้าไปแล้วสามารถป้องกันผลิตภัณฑ์ได้

2.5) ฝาปิดจะต้องป้องกันสินค้าจากความเสียหายจากปัจจัยภายนอกต่างๆ จะต้องปิดผนึกได้อย่างสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลา

2.7.3.2 ภาชนะที่ทำจากแก้ว

ภาชนะที่ทำจากแก้ว เป็นภาชนะบรรจุที่นิยมใช้อยู่ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มทั่วไป เพราะแก้วเป็นวัสดุที่มีความเฉื่อยในการทำปฏิกิริยา ทำให้แก้วเหมาะสำหรับเครื่องดื่มที่ต้องการเก็บรักษาที่ยาวนาน เช่น เหล้า หรือเบียร์ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เป็นต้น ส่วนระบบการบรรจุอาจจะเป็นการบรรจุเย็น หรือแบบปลอดเชื้อ แล้วทำการปิดฝา และปิดฉลาก ในกรณีของการบรรจุร้อน จำต้องมีขั้นตอนการปล่อยในเย็นตัวก่อนการปิดฉลาก

1) สมบัติทางกายภาพและสารเคมีของขวดแก้ว

1.1) ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร

1.2) ป้องกันการรั่วซึมผ่านของไอน้ำ ก๊าซ กลิ่นได้ดี

1.3) ความแข็งแรงพอควร

2.7.3.3 กระป๋อง

กระป๋องใช้บรรจุเครื่องดื่มแบบการบริโภคครั้งเดียว (Single Serving) ซึ่งเป็นกระป๋องที่มีฝาเปิดได้ง่าย (Easy Opening) โดยปิดฝาด้านบนจะปิดเรียบร้อยมาจากโรงงานผลิต

กระป๋อง ทำให้เวลาบรรจุ ต้องบรรจุเครื่องดื่มทางด้านล่างของกระป๋อง จากนั้นทำการปิดฝาด้านล่างด้วยตะเข็บคู่ตรงบริเวณก้นกระป๋อง ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนรูปแบบของกระป๋องจากเดิมที่เป็นทรงกระบอกธรรมดาให้เป็นรูปทรงเหมือนขวดแก้ว บรรจุเครื่องดื่มต่างๆ เช่น เบียร์ ไวน์ หรือน้ำอัดลม แต่ยังนิยมใช้ในเทศกาล หรือโอกาสพิเศษของผลิตภัณฑ์มากกว่าผลิตเพื่อจำหน่ายโดยทั่วไป

2.7.3.4 กล่องกระดาษแข็ง

กล่องกระดาษแข็งส่วนใหญ่อยู่ในรูปทรงของฝาแบบหน้าจั่ว หรือแบบอิฐ เริ่มใช้ในการบรรจุนมเป็นเครื่องดื่มชนิดแรก ซึ่งโครงสร้างของภาชนะบรรจุกล่องที่ใช้ในการบรรจุเครื่องดื่มได้พัฒนาทำให้บรรจุเครื่องดื่มอื่นได้อีกมากมาย เช่น น้ำผลไม้ ชา หรือกาแฟ เป็นต้น โดยรูปแบบของกล่องมีด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ แบบรูปทรง แบบอิฐ (Brick Carton) และรูปทรงแบบฝาหน้าจั่ว (Gable Top Carton)

2.7.3.5 ถุงใส่ในกล่อง

ถุงใส่ในกล่อง มักใช้กับน้ำผลไม้ส่งออกที่มีปริมาณมาก ตอนเริ่มแรกในการพัฒนาถุงในกล่องนั้น เป็นการพัฒนาบรรจุอาหาร และนม เพื่อจัดจำหน่ายแก่องค์กรที่มีการบริโภคนมปริมาณมาก เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น ต่อมาถุงใส่ในกล่องนี้ เริ่มแพร่หลายสู่อุตสาหกรรมอื่นๆ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเคมีเป็นส่วนประกอบหลักของถุงใส่ในกล่อง (ปุ่น และสมพร, 2541)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐพล (2560) ได้ศึกษาอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของมะม่วงหาวมะนาวโห่กระป๋อง ด้วยวิธีการ DDPH Scavenging Assay โดยเจือจางน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.63-10 โดยเติม methanol เพื่อทำการเจือจางแบบอนุกรม ทำปฏิกิริยากับสาร DDPH ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐานสีม่วงเข้ม จากการทดลองพบว่าตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระหรือมีสารแอนตี้ออกซิแดนท์ เนื่องจาก เมื่อเติมน้ำมะม่วงหาว มะนาวโห่เพื่อทำปฏิกิริยากับ DDPH แล้วพบว่า DDPH มีการเปลี่ยนสีจากสีม่วงเข้มเป็นสีเหลือง โดยพบว่าตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนมีค่า SC_{50} ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของสารตัววอย่างที่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้ ร้อยละ 50 ต่ำกว่าตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการต้มที่อุณหภูมิ 70, 80, 90, 100 และ 120 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังนั้น ควรทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิตั้งแต่ 70 องศาเซลเซียส ขึ้นไป เนื่องจากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่บรรจุกระป๋องมีความเป็นกรดสูง เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถขึ้นได้ในสภาวะความเป็นกรดสูง ดังนั้น การฆ่าเชื้อน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่บรรจุกระป๋องจึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้รีทอร์ทที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ผู้ผลิตน้ำผลไม้ในชุมชนสามารถผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้โดยใช้อุปกรณ์นึ่งที่มีราคาถูกได้ แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ปาลวี และคณะ (2541) ได้ศึกษาขี้เหล็กเร่งการสุกของผลไม้ โดยปัจจุบันมีผู้นิยมรับประทานผลไม้สุกกันมาก และผลไม้สุกที่วางขายตามท้องตลาด ผู้ค้าส่วนใหญ่ใช้สารเคมีที่จะช่วยทำให้ผลไม้สุก จึงหาวิธีที่จะเร่งการสุกของผลไม้โดยใช้พืชสมุนไพรพื้นบ้านที่มีอยู่ทั่วไป มีปริมาณมากและหาง่าย ได้เลือกใช้ ใบขี้เหล็กมาบ่มผลไม้เพื่อทำให้ผลไม้สุก โดยได้ศึกษาชนิดของใบไม้ที่มีผลทำให้อุณหภูมิในการบ่มสูงขึ้นและได้เลือกใช้ใบไม้ 9 ชนิด คือ ใบขี้เหล็ก ใบสะเดา ใบมะยม ใบจามจุรี ใบกระถิน ใบมันสำปะหลัง ใบยอ ใบมะขาม ใบชัยพฤกษ์ มาทดสอบเพื่อหาอุณหภูมิในการบ่มพบว่าใบขี้เหล็กสามารถทำให้อุณหภูมิในการบ่มสูงที่สุด และได้ศึกษาลักษณะของใบขี้เหล็ก (ใบอ่อน-ใบแก่) ปริมาณของใบขี้เหล็กที่ใช้บ่ม และระยะเวลาที่บ่มจากการทดลองศึกษาพบว่า การใช้ใบขี้เหล็กใบแก่ปริมาณ 0.5 กก./ มะม่วงแก้ว 20 ลูก โดยใช้ระยะเวลาบ่ม 2 วัน จะทำให้มะม่วงแก้วสุกได้เหมาะสมที่สุด ชนิดของมะม่วงที่ใช้บ่มโดยใช้มะม่วงแก้ว มะม่วงโชคอนันต์ สามารถสุกได้ดีกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ (พันธุ์สีทองและเบอร์ 4) ในระยะเวลาที่บ่ม 2 วัน จากการทดลองพบว่าแคลเซียมคาร์ไบด์เร่งการสุกมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ได้ดีที่สุด รวมทั้งใบขี้เหล็กสามารถเร่งการการสุกของผลไม้จำพวกน้อยหน่า ละมุด กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม ได้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

รัตนาภรณ์ และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลของแคลเซียมคาร์ไบด์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 สิ่งทดลอง คือ การวางในสภาพอุณหภูมิห้อง การบ่มโดยไม่ใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ และการบ่มโดยการใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ (อัตรา 10 กรัมต่อ ผลไม้ 1 กก.) ทำการบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (การสูญเสียน้ำหนัก) และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแบบ DPPH) นาน 14 วัน พบว่า การใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ทำให้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และมีแนวโน้มการเพิ่มขององค์ประกอบทางเคมี (ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแบบ DPPH) มากที่สุด ซึ่งการบ่มโดยการใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ทำให้ผลไม้สุกได้ภายใน 4 วัน จะเห็นได้ว่าสามารถใช้แคลเซียมคาร์ไบด์สำหรับบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้

รุ่งทิวา และดวงทิพย์ (2551) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม ร้อยละ 25 และศึกษาผลของความร้อนต่อการยอมรับด้านประสาทสัมผัส ผลการทดลองพบว่า น้ำคั้นมีค่า pH เท่ากับ 2.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 8 °Brix และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 38.43 mg/100 ml เมื่อนำมาผ่านกระบวนการ พาสเจอร์ไรส์พบว่า อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังจากการบรรจุขวดแก้วโปร่งแสงขนาด 150 ml ปิดผนึกด้วยจุกยางและฝาเกลียว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาส่งผลให้

ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดลดลง ผลของการให้ความร้อนแต่ละระดับ (65, 70 และ75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และที่ 80, 85 และ90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที) ไม่มีความแตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความใส และความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

วชิราภรณ์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ 3 ระยะ คือ ดิบ, กึ่งสุก, และสุก ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH Assay และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก ด้วยวิธี FRAP ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยวิธี Folin–Ciocateau Reagent Assay ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยวิธี pH Differential ปริมาณของวิตามินซี และแอนโทไซยานินวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่าผลสุกให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟินอลิกทั้งหมด และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงที่สุด โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลดิบ ผลกึ่งสุก และผลสุก มีค่าเท่ากับ 0.85 ± 0.03, 1.96 ± 0.24 และ 2.42 ± 0.41 mg AAE/G ปริมาณฟินอลิกทั้งหมด คือ 1.25 ± 0.16, 3.60 ± 0.72 และ 4.67 ± 0.41 mg GAE/G และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเท่ากับ 0.33 ± 0.04, 2.55 ± 0.15 และ 54.80 ± 6.07 mg/L จากผลการทดลองเห็นได้ว่าปริมาณสารฟินอลิกทั้งหมด และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในทุกระยะการสุกในขณะที่ผลดิบมีปริมาณของวิตามินซีสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะอื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 300.75 ± 57.67 mg/100 G ซึ่งมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นผลไม้พื้นเมืองที่มีสารออกฤทธิ์ชีวภาพอยู่ในปริมาณมาก โดยผลสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณ total phenolics, total anthocyanins, anthocyanin content และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมากกว่าผลกึ่งสุก และผลดิบ ส่วนในผลดิบนั้นมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด ดังนั้นการนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปใช้ประโยชน์ในแง่ของการบำรุงร่างกายหรือบรรเทาโรค ระยะการสุกของผลจึงน่ามีผลต่อการนำไปใช้เนื่องจากมีค่าปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ต่างกัน ในแต่ละระยะของการสุก

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่

3.1.1.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่ จากจังหวัดอุทัยธานี แสดงดังภาคผนวก ก

3.1.1.2 สารแคลเซียมคาร์ไบด์ ยี่ห้อ BANGKOK CARBIDE INDUSTRIALCOMPANY LIMITED จาก ร้านโชคอำนวย2 ตำบลท่าบ่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย

3.1.2.3 ฟักเขียว แบบดิบ (ใช้ในการปักธูป)

3.1.2.4 ใบขี้เหล็ก

3.1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

3.1.2.1 มะม่วงหาวมะนาวโห่ จากจังหวัดอุทัยธานี

3.1.2.2 น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล

3.1.2.3 เกลือ ตราปรุงทิพย์

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่

3.2.1.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorious รุ่น QUInTIX224-1S

3.2.1.2 กล่องลัง 1 ใบ

3.2.1.3 ตะกร้า 3 ใบ

3.2.1.4 กระถางดินเผา 1 ใบ

3.2.1.5 กระดาษหนังสือพิมพ์

3.2.1.6 ธูปหอมแบบสั้น

3.2.1.7 ผ้าขาวบางดิบ 2 ผืน

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

3.2.2.1 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) 0-100 องศาเซลเซียส

3.2.2.2 เครื่องชั่งความละเอียด 2 ตำแหน่ง (ยี่ห้อ OHAUS รุ่น Valos 1000 model V11P3 S/N 10930)

3.2.2.3 เตาแก๊ส

3.2.2.4 หม้อสแตนเลส

3.2.2.5 กระบวย

3.2.2.6 ผ้าขาวบาง

3.2.2.7 ตู้เย็น

3.2.2.8 ขวดแก้วพร้อมฝาปิดขนาด 200 ml

3.2.2.9 มีดและเขียง

3.2.2.10 ผ้าขาวบาง

3.2.2.11 นาฬิกาจับเวลา

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.3.1 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIA MINOLT รุ่น CM-3500d

3.2.3.2 Target ของแข็ง และของเหลวขนาด 1 เซนติเมตร ที่ใช้สำหรับในการวัดค่าสีของตัวอย่างกับเครื่อง Spectrophotometer

3.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.4.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Mettler รุ่น FiveEasy F20

3.2.4.2 เครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (Refractometer) ยี่ห้อ Ni (0–32 °Brix) รุ่น MNL 1125 ประเทศญี่ปุ่น

3.2.4.3 เครื่องกลั่นสุญญากาศ (ยี่ห้อ OHAUS รุ่น V11P3)

3.2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.2.5.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)

3.2.5.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)

3.2.5.3 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave) ยี่ห้อ Zealway รุ่น G180TW ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.5.4 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ยี่ห้อ BINDER รุ่น BD 115 ประเทศเยอรมนี

3.2.5.5 ตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ HEAL FORCE รุ่น A2

3.2.5.6 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง ยี่ห้อ HERMONY รุ่น VTX – 3000L

3.2.5.7 ปิเปตขนาด 10 ml และ1 ml

3.2.5.8 ขวด Duncanขนาด 100 ml

3.2.5.9 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.2.5.10 หลอดทดลอง

3.2.5.11 ตะแกรงวางหลอดทดลอง

3.2.5.12 จุกยาง

3.2.5.13 หลอดหยด

3.2.5.14 บีกเกอร์ขนาด 25 ml และ50 ml

3.2.5.15 จานเพาะเชื้อ

3.2.5.16 แท่งแก้วรูปตัวแอล

3.2.5.17 Hot plate

3.2.5.18 แท่งแก้วคนสาร

3.2.5.19 พาราฟิล์ม

3.2.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

3.2.6.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.6.2 แบบประเมินผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.7 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผล

3.2.7.1 คอมพิวเตอร์

3.2.7.2 โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.3.1 ศึกษาวิธีการลดความฝาดด้วยการบ่มที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่มาศึกษาวิธีการลดความฝาดด้วยการบ่มจำนวน 5 วิธี คือ วิธีที่ 1 การบ่มที่อุณหภูมิห้อง ดังแผนภาพที่ 3.1 วิธีที่ 2 การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ ดังแผนภาพที่ 3.2 วิธีที่ 3 การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก ดังแผนภาพที่ 3.3 วิธีที่ 4 การบ่มด้วยธูป ดังแผนภาพที่ 3.4 และวิธีที่ 5 การบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ดังแผนภาพที่ 3.5 นำมาวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD)

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีการคัดขนาดและผ่านการคัดเลือกความแก่จำนวน 200 กรัม

↓

นำมาใส่ตะกร้าวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

↓

รอดูผลมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน
(ตัวควบคุม)

↓

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิห้อง

แผนภาพที่ 3.1 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่อุณหภูมิห้อง

นำหนังสือพิมพ์พับครึ่งจำนวน 2 แผ่น ความหนา 0.5 เซนติเมตร รองที่ก้นของลังกระดาษ

↓

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 50 กรัม บรรจุลงลังเบียร์ขนาด 9x12x11 เซนติเมตร

↓

นำผ้า จำนวน 1 ผืน ขนาด18x26x13 เซนติเมตร คลุมมะม่วงหาวมะนาวโห่

↓

นำก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์มาทุบให้เป็นก้อนเล็กๆจำนวน 0.5 กรัม นำกระดาษหนังสือพิมพ์จำนวน 2 แผ่น ห่อก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์

↓

นำก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์ที่ห่อไว้ ซุกไว้กลางลังกระดาษ แล้วทำการปิดกล่องลังให้สนิท

↓

รอดูผลการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน

↓

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์

แผนภาพที่ 3.2 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์
ที่มา : ดัดแปลงจาก รัตนาภรณ์ (2559)

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีการคัดขนาดและผ่านการคัดเลือกความแก่ จำนวน 200 กรัม

นำตะกร้าขนาด 35x18x17 เซนติเมตร ใส่ใบขี้เหล็กแก่ จำนวน 300 กรัมไว้ส่วนล่าง

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่วางบนใบขี้เหล็ก และนำใบขี้เหล็กจำนวน 200 กรัมไว้ส่วนบนวางคลุมมะม่วงหาวมะนาวโห่

นำผ้า จำนวน 1 ผืน ขนาด 18x26x13 เซนติเมตร ปิดคลุมใบขี้เหล็ก

รอดูผลการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มด้วยใบขี้เหล็ก

แผนภาพที่ 3.3 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยใบขี้เหล็ก

ที่มา : ดัดแปลงจาก ปาลวี และคณะ (2541)

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีการคัดขนาดและผ่านการคัดเลือกความแก่จำนวน 200 กรัม

↓

นำกระดาษหนังสือพิมพ์ จำนวน 1 แผ่น รองก้นที่กระถางดินเผาลูกเต๋าใหญ่ขนาด 40x40 เซนติเมตร

↓

นำฟักวางไว้ตรงกลางของกระถางดินเผา

↓

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ใส่ลงในกระถางให้วางทั่วกระถางดินเผา

↓

จุดธูป 5 ดอก ปักไว้บนฟักแล้วปิดฝากระถางดินเผา

↓

รอดูผลการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน

↓

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มด้วยธูป

แผนภาพที่ 3.4 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยธูป
ที่มา : ดัดแปลงจาก สายชล (2549)

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีการคัดขนาดและผ่านการคัดเลือกความแก่จำนวน 200 กรัม

↓

เตรียมกระดาษหนังสือพิมพ์พับครึ่ง จำนวน 2 แผ่น ความหนา 0.5 เซนติเมตร
และทำการห่อมะม่วงหาวมะนาวโห่

↓

รอดูผลการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน

↓

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์

แผนภาพที่ 3.5 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์
ที่มา : ดัดแปลงจาก วิลาสินี (2559)

ทำการบ่มตามวิธีต่างๆ เป็นระยะเวลา 4 วัน โดยการเก็บตัวอย่างในวันที่ 2, 3, และ 4 ของการบ่ม จากนั้นนำมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของผลมะม่วงหาว มะนาวโห่ ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.3.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

1) ตรวจวัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัด Spectrophoto meter ยี่ห้อ KONIKA MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) ทำการทดลองวัดตัวอย่างโดยนำมะม่วงหาวมะนาวโห่มาแยกส่วนเปลือก และส่วนเนื้อในการวัดค่าสี และทำการหั่นให้เป็นชิ้นลูกเต๋าเล็ก ๆ ขนาด 0.5 เซนติเมตร ค่าที่วัดได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน) ทำการวัดอย่างละ 3 ครั้ง อ่านค่าและบันทึกค่าที่ได้จากเครื่องมือ

3.3.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

1) ตรวจวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ นำตัวอย่างที่ได้ไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำโดยใช้ Refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วย °Brix โดยปรับค่ามาตรฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง อย่างละ 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ตัวอย่างที่นำมาใช้เป็นผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มทั้ง 5 วิธี โดยการนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ผ่าครึ่งคว้าน

เมล็ดออกและทำการคั้นน้ำจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สดๆ คั้นให้ปริมาตร 15 ml ทำการวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และบันทึกค่าที่ได้จากเครื่องมือ

2) ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัด pH meter โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00, 7.00 และ 10.00 ตามลำดับ ทำการวัดอย่างละ 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ตัวอย่างที่นำมาใช้เป็นผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มทั้ง 5 วิธี โดยการนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ผ่าครึ่งคว้านเมล็ดออกและทำการคั้นน้ำจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สดๆมาวัดค่า และบันทึกค่าที่ได้จากเครื่องมือ

เมื่อมะม่วงหาวมะนาวโห่ผ่านการบ่มเป็นระยะเวลาที่เหมาะสม จากนั้นนำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้ง 5 วิธี คือ วิธี ที่ 1 การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ วิธี ที่ 2 การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก วิธี ที่ 3 การบ่มด้วยธูป วิธี ที่ 4 การบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ วิธี ที่ 5 การบ่มที่อุณหภูมิห้อง มาทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ แสดงกระบวนการผลิตดังแผนภาพที่ 3.6 และสูตรส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต แสดงดังตารางที่ 3.1 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 สูตรการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ส่วนผสม	ร้อยละ
ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่	18.80
น้ำตาลทรายขาว	8.50
น้ำ	72.60
เกลือ	0.10

ที่มา : ดัดแปลงจาก รุ่งทิวา และดวงทิพย์ (2551)

กระบวนการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่ม

↓

ล้างทำความสะอาดผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

↓

ผ่ามะม่วงหาวมะนาวโห่ และคว้านเอาเมล็ดออกจากผล

↓

ต้มน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ใส่ลงหม้อนึ่ง ทำการต้มต่อจนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

↓

จากนั้นคั้นมะม่วงหาวมะนาวโห่แยกกากและน้ำโดยใช้ผ้าขาวบางดิบ 2 ชั้น

↓

นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที
เติมน้ำตาลและเกลือละลายให้เข้ากัน

↓

บรรจุร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ลงขวดแก้ว ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์
ปริมาณ 180 ml ปิดฝา

↓

นำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

↓

ทำให้เย็นทันที

↓

นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส

น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

แผนภาพที่ 3.6 กระบวนการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ที่มา : ดัดแปลงจาก รุ่งทิวา และดวงทิพย์ (2551)

3.3.1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

1) ตรวจวัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัด Spectrophoto meter ยี่ห้อ KONIKA MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) ทำการทดลองวัดตัวอย่าง โดยทำการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ตามสูตรการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ดังตารางที่ 3.1 ค่าที่วัดได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน) ทำการวัดอย่างละ 3 ครั้ง อ่านค่า และบันทึกค่าที่ได้จากเครื่อง

3.3.1.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

1) ตรวจวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ นำตัวอย่างที่ได้ไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยใช้ Refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วย °Brix โดยปรับค่ามาตรฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง อย่างละ 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยการเตรียมตัวอย่างที่ใช้นำมาผลิตเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ตามสูตรการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ดังตารางที่ 3.1 นำมาวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และบันทึกค่าที่ได้จากเครื่อง

2) ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) นำตัวอย่างที่ได้มาทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัด pH meter โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00 7.00 และ 10.00 ตามลำดับ ทำการวัดอย่างล 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยการเตรียมตัวอย่างที่ใช้ นำมาผลิตเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ตามสูตรการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ดังตารางที่ 3.1 นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และบันทึกค่าที่ได้

3) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ผ่านการบ่มทั้ง 5 วิธี นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนครั้งละ 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จัดเสิร์ฟตัวอย่างนำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่ได้เทใส่แก้วชิมขนาด 25 ออนซ์ ปริมาณ 15 ml พร้อมน้ำเปล่าสำหรับบ้วนปาก การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ (ความฝาดเฝื่อน) และความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range test (DMRT)

3.3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

เก็บตัวอย่างจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากข้อ 3.3.2.2.3 บรรจุใส่ขวดแก้วใสพร้อมฝาปิดสนิทขนาด 200 ml บรรจุปริมาณ 180 ml เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4$\pm$2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 สัปดาห์ คือ 0, 1, 2, 3, 4 และ5 สัปดาห์ จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ, ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ดังนี้ (วราภรณ์ และธนากร, 2554)

3.3.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพกางกายภาพ

1) ตรวจวัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัด Spectrophoto meter ยี่ห้อ KONIKA MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) ทำการวัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้ง ค่าที่วัดได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน) ทำการวัดอย่างละ 3 ครั้ง อ่านค่า และบันทึกค่าที่ได้จากเครื่อง

2) ตรวจวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ นำตัวอย่างที่ได้ไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยใช้ Refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วย °Brix โดยปรับค่ามาตรฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง ครั้งละ 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยการเตรียมตัวอย่างที่ใช้ นำมาผลิตเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ตามสูตรการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ดังตารางที่ 3.1 นำมาวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และบันทึกค่าที่ได้จากเครื่อง

3) ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) นำตัวอย่างที่ได้มาทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัด pH meter โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00 7.00 และ 10.00 ตามลำดับ ทำการวัดครั้งละ 3 ครั้ง

แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยการเตรียมตัวอย่างที่ใช้ นำมาผลิตเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ตามสูตรการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ดังตารางที่ 3.2 นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และบันทึกค่าที่ได้จากเครื่อง

3.3.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ หลังจากการทำการผลิตเสร็จ (วันที่ 0) และสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 5 สัปดาห์ คือ 0, 1, 2, 3, 4 และ5 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4$\pm$2 องศาเซลเซียส เก็บผลิตภัณฑ์นาน 5 สัปดาห์ มีจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (เรื่อง เครื่องดื่มในภาขนะบรรจุที่ปิดสนิท) ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ดังนี้

1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ml
2) เอสเชอริเชีย โคไล ต้องไม่พบ
3) ยีสต์และราโดยวิธี Pour–plate technique ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ml
4) โคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 MPN ต่อเครื่องดื่ม 100 ml

3.3.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

โดยทำการเสิร์ฟน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ โดยใช้มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ทำการบ่มด้วยวิธีที่เหมาะสม คือการบ่มด้วยใบขี้เหล็ก จากข้อ 3.3.2 มาทำการผลิตน้ำมะม่วงมะนาวโห่ โดยนำมาทำการทดสอบจากผู้บริโภคจำนวน 100 คน ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และ ณ หมู่บ้านสมชายพัฒนา โดยสุ่มอาจารย์ นักศึกษา และนักเรียน มาทำการทดสอบในด้านความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ทดสอบในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ (ความฝาดเฝื่อน) และความชอบโดยรวม โดยทำการเสิร์ฟแบบแช่เย็น ใส่แก้วชิม ปริมาณ 25 ออนซ์ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

3.4 สถานที่

3.4.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครห้องปฏิบัติการ 521 และ522

3.4.2 เชิงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

3.5.1 การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ พฤศจิกายน 2562 - มีนาคม 2563

บทที่ 4

ผลการทดลอง และอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ผลการศึกษาคุณลักษณะของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่จำนวน 5 วิธี โดยทำการเปรียบเทียบกับวิธีการบ่มด้วยการวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง แสดงดังตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 2 วัน

คุณลักษณะ	**วิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่**				
การบ่ม 2 วัน	**อุณหภูมิห้อง**	**CaC_2**	**ใบขี้เหล็ก**	**ธูป**	**หนังสือพิมพ์**
สี	ผลดิบเปลือกสีขาวอมแดง	ผลสุกเปลือกสีม่วงอมแดง	ผลดิบเปลือกสีแดง	ผลดิบเปลือกสีขาวอมแดง	ผลดิบเปลือกสีแดงอมขาว
กลิ่น	มีกลิ่นเปรี้ยว	มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย	มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย	มีกลิ่นเปรี้ยว	มีกลิ่นเปรี้ยว
รสชาติ	มีรสเปรี้ยวฝาดและมียาง	มีรสหวานอมเปรี้ยวไม่มียาง	มีรสเปรี้ยวฝาดและมียาง	มีรสเปรี้ยวฝาดและมียาง	มีรสเปรี้ยวฝาดและมียาง
เนื้อสัมผัส	เนื้อแข็ง ไม่นิ่มและเปลือกมีความเหี่ยว	เนื้อไม่แข็ง มีความนิ่มเล็กน้อย	เนื้อแข็ง ไม่นิ่ม	เนื้อแข็ง ไม่นิ่ม	เนื้อแข็ง ไม่นิ่ม

หมายเหตุ : การทดสอบทางด้านกลิ่น และรสชาติทำการหั่นครึ่งผลมะม่วงหาวนาวโห่แล้วนำเมล็ดออกก่อนทำการทดสอบ

ตารางที่ 4.2 คุณลักษณะของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 3 วัน

คุณลักษณะ	**วิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่**				
การบ่ม 3 วัน	**อุณหภูมิห้อง**	**CaC_2**	**ใบขี้เหล็ก**	**ธูป**	**หนังสือพิมพ์**
สี	ผลดิบเปลือกสีขาวอมแดง	ผลสุกเปลือกสีม่วง	ผลสุกเปลือกสีม่วงอมแดง	ผลดิบเปลือกสีแดงอมขาว	ผลดิบเปลือกสีแดงอมขาว
กลิ่น	มีกลิ่นเปรี้ยว	มีกลิ่นเปรี้ยวและมีกลิ่น CaC_2	มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย	มีกลิ่นเปรี้ยว	มีกลิ่นเปรี้ยว
รสชาติ	มีรสเปรี้ยวฝาด และมียาง	มีรสหวานอมเปรี้ยวและไม่มียาง	มีรสหวานอมเปรี้ยว มีรสฝาดเล็กน้อย	มีรสเปรี้ยวฝาดและมียาง	มีรสเปรี้ยวฝาดและมียาง
เนื้อสัมผัส	เนื้อแข็งมีความนิ่มเล็กน้อยเปลือกมีความเหี่ยว และแห้ง	เนื้อไม่แข็งมีความนิ่ม และเละ	เนื้อไม่แข็งมีความนิ่มเล็กน้อย	เนื้อแข็งไม่นิ่ม	เนื้อแข็งมีความนิ่มเปลือกมีความเหี่ยวเล็กน้อย

หมายเหตุ : การทดสอบทางด้านกลิ่น และรสชาติทำการหั่นครึ่งผลมะม่วงหาวนาวโห่แล้วนำเมล็ดออกก่อนทำการทดสอบ

ตารางที่ 4.3 คุณลักษณะของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 4 วัน

คุณลักษณะ	**วิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่**				
การบ่ม 4 วัน	**อุณหภูมิห้อง**	**CaC_2**	**ใบขี้เหล็ก**	**ธูป**	**หนังสือพิมพ์**
สี	ผลดิบเปลือกสีแดงอมขาว	ผลสุกเปลือกสีม่วงอมดำ	ผลสุกเปลือกสีแดงอมม่วง	ผลสุกเปลือกสีแดงอมม่วงเล็กน้อย	ผลดิบเปลือกสีแดง
กลิ่น	มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย	มีกลิ่นเน่า	มีกลิ่นเปรี้ยว	มีกลิ่นเปรี้ยว	มีกลิ่นเปรี้ยว
รสชาติ	มีรสเปรี้ยวฝาดและมียาง	เน่าเสีย และไม่มียาง	มีรสหวานอมเปรี้ยวฝาดเล็กน้อย	มีรสเปรี้ยวฝาดและมียาง	มีรสเปรี้ยวฝาดและมียาง
เนื้อสัมผัส	เนื้อแข็งและมีความนิ่ม เปลือกมีความเหี่ยวและแห้งมาก	เนื้อไม่แข็งมีความนิ่มและเละมาก	เนื้อไม่แข็งมีความนิ่ม	เนื้อแข็งและมีความนิ่มเล็กน้อย	เนื้อแข็งและมีความนิ่ม เปลือกมีความเหี่ยว และแห้ง

หมายเหตุ : การทดสอบทางด้านกลิ่น และรสชาติทำการหั่นครึ่งผลมะม่วงหาวนาวโห่แล้วนำเมล็ดออกก่อนทำการทดสอบ

จากผลการทดลอง การศึกษาวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี โดยวิธีการบ่มที่อุณหภูมิห้อง การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์, หนังสือพิมพ์, ใช้ใบขี้เหล็ก และธูป เป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 วัน ดังตารางที่ 4.1, ตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่บ่มโดยวิธีการบ่มที่อุณหภูมิห้อง ไม่สามารถทำให้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สุกได้ โดยการบ่มในระยะเวลา 2 วันแรกนั้น พบว่าผลยังคงมีความดิบ เปลือกมีสีขาวอมแดง มีกลิ่นเปรี้ยว มีรสเปรี้ยว ฝาด และมียาง เนื้อแข็ง ไม่นิ่ม และเปลือกมีความเหี่ยว เมื่อเพิ่มเวลาการบ่มเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่า ผลยังคงมีความดิบ เปลือกมีสีขาวอมแดง มีกลิ่นเปรี้ยว มีรสเปรี้ยว ฝาด และมียาง เนื้อแข็ง มีความนิ่มเล็กน้อย เปลือกมีความเหี่ยว และแห้ง เมื่อเพิ่มเวลาการบ่มเป็นระยะเวลา 4 วัน พบว่า ผลยังคงมีความดิบ

เปลือก สีแดงอมขาว มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย มีรสเปรี้ยว ฝาด และมียาง เนื้อแข็ง มีความนิ่มเล็กน้อย เปลือกมีความเหี่ยว และแห้งมาก

วิธีการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์นั้น มีอัตราการสุกที่สม่ำเสมอกันทุกผลในระยะเวลา 2 วันแรก เปลือกของผลมีสีม่วงอมแดง มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อยและไม่มียาง เนื้อไม่แข็งและมีความนิ่มเล็กน้อย เมื่อเพิ่มเวลาการบ่มเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่า เปลือกของผลสีม่วง มีกลิ่นเปรี้ยว และมีกลิ่น CaC_2 มีรสหวานอมเปรี้ยวน้อย และไม่มียาง เนื้อสัมผัสมีความนิ่มเละ และเมื่อเพิ่มเวลา การบ่มเป็นระยะเวลา 4 วัน พบว่า เปลือกของผลมีสีม่วงอมดำ มีกลิ่นเน่า มีรสเน่าเสีย และไม่มียาง เนื้อสัมผัสมีความนิ่มเละมาก เนื่องจากการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์นั้น ทำการบ่มในกล่องกระดาษที่ปิดมิดชิด จึงลดการระเหยของสารอะเซทิลีนทำให้สารอะเซทิลีนมีความเข้มข้นคงที่ โดยแคลเซียมคาร์ไบด์ จะทำปฏิกิริยากับไอน้ำในบรรยากาศ ทำให้เกิดแก๊สอะเซทิลีน (acetylene หรือ C_2H_2) จึงส่งผลให้มะม่วงหาวมะนาวโห่นั้นสุกได้รวดเร็ว และเมื่อใช้ระยะเวลานานในการบ่มจึงทำให้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่เน่าเสียได้ (เกษตรศาสตร์, 2557)

วิธีการบ่มด้วยใบขี้เหล็กในการบ่ม พบว่า วิธีนี้ทำให้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สุกได้ในระยะเวลา 3-4 วัน การบ่มในระยะ 2 วันแรก พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังคงความดิบเปลือก มีสีแดง มีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย มีรสเปรี้ยว ฝาดและมียาง เนื้อสัมผัสแข็ง ไม่นิ่ม เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่เริ่มสุก เปลือกมีสีม่วงอมแดง มีกลิ่นเปรี้ยว มีรสหวานอมเปรี้ยว มีรสฝาดเล็กน้อย เนื้อสัมผัสมีความนิ่มเล็กน้อย และเมื่อบ่มเป็นเวลา 4 วัน พบว่า ผลสุก เปลือกมีสีแดงอมม่วง มีกลิ่นเปรี้ยว มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีความฝาดเล็กน้อย เนื้อสัมผัสความนิ่ม เนื่องจากการบ่มด้วยใบขี้เหล็กชนิดแก่ที่ใช้ในการบ่มสามารถปลดปล่อยเอทิลีนออกสู่บรรยากาศได้มาก เมื่ออยู่ในสภาวะการขาดน้ำ (water stress) เอทิลีนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากใบขี้เหล็ก (สายชล, 2549) ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้ ทำให้คุณลักษณะของการบ่ม ในระยะเวลา 3-4 วัน ผลจะเป็นผลสุก มีรสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย และมีรสฝาดเล็กน้อย

วิธีการบ่มด้วยธูป พบว่า วิธีนี้ทำให้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สุกได้ ในระยะเวลา 4 วันการบ่มในระยะเวลา 2 วันแรก พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังคงดิบ เปลือกมีสีขาวอมแดง มีกลิ่นเปรี้ยว รสชาติเปรี้ยว ฝาด และมียางเล็กน้อย เนื้อสัมผัส ไม่นิ่ม เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังคงดิบ เปลือกมีสีแดงอมขาว มีกลิ่นเปรี้ยว รสชาติเปรี้ยว ฝาด และมียาง เนื้อสัมผัสแข็ง และเมื่อบ่มเป็นระยะเวลา 4 วัน พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สุก เปลือกมีสีแดงอมม่วงเล็กน้อย มีกลิ่นเปรี้ยว รสชาติเปรี้ยว ฝาด และมียาง เนื้อสัมผัสแข็ง มีความนิ่มเล็กน้อย เนื่องจากควันจากธูปที่จุดจะปล่อยแก๊สเอทิลีนออกมาเรื่อยๆ จนกว่าธูปจะดับ ซึ่งเป็นการเพิ่มเอทิลีน

(สายชล, 2549) ให้กับผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ทำให้คุณลักษณะของการบ่มในระยะเวลา 4 วัน ผลจะเป็นผลสุก มีรสชาติเปรี้ยว และมีรสฝาด

ส่วนวิธีการบ่มด้วยหนังสือพิมพ์ในการบ่ม พบว่า วิธีนี้ไม่สามารถบ่มผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ให้สุกได้ในระยะเวลา 4 วัน ในการบ่มระยะเวลา 2 วันแรก พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังคงดิบ เปลือกมีสีแดงอมขาว มีกลิ่นเปรี้ยว มีรสชาติเปรี้ยว ฝาด และมียาง เนื้อสัมผัสแข็ง ไม่นิ่ม และเปลือกมีความเหี่ยว เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเป็นเวลา 3 วัน พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังคงดิบ เปลือกมีสีแดงอมขาว มีกลิ่นเปรี้ยว มีรสชาติเปรี้ยว ฝาด และมียาง เนื้อสัมผัสแข็ง มีความนิ่มเล็กน้อย เปลือกมีความเหี่ยว และแห้ง และเมื่อบ่มครบระยะเวลา 4 วัน พบว่า ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังคงดิบ เปลือกมีสีแดง มีกลิ่นเปรี้ยว รสชาติเปรี้ยว ฝาด และมียาง เนื้อสัมผัสแข็ง มีความนิ่มเล็กน้อย เปลือกมีความเหี่ยวมาก และแห้งมาก เนื่องจากการห่อหนังสือพิมพ์เป็นการป้องกันการถ่ายเทอากาศในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงจะมีการสร้างเอทิลีนมาก และเมื่อมีการห่อผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ จะทำให้เอทิลีนของผลสร้างขึ้นเอง และไม่กระจายออกไปสู่บรรยากาศจนหมด จึงทำให้ผลสุกได้ แต่เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการบ่ม(พีรเดช, 2557) ดังนั้นการบ่มในระยะเวลา 4 วันจึงไม่สามารถทำให้ผลสุกได้

ดังนั้นจากการศึกษาวิธีการบ่มผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ เป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 วัน โดยทำการบ่มทั้ง 5 วิธี คือ การบ่มที่อุณหภูมิห้อง การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์, ใบขี้เหล็ก, ธูป และหนังสือพิมพ์ พบว่า ในระยะเวลาของการบ่มให้มะม่วงหาวมะนาวโห่นั้นมีความสุก อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่สุด คือ ระยะเวลาในการบ่ม จำนวน 3 วัน ส่งผลให้ได้มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มมีคุณภาพดีในด้าน กลิ่นและรสชาติที่ไม่เน่าเสีย สามารถนำมาแปรรูปเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ได้ ผู้จัดทำจึงได้นำวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้ง 5 วิธี ในระยะเวลาการบ่มจำนวน 3 วัน นำไปศึกษาต่อไป

4.2 ผลการศึกษาวิธีการลดความฝาดด้วยวิธีการบ่มที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ผลการศึกษาวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่จำนวน 5 วิธี คือ วิธีที่ 1 การบ่มที่อุณหภูมิห้อง วิธีที่ 2 การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ วิธีที่ 3 การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก วิธีที่ 4 การบ่มด้วยธูป และวิธีที่ 5 การบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ซึ่งแต่ละวิธีในการบ่มมีผลต่อระดับความสุก และรสชาติความฝาดของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ จากนั้นนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ มาทำการบ่ม จำนวน 5 วิธี นำมาทดสอบคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.4, ตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 2 วัน

คุณภาพ	วิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่				
	อุณหภูมิห้อง 2 วัน	CaC_2 2 วัน	ใบขี้เหล็ก 2 วัน	ธูป 2 วัน	หนังสือพิมพ์ 2 วัน
ทางกายภาพ					
ค่าสี (ส่วนเปลือก)					
- L*	45.31±0.07^{b}	28.57±0.28^{e}	41.43±0.10^{d}	42.69±0.01^{c}	45.62±0.12^{a}
- a*	22.56±0.01^{c}	18.73±0.24^{e}	23.52±0.09^{b}	23.74±0.01^{a}	20.82±0.01^{d}
- b*	18.20±0.05^{b}	9.06±0.03^{e}	4.73±0.03^{d}	14.79±0.01^{c}	18.70±0.01^{a}
ค่าสี (ส่วนเนื้อ)					
- L*	43.62±0.11^{a}	26.99±0.41^{c}	42.31±0.07^{b}	42.68 ±0.09^{b}	42.46±0.05^{b}
- a*	28.39±0.09^{d}	19.20±0.02^{e}	33.22±0.31^{a}	32.40±0.34^{b}	30.49±0.01^{c}
- b*	18.53±0.08^{b}	14.39±0.51^{c}	20.72±0.06^{a}	20.40±0.15^{a}	18.32±0.03^{b}
ทางเคมี					
- ^{o}Brix	3.40±0.00^{d}	7.00±0.00^{a}	5.80±0.00^{b}	5.00±0.00^{c}	3.50±0.00^{d}
- pH	2.68±0.02^{d}	2.96±0.02^{a}	2.84±0.13^{b}	2.80±0.02^{bc}	2.70±0.02^{cd}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: วิธีที่ 1 การบ่มที่อุณหภูมิห้อง (ตัวควบคุม)

: วิธีที่ 2 การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ ดัดแปลงจาก รัตนาภรณ์ (2559)

: วิธีที่ 3 การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก ดัดแปลงจาก ปาลวี และคณะ (2541)

: วิธีที่ 4 การบ่มด้วยธูป ดัดแปลงจาก สายชล (2549)

: วิธีที่ 5 การบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ดัดแปลงจาก วิลาสีนี (2559)

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธีเป็นระยะเวลา 3 วัน

คุณภาพ	**วิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่**				
	อุณหภูมิห้อง 3 วัน	**CaC_2 3 วัน**	**ใบขี้เหล็ก 3 วัน**	**ธูป 3 วัน**	**หนังสือพิมพ์ 3 วัน**
ทางกายภาพ					
ค่าสี (ส่วนเปลือก)					
- L*	43.57±0.24^{a}	24.47±0.51^{e}	38.03±0.26^{d}	38.83±0.03^{c}	42.57±0.36^{b}
- a*	24.07±0.74^{c}	21.05±0.01^{d}	29.44±0.17^{a}	26.30±0.05^{b}	23.46±0.25^{c}
- b*	17.83±0.46^{a}	8.12±0.61^{e}	13.43±0.35^{d}	14.43±0.35^{c}	16.56±0.27^{b}
ค่าสี (ส่วนเนื้อ)					
- L*	41.04±0.85^{a}	25.19±0.15^{d}	35.43±0.10^{c}	39.62±0.05^{b}	39.15±0.01^{b}
- a*	31.39±0.15^{c}	22.46±0.02^{d}	36.86±0.08^{a}	33.26±0.14^{b}	31.08±0.88^{c}
- b*	17.52±0.26^{b}	12.41±0.34^{d}	19.87±0.07^{a}	17.41±0.41^{bc}	17.00±0.00^{c}
ทางเคมี					
- $^{\circ}$Brix	3.66±0.29^{d}	10.00±0.29^{a}	8.83±0.29^{b}	7.33±0.29^{c}	3.70±0.00^{d}
- pH	2.73+0.02^{e}	3.01+0.01^{a}	2.97+0.02^{b}	2.84+0.01^{c}	2.74+0.01^{d}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: วิธีที่ 1 การบ่มที่อุณหภูมิห้อง (ตัวควบคุม)

: วิธีที่ 2 การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ ดัดแปลงจาก รัตนาภรณ์ (2559)

: วิธีที่ 3 การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก ดัดแปลงจาก ปาลวี และคณะ (2541)

: วิธีที่ 4 การบ่มด้วยธูป ดัดแปลงจาก สายชล (2549)

: วิธีที่ 5 การบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ดัดแปลงจาก วิลาสีนี (2559)

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 4 วัน

คุณภาพ	**วิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่**				
	อุณหภูมิห้อง 4 วัน	**CaC_2 4 วัน**	**ใบขี้เหล็ก 4 วัน**	**ธูป 4 วัน**	**หนังสือพิมพ์ 4 วัน**
ทางกายภาพ					
ค่าสี (ส่วนเปลือก)					
- L*	41.19±0.01^{a}	20.72±0.56^{d}	36.07±0.86^{c}	37.08±0.76^{b}	40.50±0.02^{a}
- a*	27.09±0.11^{b}	23.16±0.01^{d}	30.55±0.12^{a}	30.44±0.05^{a}	24.73±0.03^{c}
- b*	15.50±0.41^{a}	5.62±0.45^{d}	10.18±0.02^{c}	13.99±0.04^{b}	15.76±0.55^{a}
ค่าสี (ส่วนเนื้อ)					
- L*	38.67±0.22^{a}	20.85±0.42^{e}	31.18±0.01^{d}	34.58±1.46^{c}	37.27±0.68^{b}
- a*	33.14±0.15^{c}	24.54±0.29^{e}	38.41±0.18^{a}	36.68±0.09^{b}	32.04±0.34^{d}
- b*	16.36±0.27^{b}	9.14±0.56^{d}	18.06±0.36^{a}	14.52±0.42^{c}	16.64±0.06^{b}
ทางเคมี					
- $^{\circ}$Brix	3.80±0.00^{d}	14.00±0.00^{a}	9.80±0.00^{b}	8.60±0.00^{c}	3.80±0.00^{d}
- pH	2.76+0.02^{c}	3.04+0.02^{a}	3.00+0.02^{a}	2.85+0.05^{b}	2.77+0.01^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: วิธีที่ 1 การบ่มที่อุณหภูมิห้อง (ตัวควบคุม)

: วิธีที่ 2 การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ ดัดแปลงจาก รัตนาภรณ์ (2559)

: วิธีที่ 3 การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก ดัดแปลงจาก ปาลวี และคณะ (2541)

: วิธีที่ 4 การบ่มด้วยธูป ดัดแปลงจาก สายชล (2549)

: วิธีที่ 5 การบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ดัดแปลงจาก วิลาสีนี (2559)

จากตารางที่ 4.4, ตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี เป็นระยะเวลา 2 วัน, 3 วัน และ 4 วัน พบว่า คุณภาพทางกายภาพด้านค่าสี L*, a* และ b* จำนวน 5 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในการนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มาบ่มนั้นโดยการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์จะมีค่าสีดำมืดออกแดงมากที่สุด รองลงมา คือ การบ่มด้วยใบขี้เหล็กในการบ่มจะมีค่าสีค่อนข้างดำออกแดงเข้มกว่าการใช้ธูปในการบ่ม ส่วนการบ่มด้วยหนังสือพิมพ์จะมีค่าสีแดงเข้มออกเหลืองสว่างกว่าการบ่มผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากผลข้างต้น เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการบ่มให้มากขึ้นจึงส่งผลทำให้ค่าสี a* เพิ่มขึ้น แต่ค่าสี L* และ b* ลดลง เนื่องจากส่วนเปลือกและส่วนเนื้อของมะม่วงหาวมะนาวโห่นั้นในระยะเวลาการบ่ม จำนวน 2 วัน ยังเป็นผลดิบจะมีสีค่อนข้างแดงอมขาวจึงมีค่าสีที่ค่อนข้างไปทางสว่าง แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเป็นระยะเวลา 3-4 วัน จะทำให้ผลนั้นสุกจึงมีค่าสีค่อนข้างไปทางมืดลง เนื่องจากการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ ผลไม้จะมีการคายน้ำออกมาทำให้เกิดความชื้น ความชื้นจากผลไม้จะทำปฏิกิริยากับถ่านแก๊สได้เป็นก๊าซแอซีทิลีน ซึ่งมีสมบัติเร่งการสุกของผลไม้ได้คล้ายเอทิลีนที่ช่วยเร่งให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.) เมื่อผลไม้มีความชื้นมากจึงสามารถทำปฏิกิริยากับถ่านแก๊สได้มาก จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตัวผลไม้ได้มากที่สุด การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก ซึ่งในใบขี้เหล็กมีแก๊สเอทิลีน จึงเป็นตัวกระตุ้นให้ผลไม้สร้างเอทิลีนขึ้นมาภายในผลได้เร็วขึ้น เอทิลีนที่ตัวผลไม้สร้างขึ้นมาผนวกกับเอทิลีนที่ใบขี้เหล็กสร้างขึ้นก็จะไปกระตุ้นให้หายใจของของผลไม้มากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล หรือเรียกได้ว่าเริ่มกระบวนการ (พีรเดช, 2557) การบ่มด้วยธูปในการบ่ม การจุดธูปในที่บ่มเป็นการเพิ่มเอทิลีนให้กับผลไม้ เพราะในการเผาไหม้จะมีเอทิลีนออกมาด้วยจึงทำให้ผลไม้สุก (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.) แต่เนื่องจากในใบขี้เหล็กมีเอทิลีนและความร้อนอยู่แล้วจึงทำให้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่เริ่มสุกได้รวดเร็วกว่าการบ่มด้วยธูป การบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ จะทำให้เอทิลีนที่ผลไม้สร้างขึ้นเองตามธรรมชาติจะสะสมมากขึ้นจนกระตุ้นให้ผลไม้ทั้งกองสุกได้อย่างสม่ำเสมอ (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.) แต่เนื่องจากใช้เอทิลีนที่สร้างขึ้นเองจึงทำให้เกิดการสุกช้ากว่าทั้งสามวิธีที่กล่าวมาข้างต้น และเมื่อนำผลวิเคราะห์ของการบ่มทั้ง 4 วิธี มาเปรียบเทียบกับการบ่มที่อุณหภูมิห้อง (ตัวควบคุม) จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากการบ่มทั้ง 4 วิธี ทำให้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สุก แต่การบ่มที่อุณหภูมิห้องผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ไม่สุก เนื่องจาก ไม่มีเอทิลีนเป็นตัวกระตุ้นในการทำให้ผลไม้สุก

เมื่อผลมะม่วงหาวมะนาวโห่นั้นมีความสุกมากขึ้น คุณภาพทางเคมีค่า pH จากระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความเปรี้ยวลดลงตามระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่า °Brix ของการบ่มจำนวน 5 วิธี ในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความหวานเพิ่มขึ้น ดังนั้นจากการทดลองการศึกษาการบ่ม จำนวน 5 วิธี ในระยะเวลา 2 วัน, 3 วัน และ 4 วัน จึงนำวิธีการบ่มทั้ง 5 วิธี ในระยะเวลา 3 วัน นำไปศึกษาต่อไป เพราะจากการตรวจคุณลักษณะของการบ่มมะม่วงหาว

มะนาวโห่ จำนวน 5 วิธี ในระยะเวลา 2 วัน ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ทำการบ่มนั้นยังไม่มีความสุกมากพอที่จะนำไปแปรรูปเป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่มีรสฝาดที่ลดลงได้ และในระยะเวลา 4 วัน ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ทำการบ่ม พบว่าวิธีที่ 2 การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ทำให้คุณลักษณะด้าน กลิ่นและรสชาติเกิดการเน่าเสีย ผู้จัดทำจึงได้นำวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้ง 5 วิธี ในระยะเวลาการบ่มจำนวน 3 วัน นำมาใช้ในการศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ต่อไป ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมให้อยู่ในช่วงระยะเวลาการบ่มเดียวกัน

ผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

จากการศึกษาความสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ โดยนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ทำการบ่ม ทั้ง 5 วิธี ในระยะเวลาการบ่ม จำนวน 3 วัน นำมาผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงผลดังตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8

ภาพที่ 4.1 ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ จากการบ่มทั้ง 5 วิธี

1) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มที่อุณหภูมิห้อง
2) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์
3) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยใบขี้เหล็ก
4) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยธูป
5) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกาย และทางเคมีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์จากการบ่มทั้ง 5 วิธี

คุณภาพ	วิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่				
	อุณหภูมิห้อง	CaC_2	ใบขี้เหล็ก	ธูป	หนังสือพิมพ์
ทางกายภาพ					
ค่าสี					
- L*	41.39±0.02^{a}	23.14±0.06^{e}	37.62±0.02^{d}	38.33±0.19^{c}	39.42±0.06^{b}
- a*	21.00±0.00^{e}	29.83±0.03^{a}	29.76±0.02^{b}	28.72±0.02^{c}	24.36±0.03^{d}
- b*	15.78±0.02^{b}	13.70±0.13^{d}	17.02±0.02^{a}	15.45±0.05^{c}	15.36±0.03^{c}
ทางเคมี					
- ^{o}Brix	15.53±0.12^{e}	17.73±0.12^{a}	16.40±0.00^{b}	16.00±0.00^{c}	15.80±0.00^{d}
- pH	2.77±0.01^{e}	3.19±0.01^{a}	3.13±0.02^{b}	2.99±0.02^{c}	2.85±0.01^{d}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ พาสเจอร์ไรส์จากการบ่มจำนวน 5 วิธี คือ การบ่มที่อุณหภูมิห้อง, การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์, การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก, การบ่มด้วยธูป และการบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ พบว่าคุณภาพทางกายภาพ ด้านค่า L*, a* และb* การบ่มทั้ง 5 วิธี มีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ค่า L* ของวิธีการบ่มที่อุณหภูมิห้องมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ การบ่มด้วยหนังสือพิมพ์, ธูป, ใบขี้เหล็ก และการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ ตามลำดับ ส่วนค่า a* ของวิธีการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์มีค่า a* สูงสุด รองลงมาคือ การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก, ธูป, หนังสือพิมพ์ และการบ่มที่อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ ส่วนค่า b* การบ่มด้วยใบขี้เหล็กจะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ วิธีการบ่มที่อุณหภูมิห้อง, หนังสือพิมพ์, ธูป และแคลเซียมคาร์ไบด์ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่ได้จากการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์จะมีน้ำสีแดงเข้มที่สุด รองลงมาคือ การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก, การบ่มด้วยธูป, การบ่มด้วยหนังสือพิมพ์ และการบ่มด้วยอุณหภูมิห้อง ตามลำดับ เนื่องจากมะม่วงหาวมะนาวโห่นั้นจะมีสีแดงเมื่อผลสุก และการบ่มทั้ง 5 วิธีนั้นมีอัตราการสุกที่ไม่เท่ากัน โดยมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่บ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ มีระยะการสุกมากที่สุด ดังตารางที่ 4.2 ส่วนค่า °Brix การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์จะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก, ธูป, หนังสือพิมพ์ และการบ่มที่อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ ซึ่งจะส่งผลให้ค่า pH ของการใช้แคลเซียมคาร์ไบด์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือการใช้ใบขี้เหล็ก, ธูป, หนังสือพิมพ์ และการบ่มที่อุณหภูมิห้องต่ำสุด ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อมะม่วงหาวมะนาวโห่ถูกบ่มให้สุกจะทำให้เนื้อมะม่วงหาวมะนาวโห่มีความนิ่ม เละ

ทำให้เกิดน้ำในผลมากขึ้น ผลิตกรดออกมาได้มาขึ้นทำให้มีรสชาติเปรี้ยว (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.) จากการวิเคราะห์ค่าทางกายภาพ และทางเคมี พบว่า การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์มีการสร้างเอทิลีนได้เร็วที่สุด รองลงมาคือ การบ่มด้วยใบขี้เหล็ก, ธูป, หนังสือพิมพ์ และการบ่มที่อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบวิธีการบ่มของทั้ง 4 วิธี กับการบ่มที่อุณหภูมิจะเห็นได้ว่า ค่า a* ของการบ่มที่อุณหภูมิห้อง มีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากวิธีการบ่มที่ต่างกันทั้ง 4 วิธี มีผลต่อความสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่จึงทำให้มีสีแดง จากสภาพแวดล้อมการบ่มที่แตกต่างกัน เมื่อความสุกเพิ่มขึ้นยังส่งผลให้ค่า °Brix เพิ่มขึ้น และค่า pH เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์จากการบ่มทั้ง 5 วิธี

คุณลักษณะ	วิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่				
	อุณหภูมิห้อง	CaC_2	ใบขี้เหล็ก	ธูป	หนังสือพิมพ์
ลักษณะปรากฏ	5.38 ± 1.70^{c}	7.86 ± 1.01^{a}	7.86 ± 1.11^{a}	7.24 ± 1.13^{b}	7.04 ± 1.24^{b}
สี	4.68 ± 1.61^{c}	7.76 ± 1.04^{a}	7.76 ± 1.27^{a}	7.00 ± 1.23^{b}	6.82 ± 1.12^{b}
กลิ่น	5.74 ± 1.83^{c}	6.48 ± 0.99^{b}	7.42 ± 1.37^{a}	6.32 ± 0.98^{b}	6.68 ± 1.24^{b}
กลิ่นรส	4.84 ± 1.83^{d}	6.60 ± 0.93^{c}	7.40 ± 1.51^{a}	6.44 ± 1.33^{b}	6.54 ± 1.31^{b}
รสชาติ (ความฝาดเฝื่อน)	4.08 ± 1.88^{d}	7.26 ± 1.19^{b}	7.94 ± 1.24^{a}	6.56 ± 1.34^{c}	6.36 ± 1.54^{c}
ความชอบโดยรวม	4.74 ± 1.68^{d}	7.34 ± 0.98^{b}	7.92 ± 1.37^{a}	6.92 ± 1.19^{bc}	6.66 ± 1.30^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากตารางที่ 4.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ จากการบ่มทั้ง 5 วิธี คือ การบ่มที่อุณหภูมิห้อง, การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์, ใบขี้เหล็ก, ธูป และหนังสือพิมพ์ พบว่า คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และสีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ที่ใช้การบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์กับใบขี้เหล็กไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากแคลเซียมคาร์ไบด์กับใบขี้เหล็กมีความสามารถในการสร้างเอธิลีนได้ในระดับที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน จึงทำให้ไม่มีความแตกต่างกัน (ปาลวี และคณะ, 2541) ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติ (ความฝาดเฝื่อน) และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยใบขี้เหล็ก เนื่องจากวิธีการบ่มด้วยใบขี้เหล็กมีกลิ่นรสที่เป็นธรรมชาติ และได้รสชาติที่หวานกลมกล่อม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาทางเคมี ค่า pH และค่า °Brix ของวิธีการบ่มโดยการใช้ใบขี้เหล็ก จะได้รสชาติที่เปรี้ยวอมหวานในระดับ ที่พอดี จึงส่งผลให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด

ดังนั้นผู้ทดลองจึงทำการเลือกวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยใบขี้เหล็กเป็นวิธีการบ่มที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

4.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

นำวิธีการบ่มที่ดีที่สุดจากข้อ 4.2 มาทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ บรรจุลงในขวดแก้วใสพร้อมฝาปิดสนิด ขนาด 200 ml บรรจุปริมาณ 180 ml และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น 4$\pm$2 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตรวจเป็นเวลา 5 สัปดาห์ คือ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ (ภาวินี, 2560) นำมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ, ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ แสดงตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10 ตามลำดับ

ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่บ่มด้วยวิธีการใช้ใบขี้เหล็กระหว่างการเก็บรักษา 0-5 สัปดาห์

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี ของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

คุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
ทางกายภาพ						
ค่าสี						
- L*	38.65±0.01^{a}	38.34±0.02^{b}	38.18±0.03^{c}	38.08±0.02^{d}	36.70±0.01^{e}	36.49±0.01^{f}
- a*	29.81±0.02^{a}	29.72±0.04^{b}	29.40±0.02^{c}	29.34±0.02^{d}	28.95±0.01^{e}	27.92±0.66^{f}
- b*	16.67±0.02^{f}	16.71±0.01^{e}	16.80±0.01^{c}	16.92±0.02^{d}	17.02±0.01^{b}	17.12±0.03^{a}
ปริมาณตะกอน	ไม่มีตะกอน	ไม่มีตะกอน	ไม่มีตะกอน	ไม่มีตะกอน	มีตะกอน	มีตะกอนมากขึ้น
กลิ่น	กลิ่นเฉพาะที่ดี	กลิ่นเฉพาะที่ดี	กลิ่นเฉพาะที่ดี	กลิ่นเฉพาะที่ดี	เริ่มมีกลิ่นเปรี้ยว	กลิ่นเปรี้ยว
ทางเคมี						
- ^{o}Brix	16.40±0.00^{a}	16.20±0.00^{b}	16.09±0.01^{c}	16.00±0.00^{d}	15.83±0.02^{e}	15.80±0.00^{e}
- pH	3.15±0.02^{a}	3.07±0.02^{b}	3.04±0.03^{b}	2.98±0.02^{c}	2.59±0.02^{d}	2.50±0.02^{e}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพด้านสีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านค่าสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ค่า b* มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดตะกอนของผลิตภัณฑ์ในสัปดาห์ที่ 4 และ5 จึงส่งผลให้ค่า L* และ ค่า a* มีค่าลดลงตามลำดับ โดยตะกอนที่เกิดขึ้นนั้นมาจากทางธรรมชาติของเนื้อเยื่อมะม่วงหาวมะนาวโห่ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น จะเกิดการเสียสภาพทางกายภาพภายในสัปดาห์ที่ 4 และ5 โดยจะมีตะกอนเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีค่า ^{o}Brix และค่า pH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า ^{o}Brix มีแนวโน้มลดลงตามลำดับเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ส่วนค่า pH พบว่า มีค่าต่ำลง แสดงว่าค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่า ^{o}Brix มีค่าลดลง รสชาติของน้ำที่ได้ มีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ค่า pH ต่ำลง รวมทั้งระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวินี (2560) ที่มีลักษณะของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลง รสชาติของน้ำที่ได้มีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำลง

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาทางคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (สัปดาห์)	การวิเคราะห์จุลินทรีย์			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	Coliform (MPN/ml)	ยีสต์และรา (CFU/ml)	*E.Coli* (MPN/ml)
0	<10	<2.2	<10	<3
1	<10	<2.2	<10	<3
2	<10	<2.2	<10	<3
3	<10	<2.2	<10	<3
4	<10	<2.2	<10	<3
5	<10	<2.2	<10	<3

หมายเหตุ : ในสัปดาห์ที่ 4 เกิดตะกอนขึ้นภายในขวด ทำให้เกิดการเสื่อมเสียทางกายภาพ ของการเก็บรักษา

จากตารางที่ 4.10 ผลการสุ่มตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด, Coliform, ยีสต์ รา และ *E.Coil* ของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ พบว่า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4$\pm$2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ ได้ทำการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนี/ตัวอย่าง 1 ml, ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 ml, เอสเชอริเชีย โคไล ต้องน้อยกว่า 3 MPN ต่อตัวอย่าง 1 ml และในการตรวจหาโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 MPN /เครื่องดื่ม 100 ml ซึ่งมีจำนวนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท) แต่ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในสัปดาห์ที่ 4 กับ 5 เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพโดยเกิดตะกอน และมีการเสื่อมเสียของรสชาติเล็กน้อยจากค่า °Brix และค่า pH ซึ่งมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจึงไม่ควรนำมาบริโภค ดังนั้น ผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4$\pm$2 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาที่ 3 สัปดาห์ ซึ่งมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

4.4 ผลศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ โดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน แบบสอบถามส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งในส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ สถานภาพ อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้บริโภคที่ได้ทำการสำรวจ แสดงดังตารางที่ 4.11

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.11 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
1.1 ชาย	48
1.2 หญิง	52
2. อายุ	
2.1 น้อยกว่า 15 ปี	5
2.2 15 – 24 ปี	64
2.3 25 – 34 ปี	15
2.4 35 – 44 ปี	10
2.5 40 – 45 ปี	3
2.6 มากกว่า 55 ปี	3
3. สถานภาพ	
3.1 โสด	91
3.2 สมรส	8
3.3 หย่าร้าง, หม้าย, แยกกันอยู่	1
4. ท่านนับถือศาสนา	
4.1 พุทธ	98
4.2 คริสต์	1
4.3 อิสลาม	1
4.4 อื่นๆ โปรดระบุ.....	0

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
5. การศึกษา	
5.1 ประถมศึกษา	5
5.2 มัธยมศึกษา/เทียบเท่า	5
5.3 ปริญญาตรี	79
5.4 ปริญญาโท	9
5.5 ปริญญาเอก	2
6. อาชีพ	
6.1 นักเรียน/นักศึกษา	67
6.2 พนักงานเอกชน	5
6.3 ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	8
6.4 ประกอบธุรกิจส่วนตัว	7
6.5 แม่บ้าน/พ่อบ้าน	4
6.6 อื่นๆโปรดระบุ.....	9
7. รายได้ต่อเดือน	
7.1 น้อยกว่า 5,000 บาท	53
7.2 5,001 – 10,000 บาท	22
7.3 10,001 – 20,000 บาท	15
7.4 20,001 – 30,000 บาท	7
7.5 30,001 – 40,000 บาท	2
7.6 มากกว่า 40,001 บาท	1

หมายเหตุ : การแบ่งช่วงอายุบริโภค ได้ใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงอายุตาม Standard International Age Classification ของสำนักงานสถิติแห่งชาติและองค์กรสหประชาชาติ ซึ่งข้อมูลในตารางมีการแบ่งช่วงอายุรายปี โดยใช้กลุ่ม 10 ปีตามความเหมาะสม

จากตารางที่ 4.11 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 52 คน มีอายุระหว่าง 15-24 ปี ร้อยละ 64 มีสถานภาพโสด ร้อยละ 91 นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 98 มีระดับการศึกษา ร้อยละ 79 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 67 และมีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 53

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.12 แสดงข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	ร้อยละ
8. ท่านเคยรับประทานน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่มีรสฝาดเฝื่อนหรือไม่	
8.1 เคย	57
8.2 ไม่เคย	43
9. ท่านมีความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ปริมาณเท่าใด	
9.1 1-2 ครั้ง ต่อสัปดาห์	44
9.2 3-4 ครั้ง ต่อสัปดาห์	8
9.3 มากกว่า 4 ครั้ง ต่อสัปดาห์	8
9.4 อื่นๆ โปรดระบุ	40
10. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่ไหน	0
10.1 ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	20
10.2 ร้านค้าตามตึกแถว	7
10.3 ซุปเปอร์มาเก็ต	10
10.4 ร้านสะดวกซื้อ/คลาดทั่วไป	20
10.5 อื่นๆ โปรดระบุ	43
11. หากมีผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่ไม่มีรสฝาดเฝื่อนท่านจะสนใจหรือไม่	
11.1 สนใจ	100
11.2 ไม่สนใจ	0

จากตารางที่ 4.12 การสำรวจข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคเคยรับประทานน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่มีรสฝาดเฝื่อน ร้อยละ 57 ผู้บริโภคความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ 1-2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ร้อยละ 44 ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ เช่น ทำรับประทานเอง ร้อยละ 43 และจากการสำรวจ พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่ไม่มีรสฝาดเฝื่อนผู้บริโภคมีความสนใจ ร้อยละ 100

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ตารางที่ 4.13 แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ข้อมูล	ร้อยละ
12. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพอใจของท่านในแต่ละด้าน ที่มีต่อตัวอย่าง	
12.1 ลักษณะที่ปรากฏ	
- มากที่สุด	60
- มาก	38
- ปานกลาง	1
- น้อย	1
- น้อยที่สุด	0
12.2 สี	
- มากที่สุด	62
- มาก	36
- ปานกลาง	1
- น้อย	1
- น้อยที่สุด	0
12.3 กลิ่น	
- มากที่สุด	38
- มาก	52
- ปานกลาง	9
- น้อย	1
- น้อยที่สุด	0

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
12.4 กลิ่นรส	34
- มากที่สุด	56
- มาก	10
- ปานกลาง	0
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	
12.5 รสชาติ (ความฝาดเฝื่อน)	
- มากที่สุด	43
- มาก	49
- ปานกลาง	8
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
12.6 ความชอบโดยรวม	
- มากที่สุด	58
- มาก	38
- ปานกลาง	4
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
13. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ บรรจุขวดแก้ว 180 มิลลิลิตร 1 ขวด ควรมีราคาเท่าไหร่	
13.1 45 บาท	68
13.2 50 บาท	26
13.3 55 บาท	6
14. หากผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์วางจำหน่าย ท่านจะเลือกซื้อบริโภคหรือไม่	
14.1 ซื้อ	99
14.2 ไม่แน่ใจ	1
14.3 ไม่ซื้อ	0

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
15. ท่านยอมรับในผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์หรือไม่	
15.1 ยอมรับ	100
15.2 ไม่ยอมรับ	0

จากตารางที่ 4.12 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์จากผู้บริโภค จำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคมีความพอใจต่อลักษณะปรากฏด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 60 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 38 มีความพึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 1 มีความพึงพอใจน้อย ร้อยละ 1 ด้านสีของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 62 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 36 มีความพึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 1 มีความพึงพอใจน้อย ร้อยละ 1 ด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 38 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 52 มีความพึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 9 ด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 34 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 56 มีความพึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 10 ด้านรสชาติ (ความฝาดเฝื่อน) มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 43 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 49 มีความพึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 8 และด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 58 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 38 มีความพึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 4 จากการสำรวจราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ บรรจุขวดแก้ว 180 มิลลิลิตร 1 ขวด ควรมีราคา 45 บาท ร้อยละ 68 ราคา 50 บาท ร้อยละ 26 และราคา 55 ร้อยละ 6

หากมีผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์วางจำหน่าย ผู้บริโภคจะเลือกซื้อบริโภคหรือไม่ พบว่า ซื้อ ร้อยละ 99 และไม่แน่ใจ ร้อยละ 1 ส่วนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับ ร้อยละ 100

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 จากผลการศึกษาวิธีการลดความฝาดด้วยวิธีการบ่มที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

จากผลการศึกษาวิธีการลดความฝาดด้วยวิธีการบ่มที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ จำนวน 5 วิธี คือ วิธีการบ่มที่อุณหภูมิห้อง, แคลเซียมคาร์ไบด์, ใบขี้เหล็ก, ธูป และวิธีการบ่มด้วยการบ่มด้วยหนังสือพิมพ์ พบว่าการบ่มผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยการใช้ใบขี้เหล็ก เป็นวิธีการบ่มที่เหมาะสมที่สุด คือ ระยะเวลา 3 วัน ซึ่งส่วนเปลือกมีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 38.03$\pm$0.23, 29.61$\pm$0.05 และ13.44$\pm$0.01 ตามลำดับ ส่วนเนื้อ เท่ากับ 35.43$\pm$0.03, 36.78$\pm$0.08 และ19.87$\pm$0.07 ตามลำดับ มีค่า °Brix เท่ากับ 8.83$\pm$0.29 และมีค่า pH เท่ากับ 2.97$\pm$0.02

จากการศึกษาความสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มทั้ง 5 วิธี ที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ โดยการนำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มโดยการใช้ใบขี้เหล็ก ทำการควบคุมผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ (พันธุ์แดง) ควบคุมระยะเวลาการบ่มจำนวน 3 วัน ทำการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 70$\pm$2 องศาเซลเซียส ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ มีค่าสี L*, a* และb* เท่ากับ 37.62$\pm$0.02, 29.76$\pm$0.02 และ 17.02$\pm$0.02 มีค่า °Brix เท่ากับ 16.40$\pm$0.00 และมีค่า pH เท่ากับ 3.13$\pm$0.02

5.1.2 จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์มีอายุการเก็บรักษาได้ที่ 3 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 38.08$\pm$0.02, 29.34$\pm$0.02 และ 16.92$\pm$0.02 มีค่า °Brix เท่ากับ 16.00$\pm$0.00 และมีค่า pH เท่ากับ 2.98$\pm$0.02

5.1.3 จากการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

จากการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ โดยสุ่มผู้ทดสอบเป็นกลุ่มต่าง ๆ เป็นเพศชาย 48 คน และเพศหญิง 52 คน มีอายุอยู่ระหว่าง 15-24 ปี พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ ร้อยละ 100 และเลือกที่จะซื้อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ร้อยละ 99 จากการสำรวจราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ บรรจุขวดแก้ว 180 ml 1 ขวด ควรมีราคา 45 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 สามารถนำมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางผลิตภัณฑ์

5.2.3 สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่มีส่วนผสมที่แปลกใหม่เพื่อเพิ่มความหลากหลายในรสชาติ และเพื่อทางเลือกให้กับผู้บริโภค

5.2.3 สามารถใช้วิธีการบ่มผลไม้วิธีการอื่นๆ นอกเหนือจากศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กรมอาชีวศึกษา. 2525. **คู่มือการสอนวิชาขนมไทย.** โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2530. **ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม**. กรุงเทพฯ, กรมอนามัย,

เข็มทอง นิ่มจินดา. 2538. **ทฤษฎีอาหาร.** ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาหน่วยศึกษานิเทศ กรมฝึกหัดครู, กรุงเทพฯ.

จันทร ทศานนท์. 2538. **อาหารไทย.** ศิริวัฒนาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ชีลพร อินทร์อุดม. 2541, **การบรรจุภัณฑ์.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ

แดนชัย เครื่องเงิน. 2555. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำเฉาก๊วยในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว.** มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ไทยเกษตรศาสตร์. 2555. **เอทิลีน:สารเร่งการแก่ของผลไม้.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.thaikasetsart.com, 11 ตุลาคม 2562.

ธงชัย และคณะ. 2556. “มะม่วงหาว มะนาวโห่ ผลไม้ในวรรณคดีไทยที่มากมายด้วยคุณค่าและราคาดี.” **นิตยสารเกษตรโฟกัส.** 2, 20 : 24-39.

นลินี พูนพิพัฒน์, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น. 2555. “การลดความฝาดของใบทำมังด้วยคาร์บอนไดออกไซด์.” **ว. วิทยาศาสตร์การเกษตร.** 43, 2 (พฤศภาคม-สิงหาคม) : 453-456.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 356). 2556. **เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.** ประกาศ ณ วันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2556.

ปัญจ์ยศ มงคลชาติ. 2551. **เทคโนโลยีการบรรจุเย็นแบบปลอดเชื้อ.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://soclaimon.wordpress.com/2011/07/06, 26 กุมภาพันธ์ 2563.

ปาลวี ศรีผ่าน, นิภาพร รำจวญเกียรติ และ ปิยะนุช สุริยันต์. 2541. **ขี้เหล็กเร่งการสุกของผลไม้.** กาฬสินธุ์ : ห้องสมุดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร**. แพคเมทส์, กรุงเทพฯ.

พลังเกษตร. 2561. **การปลูกมะม่วงหาวมะนาวโห่ คุณค่าทางยามหาศาล.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.palangkaset.com, 25 กุมภาพันธ์ 2563.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. ม.ป.ป. **การบ่มผลไม้.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3625, 11 ตุลาคม 2562.

พีรเดช ทองอำไพ. 2557**. เอทิลีนและสารปลดปล่อยเอทิลีน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.thaikasetsart.com, 14 พฤศจิกายน 2562.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

พีรเดช ทองอำไพ. 2561. **วิธีการบ่มผลไม้ให้สุกพร้อมกัน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://kasettumkin.com/peeradeath/article_14832, 12 กุมภาพันธ์ 2563.

ภัณฑิลา อุดร. 2557. **การใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายเอทิลีนบ่มผลไม้.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://biology.ipst.ac.th/?p=2077, 24 พฤศจิกายน 2562

ภาวินี พุทธศานติ์บัณฑิต. 2560. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพุทราพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

รัตนาภรณ์ ธรรมศิลป์, พัชรี สิริตระกูลศักดิ์ และ สกุลกานต์ สิมลา. 2559. “ผลของแคลเซียมคาร์ไบด์ต่อการสุกของผลมะนาวโห่.” **พืชศาสตร์สงขลานครินทร์.** 59, I (ฉบับพิเศษ) : 40-46.

รุ่งทิวา วงค์ไพศาลฤทธิ์ และ ดวงทิพย์ ศรีตาแสน. 2551. **น้ำลูกหนามแดงพร้อมดื่ม.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

วชิราภรณ์ ผิวล่อง. 2556. **อิทธิพลของระยะเวลาสุกต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของมะม่วงหาวมะนาวโห่.** สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).

วิลาสินี ลีทวีทรัพย์. ม.ป.ป. **การบ่มกล้วย.** กองวิจัยและพัฒนางานส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร

ศรบุปผา วงศกรวุฒิ. 2533. **“การสุกของผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันและการเก็บรักษาบรรยากาศดัดแปลง.”** วิทยานิพนธ์. ภาควิชาพืชสวน.. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรรณี เดชกำแหง. 2530. **เคมีอาหารเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

สกุลกานต์ สิมลา. 2559. “มะนาวโห่: พืชในวรรณคดีไทยที่มากมายด้วยประโยชน์.” **แก่นเกษตร.** 44, 3 (มีนาคม). : 557-566.

สมพร ภูติยานันต์. 2551. **สมุนไพรใกล้ตัว เล่ม 13 : สมุนไพรแต่งสี กลิ่น รส.** วิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ตุลย์การพิมพ์, เชียงใหม่.

สมพร ภูติยานันต์. 2551. **สมุนไพรใกล้ตัว.** เอราวัณการพิมพ์ : เชียงใหม่.

สายชล เกตุษา. 2549. “การบ่มผลไม้ให้สุก.” **ราชบัณฑิตยสถาน.** 49, 4 (ตุลาคม-ธันวาคม).

สายชล เกตุษา. 2549. **การบ่มผลไม้ให้สุก**. จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สุประดิษฐ วังพฤกษ์. ม.ป.ป. **สมบัติของแก๊สออกซีอะเซทิลีน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://supradit.in.th/contents/metal/Data/3/2.html, 25 กุมภาพันธ์ 2563.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. 2547. **หลักการประกอบอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Anupama, N., G. Madhumitha and K. S. Rajesh. 2014. **Role of Dried Fruits of *Carissa carandas* as Anti-Inflammatory Agents and the Analysis of Phytochemical Constituents by GC-MS. BioMed Research International.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://goo.gl/kApdEC, 29 กุมภาพันธ์ 2563.

Aslam et al. 2011. "Antioxidant, haemolytic activities and GC-MS profiling of *Carissa*

Begum et al. 2013. "Carandinol: First isohopane triterpene from the leaves of *Carissa carandas* L. and its cytotoxicity against cancer cell lines." **Phytochem Lett.** 6 : 91-95.

carandas roots." **Int J Phytomedicine.** 3 : 567-578.

Hati, M., B.K. Jena, S. Kar and A.K. Nayak. 2014. "Evaluation of anti-inflammatory and anti-pyretic activity of *Carissa carandas* L. leaf extract in rats." **J. Pharm Chem Bio Sci.** 1, 1 : 18-25.

Hegde, K. and A.B. Joshi. 2009. "Hepatoprotective effect of *Carissa carandas* Linn root extract against CCl4 and paracetamol induced hepatic oxidative stress." **Indian J. Exp Biol.** 47 : 660-667

Itankar et al. 2011. "Antidiabetic potential of unripe *Carissa carandas* Linn. Fruit extract." **J. Ethnopharmacol.** 135 : 430-433.

Kumar, S., P. Gupta and V. Gupta K.L. 2013. "A critical review on Karamarda (*Carissa carandas* Linn.)." **Int J Pharm Bio Arch.** 4, 4 : 637 -642.

Patel and S. 2013. "Food, pharmaceutical and industrial potential of *Carissa* genus: an overview." **Rev Environ Science Biotech.** 12, 3 : 201-208.

Philippine Medicinal Plants. 2012. ***Caranda.*** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://goo.gl/kBShxE, 29 กุมภาพันธ์ 2563.

Sahreen, S., M.R. Khan and R.A. Khan. 2010. "Evaluation of antioxidant activities of various solvent extracts of *Carissa opaca* fruits." **Food Chem.** 122 : 1205-1211.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Siddiqi et al. 2011. “Antimicrobial activity of the polyphenolic fractions derived from Grewia asiatica, Eugenia jambolana and *Carissa carandas*.” **Int J Food Sci Tech.** 46(2): 250-256.

TreatThai. ม.ป.ป. **มะม่วงหาวมะนาวโห่ ต้นกำเนิด และคุณประโยชน์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://treatthai.com, 26 กุมภาพันธ์ 2563.

Vede Eswarappa Sujata K. Bhatia. 2008. **Naturally Based Biomaterial and Therapeutics.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://books.google.co.th/books?id=j16Ggx3LYl0C&pg=PA20&lpg=PA20&dq=naturally,2008, 26 กุมภาพันธ์ 2563

ภาคผนวก

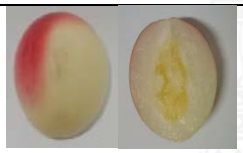
ภาคผนวก ก

การคัดเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมในการนำมาบ่มเพื่อลดความฝาด

การคัดเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมในการนำมาบ่มเพื่อลดความฝาด

มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้ในการศึกษาเป็นมะม่วงหาวมะนาวโห่พันธุ์แดงจากจังหวัดอุทัยธานี โดยคัดเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่จากลักษณะทางกายภาพคือ สีของเปลือกและเนื้อรวมถึงกลิ่น แสดงดังตาราง

ตารางที่ ก. 1 การคัดเลือกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ (พันธุ์แดง) ก่อนนำมาบ่ม

คุณลักษณะ	**มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการคัดเลือก**		
- สีของเปลือกและเนื้อ			
	ระดับที่ 1 เปลือกมีสีขาวปนแดงเล็กน้อย เนื้อมีสีขาว แข็งและแน่น	ระดับที่ 2 เปลือกมีสีขาวและสีแดงเท่า ๆ กัน เนื้อมีสีขาว แข็งและแน่น	ระดับที่ 3 เปลือกมีสีแดงทั้งผล เนื้อมีสีขาว แข็งและแน่น
- ด้านกลิ่น	มีกลิ่นหอม เปรี้ยว	มีกลิ่นหอม เปรี้ยว	มีกลิ่นหอม เปรี้ยว

ภาคผนวก ข
วัตถุดิบ สารเคมี อุปกรณ์ และกรรมวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ ทั้ง 5 วิธีการบ่ม

วัตถุดิบและสารเคมี

ภาพที่ ข. 1 มะม่วงหาวมะนาวโห่

ภาพที่ ข. 2 สารแคลเซียมคาร์ไบด์

ภาพที่ ข. 3 ฟักเขียว แบบดิบ

ภาพที่ ข. 4 ใบขี้เหล็ก

อุปกรณ์

ภาพที่ ข. 5 ตระกร้า

ภาพที่ ข 6 กล่องลัง

ภาพที่ ข. 7 กระถาง

ภาพที่ ข. 8 กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ ข. 9 ธูปหอม

ภาพที่ ข. 10 ผ้าขาวบาง

กรรมวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีการคัดขนาดและผ่านการคัดเลือกความแก่จำนวน 200 กรัม

↓

นำมาใส่ตะกร้าวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

↓

รอดูผลมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน

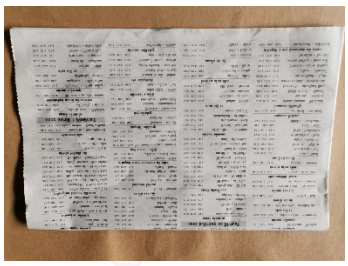
(ตัวควบคุม)

↓

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ

แผนภาพที่ ข. 1 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่อุณหภูมิห้อง

นำหนังสือพิมพ์พับครึ่งจำนวน 2 แผ่น ความหนา 0.5 เซนติเมตร รองที่ก้นของลังกระดาษ



นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 50 กรัม บรรจุลงลังเบียร์ขนาด 9x12x11 เซนติเมตร

นำผ้า จำนวน 1 ผืน ขนาด18x26x13 เซนติเมตร คลุมมะม่วงหาวมะนาวโห่

นำก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์มาทุบให้เป็นก้อนเล็กๆจำนวน 0.5 กรัม นำกระดาษหนังสือพิมพ์จำนวน 2 แผ่น ห่อก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์

↓

นำก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์ที่ห่อไว้ ซุกไว้กลางลังกระดาษ แล้วทำการปิดกล่องลังให้สนิท

↓

รอดูผลการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน

↓

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ ระยะเวลา 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ

แผนภาพที่ ข. 2 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีการคัดขนาดและผ่านการคัดเลือกความแก่ จำนวน 200 กรัม

นำตะกร้าขนาด 35x18x17 เซนติเมตร ใส่ใบขี้เหล็กแก่ จำนวน 300 กรัมไว้ส่วนล่าง

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่วางบนใบขี้เหล็ก และนำใบขี้เหล็กจำนวน 200 กรัมไว้ส่วนบนวางคลุมมะม่วงหาวมะนาวโห่และนำผ้า จำนวน 1 ผืน ขนาด 18x26x13 เซนติเมตร ปิดคลุมใบขี้เหล็ก

↓

รอดูผลการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน

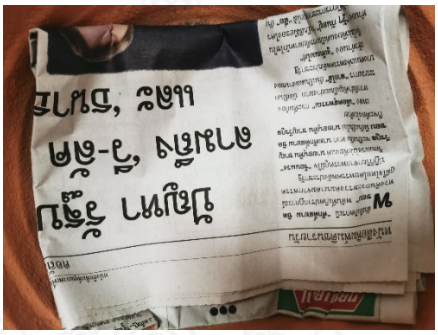
↓

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มด้วยใบขี้เหล็ก ระยะเวลา 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ

แผนภาพที่ ข. 3 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยใบขี้เหล็ก

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีการคัดขนาดและผ่านการคัดเลือกความแก่จำนวน 200 กรัม

นำกระดาษหนังสือพิมพ์ จำนวน 1 แผ่น รองก้นที่กระถางดินเผาลูกเต๋าใหญ่ขนาด 40x40 เซนติเมตร



นำฟักวางไว้ตรงกลางของกระถางดินเผา

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ใส่ลงในกระถางให้วางทั่วกระถางดินเผา

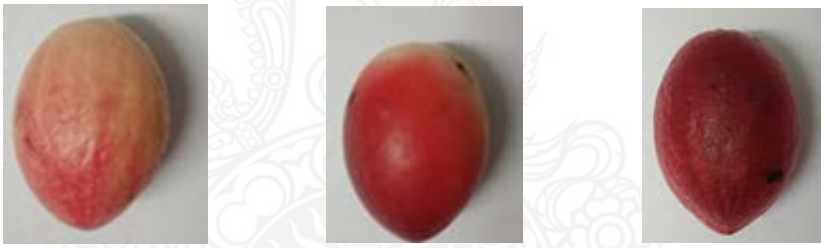
↓

จุดธูป 5 ดอก ปักไว้บนฟักแล้วปิดฝากระถางดินเผา

รอดูผลการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน

↓

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มด้วยธูป ระยะเวลา 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ



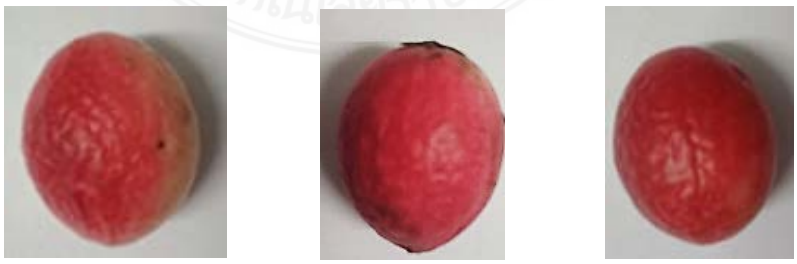
แผนภาพที่ ข.4 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยธูป

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีการคัดขนาดและผ่านการคัดเลือกความแก่จำนวน 200 กรัม

เตรียมกระดาษหนังสือพิมพ์พับครึ่ง จำนวน 2 แผ่น ความหนา 0.5 เซนติเมตร และทำการห่อมะม่วงหาวมะนาวโห่

รอดูผลการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นเวลา 4 วัน คือ วันที่ 2, 3 และ 4 วัน

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ระยะเวลา 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ



แผนภาพที่ ข. 5 การบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์

ภาคผนวก ค

กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

กระบวนการเตรียมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการบ่ม

ล้างทำความสะอาดผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

ผ่าผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

↓

คว้านเอาเมล็ดออก

↓

ต้มน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

↓

นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ใส่ลงหม้อ ทำการต้มต่อจนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 10 นาที

↓

↓

จากนั้นคั้นมะม่วงหาวมะนาวโห่แยกกากและน้ำโดยใช้ผ้าขาวบาง 2 ชั้น

↓

นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที
เติมน้ำตาลและเกลือละลายให้เข้ากัน

↓

บรรจุร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ลงขวดแก้ว ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ปริมาณ 180 ml ปิดฝา

↓

↓

นำไปพาสเจอร์ไรส์ โดยใส่ลงหม้อนึ่งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
และทำให้เย็นทันที นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส

↓

น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

แผนภาพที่ ค. 1 กระบวนการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ภาคผนวก ง
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
และแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ชุดที่....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ วันที่ทำการทดสอบชิม .....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับจากซ้ายไปขวา และให้ระดับคะแนนความชอบ และระดับคะแนนความรู้สึก ในแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด (กรุณาบ้วนปากทุกครั้งก่อนชิมตัวอย่างถัดไป) โดยกำหนดให้คะแนนความชอบ

9 = ชอบมากที่สุด 6 = ชอบเล็กน้อย 3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบ**				
1. ลักษณะปรากฏ					
2. สี					
3. กลิ่น					
4. กลิ่นรส					
5. รสชาติ (ความฝาดเฝื่อน)					
6. ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

คำชี้แจง 1. แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานพิเศษ เรื่อง การศึกษาวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อลดความฝาดในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาวเจอร์ไรส์ของนางสาวพิทยานัน ควรสถิตย์ และนางสาวโยธิกา ชัยศรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านช่วยทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถาม ขอรับรองว่าผลิตภัณฑ์ท่านได้ทดสอบได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่มีสุขลักษณะที่ดี จึงมีความปลอดภัยในการบริโภค ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดี ณ โอกาสนี้ด้วย

2. แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปขอผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คำอธิบาย การศึกษาวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อลดความฝาดในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ โดยทั่วไปมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นผลไม้ที่กำลังได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายซึ่งผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีรสเปรี้ยวฝาดนำและออกรสหวานเล็กน้อย จึงได้มีการแปรรูปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อการบริโภคที่ง่ายขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาวิธีการบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อลดความฝาดในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาวเจอร์ไรส์

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ ที่นี้

นางสาวพิทยานัน ควรสถิตย์

นางสาวโยธิกา ชัยศรี

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชุดที่.....

คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ใน ( ) ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) น้อยกว่า 15 ปี ( ) 15 – 24 ปี

( ) 25 – 34 ปี ( ) 35 – 44 ปี

( ) 40 – 45 ปี ( ) มากกว่า 55 ปี

3. สถานภาพ

( ) โสด ( ) สมรส

( ) หย่าร้าง, หม้าย, แยกกันอยู่

4. ท่านนับถือศาสนา

( ) พุทธ ( ) คริสต์

( ) อิสลาม ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. การศึกษา

( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมศึกษา/เทียบเท่า

( ) ปริญญาตรี ( ) ปริญญาโท

( ) ปริญญาเอก

6. อาชีพ

( ) นักเรียน/นักศึกษา ( ) พนักงานเอกชน

( ) ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ( ) ประกอบธุรกิจส่วนตัว

( ) แม่บ้าน/พ่อบ้าน ( ) อื่นๆโปรดระบุ.....

7. รายได้ต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,001 – 10,000 บาท

( ) 10,001 – 20,000 บาท ( ) 20,001 – 30,000 บาท

( ) 30,001 – 40,000 บาท ( ) มากกว่า 40,001 บาท

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

8. ท่านเคยรับประทานน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่พาสเจอร์ไรส์ มีรสฝาดเฝื่อนหรือไม่

( ) เคย ( ) ไม่เคย

9. ท่านมีความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ปริมาณเท่าใด

( ) 1 – 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ( ) 3-4 ครั้ง ต่อสัปดาห์

( ) มากกว่า 4 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

10. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ ที่ไหน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า ( ) ร้านค้าตามตึกแถว

( ) ซุปเปอร์มาเก็ต ( ) ร้านสะดวกซื้อ/ตลาดทั่วไป

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

11. หากมีผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ที่ไม่มีรสฝาดเฝื่อนท่านจะสนใจหรือไม่

( ) สนใจ ( ) ไม่สนใจ เพราะ.....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

12. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ลงในช่องระดับความพึงพอใจของท่านในแต่ละด้าน ที่มีต่อตัวอย่าง

คุณลักษณะ	**ระดับความพึงพอใจ**				
	มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
1.ลักษณะที่ปรากฏ					
2.สี					
3.กลิ่น					
4.กลิ่นรส					
5.รสชาติ (ความฝาดเฝื่อน)					
6.ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

13. ท่านคิดว่าว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ บรรจุขวดแก้ว 180 มิลลิลิตร 1 ขวด ควรมีราคาเท่าไหร่

( ) 45 บาท

( ) 50 บาท

( ) 55 บาท

14. หากมีผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์วางจำหน่าย ท่านจะเลือกซื้อบริโภคหรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่แน่ใจ

( ) ไม่ซื้อ เพราะ.....

15. ท่านยอมรับในผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์หรือไม่

( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

ภาคผนวก จ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 356) พ.ศ. 2556
เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุ
ที่ปิดสนิทอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 วรรคหนึ่ง และมาตรา 6 (3) (4) (6) (7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัด สิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 33 มาตรา 41 มาตรา 43 และมาตรา 45 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิก

(1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ. 2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543

(2) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 230) พ.ศ. 2544 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2544

(3) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 290) พ.ศ. 2548 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) ลงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

(4) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4) ลงวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2554

ข้อ 2 ให้เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ 2 แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) น้ำที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วย

(2) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

(3) เครื่องดื่มที่มีหรือทำจากส่วนผสมที่ไม่ใช่ผลไม้ พืชหรือผัก ไม่ว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจน ผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม

(4) เครื่องดื่มตาม (2) หรือ (3) ชนิดเข้มข้นซึ่งต้องเจือจางก่อนบริโภค

(5) เครื่องดื่มตาม (2) หรือ (3) ชนิดแห้ง

ข้อ 4 เครื่องดื่มตามข้อ 2 ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของเครื่องดื่มนั้น

(2) ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ

(3) น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(4) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร โดยวิธีเอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(5) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (Escherichia coli)

(6) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(8) ตรวจพบยีสต์และเชื้อราได้ ดังนี้

(8.1) น้อยกว่า 1 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (1)

(8.2) น้อยกว่า 1 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) และข้อ 3 (3) ที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(8.3) น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) และ ข้อ 3 (3) ที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(8.4) น้อยกว่า 10 ในเครื่องดื่ม 1 กรัม สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (4) ที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(8.5) น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 กรัม สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (4) ที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที

(8.6) น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 กรัม สำหรับเครื่องดื่มตามข้อ 3 (5)

การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อราดังกล่าวให้ใช้วิธี Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online. U. S. Food and Drug Administration ที่เป็นปัจจุบัน (updated version) หรือวิธีที่มีความถูกต้องเทียบเท่า (or equivalent method)

(9) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้

(9.1) สารหนู ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.2) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.3) ทองแดง ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.4) สังกะสี ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.5) เหล็ก ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.6) ดีบุก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(9.7) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(10) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติมในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(11) มีแอลกอฮอล์อันเกิดขึ้นจากธรรมชาติของส่วนประกอบและแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตรวมกันได้ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก ถ้าจำเป็นต้องมีแอลกอฮอล์ในปริมาณสูงกว่าที่กำหนดไว้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแอลกอฮอล์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตต้องไม่ใช้เมทิลแอลกอฮอล์เครื่องดื่มชนิดเข้มข้นที่ต้องเจือจางหรือเครื่องดื่มชนิดแห้งที่ต้องละลายก่อนบริโภค ตามที่กำหนดไว้ในฉลาก เมื่อเจือจางหรือละลายแล้วตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ตาม (4) และมีสารปนเปื้อนได้ตามที่กำหนดไว้ใน (9)

ข้อ 5 เครื่องดื่มตามข้อ 3 นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 4 แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะ ดังต่อไปนี้ด้วย

(1) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้พืชหรือผักนั้น ๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(2) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ชนิดเข้มข้นหรือชนิดแห้ง เมื่อเจือจางหรือละลายแล้วต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประเภทหรือชนิดของผลไม้ พืชหรือผักนั้น ๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(3) เครื่องดื่มชนิดแห้งมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก ถ้าเป็นเครื่องดื่มชนิดแห้งที่ผลิตจากพืชหรือผัก ให้มีความชื้นได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(4) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) หรือ 3 (3) มีวัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

(4.1) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม

(4.2) กรดเบนโซอิค หรือกรดซอร์บิค หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) หรือ 3 (3) ชนิดเข้มข้น เมื่อเจือจางแล้วมีวัตถุกันเสียได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (4)เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) หรือ 3 (3) ชนิดแห้ง เมื่อละลายแล้วมีวัตถุกันเสียได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ใน (4)การใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน (4.1) หรือ (4.2) ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิด ต้องมีปริมาณของชนิดที่ใช้รวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุด เมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(5) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตามธรรมชาติ ต้องมีปริมาณกาเฟอีนไม่เกิน 15มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร

ข้อ 6 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณี ดังนี้

(1) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มิใช่ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด

(2) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต
และการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด สำหรับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ 7 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 8 การแสดงฉลากของเครื่องดื่ม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่อเครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ที่มีหรือทำจากน้ำผลไม้ทั้งชนิดเหลวหรือชนิดแห้งและเครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์ทั้งชนิดเหลวและชนิดแห้งให้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

(1) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (2) ให้ใช้ชื่อ ดังนี้

(1.1) “น้ำ ..... 100%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ล้วน

(1.2) “น้ำ .....100% จากน้ำ ..... เข้มข้น” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่ทำจากการนำผลไม้ชนิดเข้มข้นมาเจือจางด้วยน้ำ เพื่อให้มีคุณภาพหรือมาตรฐานเหมือนกับเครื่องดื่มตาม (1.1)

(1.3) “น้ำ.....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นร้อยละของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มที่มีหรือทำจากผลไม้ตั้งแต่ร้อยละ 20 ของน้ำหนักขึ้นไป แต่ไม่ใช่เครื่องดื่มตาม (1.1)

(1.4) “น้ำรส .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อและปริมาณเป็นร้อยละของผลไม้) สำหรับเครื่องดื่มมีหรือทำจากผลไม้ไม่ถึงร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

(2) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ซึ่งมีกลิ่นหรือรสของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์เป็นส่วนผสมให้ใช้ชื่อ ดังนี้

“น้ำหวานกลิ่น.....” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อกลิ่นของผลไม้ที่ได้จากการสังเคราะห์)

(3) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (4) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (1) หรือ (2) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องมีข้อความ “เข้มข้น” ต่อท้ายชื่อดังกล่าว และให้แสดงข้อความ“เมื่อเจือจางแล้วมีน้ำ .....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดและปริมาณของผลไม้) ไว้ใต้ชื่อเครื่องดื่มด้วย

(4) เครื่องดื่มตามข้อ 3 (5) นอกจากจะต้องใช้ชื่อเครื่องดื่มตาม (1) หรือ (2) โดยไม่ต้องแสดงปริมาณของผลไม้แล้วจะต้องแสดงข้อความ “เมื่อละลายแล้วมีน้ำ.....%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดและปริมาณของผลไม้) ไว้ใต้ชื่อเครื่องดื่ม เครื่องดื่มที่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล ต้องแสดงข้อความว่า “ใช้ ..... เป็นวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชื่อของวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ใช้) ด้วยตัวอักษร ขนาดไม่เล็กกว่า 2 มิลลิเมตร สีของตัวอักษรตัดกับสีพื้นของฉลากข้อความที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด (ถ้ามี)

ข้อ 9 การแสดงฉลากของเครื่องดื่มตามข้อ 3 (3) ที่ใช้วัตถุแต่งกลิ่นรสที่มีกาเฟอีนตามธรรมชาตินอกจากต้องปฏิบัติตามข้อ 8 แล้ว ให้แสดงข้อความว่า “มีกาเฟอีน” ด้วยตัวอักษรขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ที่อ่านได้ชัดเจน อยู่ในบริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า

ข้อ 10 ประกาศนี้ ไม่ใช้บังคับกับเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

ข้อ 11 ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ. 2543
เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2543 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 230) พ.ศ.2544 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 290) พ.ศ. 2548 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) ลงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 และประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4) ลงวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2544 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ 12 ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2556
ประดิษฐ สินธวณรงค์
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ภาคผนวก ฉ

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวิเคราะห์ค่าสี

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดสวิตซ์เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์
3. คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบด้านบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี จากนั้นสังเกตที่แถบด้านล่างขวาจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว
4. ทำการคาริเบตเครื่อง (Calibration) โดยคลิกที่ปุ่ม Calibration (ที่แถบด้านบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องด้านบนของตัวเครื่องวัดค่าสีภายใน Target Mask

4.1 Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง จากนั้นนำแผ่นสีดำมาเสียบไว้ในเครื่อง คลิก OK

4.2 white Calibration Plate คือ ตลับสีขาว จะใช้หลังที่ Zero Calibration เสร็จแล้ว (ต้องนำแผ่นสีดำออกจากเครื่อง)

5. เมื่อคาริเบตเสร็จแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่พร้อมกับใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือชนิดเหลวลงในภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง (Target)
6. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีที่วัดการสะท้อนของวัตถุด้านบน), ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านของวัตถุด้านบน)
7. จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Measure Target เพื่อตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง) จากนั้นทำตาม ข้อ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า L*, a* และ b*

การแสดงค่าสี ประกอบด้วย

1. ค่า L* หมายถึง ค่าความสว่าง มีค่าจาก 0 คือ สีดำ ถึง 100 คือ สีขาว
2. ค่า a* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว โดยค่า + แสดงถึงความเป็นสีแดง และค่า – แสดงถึงความเป็นสีเขียว
3. ค่า b* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลือง และสีน้ำเงิน โดยค่า + แสดงถึงความเป็นสีเหลือง และค่า – แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน

ภาคผนวก ช

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

วิธีวิเคราะห์

ทำได้โดยการหยดสารละลายที่ต้องการทราบค่าบนแผ่นปริซึม ปิดด้วยแผ่นปิด แล้วส่องมองผ่านช่องในที่มีแสง จะมองเห็นเป็นแถบสี ที่อ่านค่าตัวแลขได้ตามสเกลที่เครื่องกำหนดไว้ เช่น เป็นร้อยละ ความเข้มข้น ความเข้มข้นของน้ำตาล น้ำเชื่อม น้ำผลไม้ที่วัดได้ มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ (°Brix) หรืออาจเป็นค่าความหนาแน่นของเหลวหรือทั้งสองอย่าง

หมายเหตุ : ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ หมายถึง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ กรณีตัวอย่างมีส่วนประกอบของน้ำตาลเป็นหลัก เช่นในผลไม้อบแห้งหรือน้ำเชื่อมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในกรณีนี้อาจหมายถึงความหวานหรือปริมาณน้ำตาลที่ละลายในน้ำ

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง

วิธีวิเคราะห์

1. เสียบปลั๊กเครื่องจากนั้นทำการ Calibrate ด้วย Buffer โดยใช้น้ำกลั่นในการทำความสะอาดหัววัด
2. นำหัววัดจุ่มลงในตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์หาค่าเมื่อสัญลักษณ์ A ปรากฏ
3. จากนั้นล้างหัววัดแล้วดึงปลั๊กออก

วิธีวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

1. นำตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ปริมาตร 0.02 มิลลิลิตร มาเจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ 3 มิลลิลิตร ใส่ลงใน cuvette และนำตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ปริมาตร 0.02 มิลลิลิตรมาทำการเจือจางสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ 3 มิลลิลิตรใส่ลงใน Cuvette ในอัตราส่วนที่เท่ากัน แล้วปล่อยทิ้งไว้ 15 นาที

2. นำตัวอย่างที่เจือจางสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ และน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เจือจางสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ตามลำดับ

3. อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้จากสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์และสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ มาคำนวณหาค่าปริมาณของสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ตามสมการต่อไปนี้

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH} = 1.0 - (A_{520} - A_{700})_{pH} = 4.5$$

$$\text{Totalanthocyanin conrent} = \frac{A\ x\ MW\ x\ DFx\ 1000}{\varepsilon\ x\ L}$$

เมื่อ MW คือ น้ำหนักโมเลกุลของ Cyanidin-3-glucoside เท่ากับ 449.2 g/mol

DF คือ dilution factor

ε คือ molar extinction coefficient เท่ากับ 26,900 L/Mol/cm^{-1}

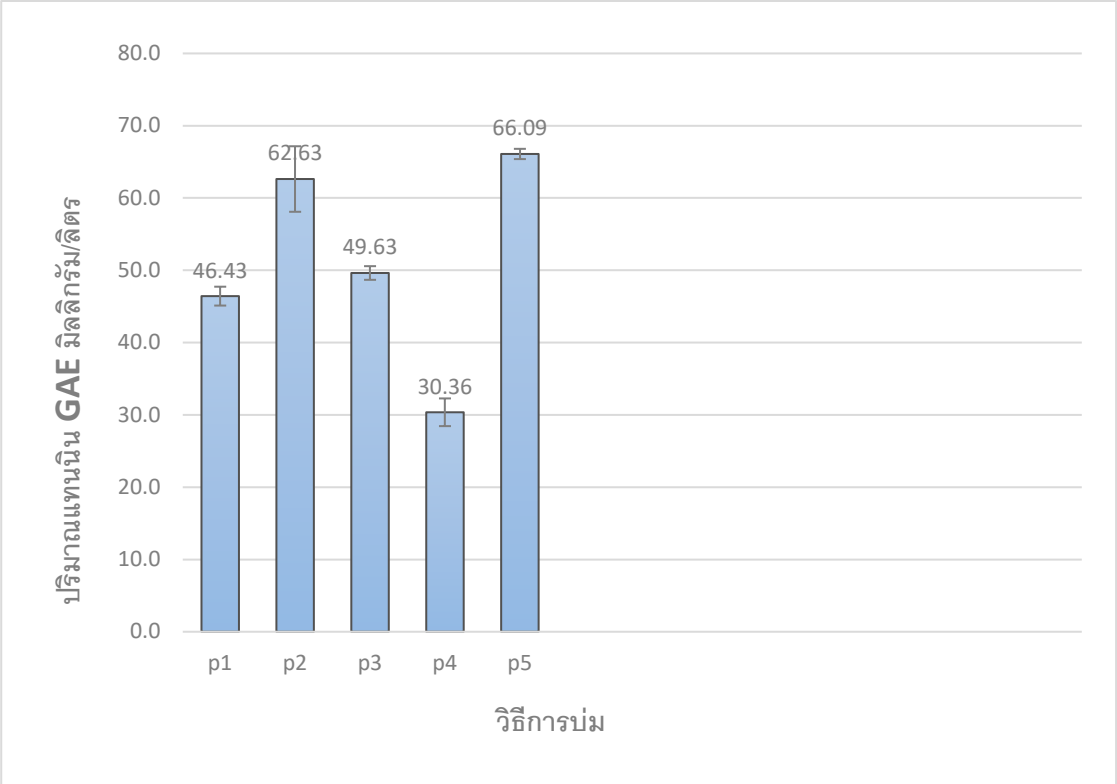
L คือ ความกว้างของ cuvette (1 cm)

10^3 คือ factor for conversion from g to mg

จากการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์โดยวิธีการบ่มด้วยใบขี้เหล็ก จำนวน 3 วัน การผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์ 1 ขวด ปริมาตรสุทธิ 180 ml มีปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 0.0033 mg/L

การวิเคราะห์ปริมาณแทนนิน

(วิธี Fulin Ciocalteu Reagent ;FCR)

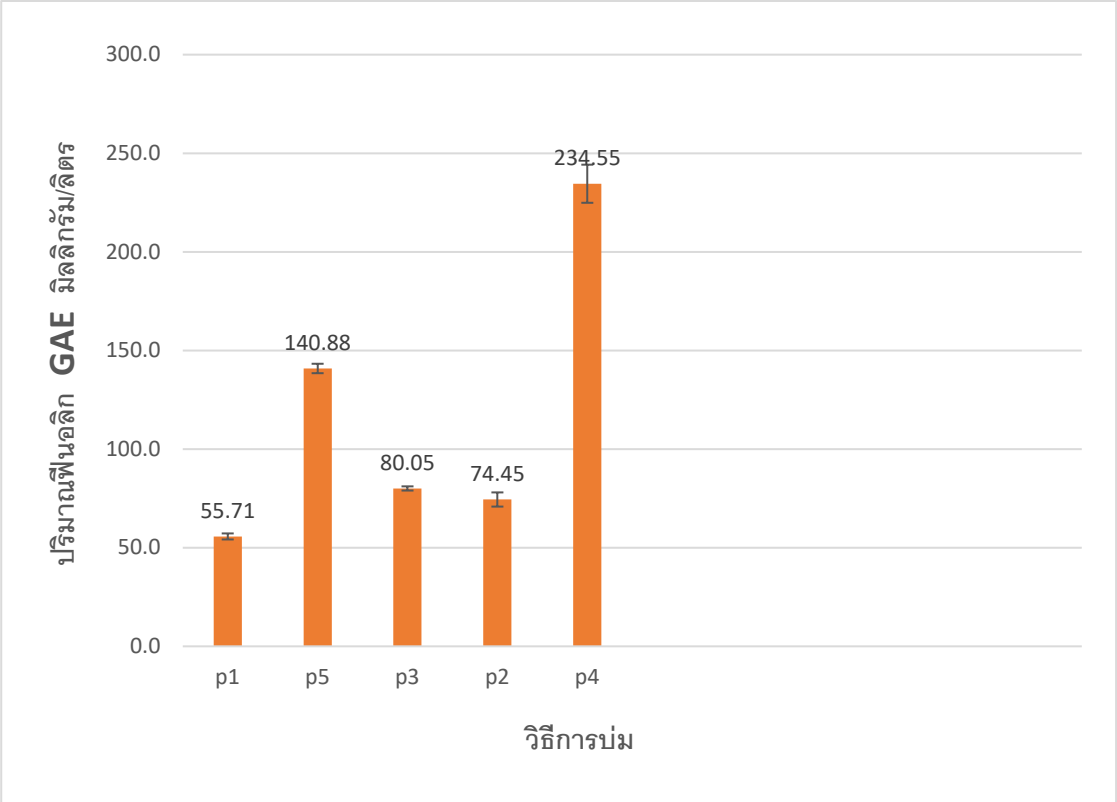


หมายเหตุ : p1 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยใบขี้เหล็ก
p2 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์
p3 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยธูป
p4 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์
p5 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มที่อุณหภูมิห้อง

แผนภูมิที่ ช. 1 ปริมาณแทนนินของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์จากการบ่มทั้ง 5 วิธี เป็นระยะเวลา 3วัน

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก

(วิธี Fulin Ciocalteu Reagent ;FCR)



หมายเหตุ : p1 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยใบขี้เหล็ก

p2 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์

p3 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยธูป

p4 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์

p5 คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้วิธีการบ่มที่อุณหภูมิห้อง

แผนภูมิที่ ช. 2 ปริมาณฟินอลิกของน้ำบ่มมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์จากการบ่มทั้ง 5 วิธี เป็นระยะเวลา 3 วัน

ภาคผนวก ซ

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์คุณภาพจุลินทรีย์

การวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ดัดแปลงจาก (Total viable Count) (BAM, 2002)

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารละลายสำหรับเจือจาง

1.1 Compact dry plates (Total count)

1.2 0.85% NaCl ฆ่าเชื้อปริมาตร 90 ml และ 9 ml

2. การเตรียมตัวอย่าง

2.1 ชั่ง/ตวงตัวอย่างให้ได้ 10 มิลลิลิตร ลงในขวดปลอดเชื้อที่มี NaCl 90 ml แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที จะได้ความเจือจาง 10^{-1}

2.2 จากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างใน NaCl 9 มิลลิลิตร ไปเรื่อยๆให้เป็น 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4} ตามลำดับ

3. การตรวจนับจุลินทรีย์

3.1 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างจากข้อ 2.2 อย่างละ 1 ml (ทำ 2 ซ้ำ) ลงใน Compact dry plates (Total Count)

3.2 นำไปบ่มที่อุณภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อนาน 24-48 ชั่วโมง

3.3 ตรวจนับจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี บันทึกผลและรายงานผลการทดลองเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง (CFC/ml)

CFC/ ml = Average no. of colonies X Dilution factor

การวิเคราะห์หา เอชเชอริเชีย โคไล ดัดแปลงจาก (BAM, 2002)

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารละลายสำหรับเจือจาง

1.1 Compact dry plates Escherichia coli

1.2 0.85% NaCl ฆ่าเชื้อปริมาตร 90 ml และ 9 ml

2. การเตรียมตัวอย่าง

2.1 ชั่ง/ตวงตัวอย่างให้ได้ 10 มิลลิลิตร ลงในขวดปลอดเชื้อที่มี NaCl 90 ml แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที จะได้ความเจือจาง 10^{-1}

2.2 จากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างใน NaCl 9 ml ไปเรื่อยๆ ให้เป็น 10^{-2}, 10^{-3} และ10^{-4} ตามลำดับ

3. การตรวจนับจุลินทรีย์

3.1 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างจากข้อ 2.2 อย่างละ 0.1 ml (ทำ 2 ซ้ำ) ลงใน Compact dry plates Escherichia coil

3.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เพาะเชื้อนาน 24-48 ชั่วโมง

3.3 ตรวจนับจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี บันทึกผลและรายงานผลการทดลองเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง นำผลที่ได้มาเปิดตาราง Most Probable Number Index (MPN)

การวิเคราะห์หาจำนวนยีสต์ และรา ดัดแปลงจาก (BAM, 2002)

1. อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1.1 Compact dry plates (Yeast and Mold)

1.2 0.85% NaCl ฆ่าเชื้อปริมาตร 90 ml และ 9 ml

2. การเตรียมตัวอย่าง

2.1 ชั่ง/ตวงตัวอย่างให้ได้ 10 ml ลงในขวดปลอดเชื้อที่มี NaCl 90 ml แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที จะได้ความเจือจาง 10^{-1}

2.2 จากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างใน NaCl 9 มิลลิลิตร ไปเรื่อยๆ ให้เป็น 10^{-2}, 10^{-3} และ 10^{-4} ตามลำดับ

3. การตรวจนับจุลินทรีย์

3.1 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างจากข้อ 2.2 อย่างละ 0.1 ml (ทำ 2 ซ้ำ) ลงใน Compact dry plates (Yeast and Mold)

3.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเพาะเชื้อนาน 2-5 วัน

3.3 ตรวจนับจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี บันทึกผลและรายงานผลการทดลองเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง (CFC/ ml)

CFC/ ml = Average no. of colonies X Dilution factor

ภาคผนวก ฌ

ฉลาก และบรรจุภัณฑ์

ภาพที่ ฌ.1 ฉลากของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ภาพที่ ฌ.2 บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พาสเจอร์ไรส์

ประวัติผู้ศึกษา

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาว พิทยานัน ควรสถิตย์

วันเดือนปีเกิด 18 ตุลาคม 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 163/48 หมู่บ้านสมชายพัฒนา เขตบางกรวย ถ.บางกรวย-ไทรน้อย จังหวัด นนทบุรี 11130

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2563
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนโยธินบูรณะ 2 (สุวรรณสุทธารามวิทยา)	2559
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนโยธินบูรณะ 2 (สุวรรณสุทธารามวิทยา)	2555

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาว โยธิกา ชัยศรี

วันเดือนปีเกิด 19 พฤศจิกายน 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 138 หมู่ 6 ตำบลหูช้าง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี 61180

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2563
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนบ้านไร่วิทยา	2559
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านหูช้าง	2555