



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากดอกดาหลา  
Product Development of Healthy Beverage from  
Dahlia (Torch Ginger Flower)

รุจิรัตน์ คงขันธุ์  
RUJIRAT KONGKAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2565



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากดอกดาหลา  
Product Development of Healthy Beverage from  
Dahlia (Torch Ginger Flower)

รุจิรัตน์ คงขันธุ์

RUJIRAT KONGKAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์            การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเพื่อสุขภาพจากดอกดาหลา  
ชื่อ นามสกุล            รุจิรัตน์ คงขันธุ์  
ชื่อปริญญา            คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)  
สาขาวิชา            คหกรรมศาสตร์  
คณะ            เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา            ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

  
.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนภพ โสทรโยม)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้  
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

  
.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนภพ โสทรโยม)

วันที่ ๑ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๖

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากดอกดาหลา
ชื่อ นามสกุล	รุจิรัตน์ คงขันธุ์
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา และคณะ	คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2565

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาชนิดของดอกดาหลาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดื่มจากดอกดาหลา 2) ศึกษาปริมาณของฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ที่เหมาะสมในการเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทรายในสูตรเครื่องดื่มจากดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน 3) เพื่อศึกษาวิธีการปรับรสเปรี้ยวของเครื่องดื่มจากดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน โดยใช้การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และ 4) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มดอกดาหลาระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับเครื่องดื่มจากดอกดาหลา สายพันธุ์ตรัง 3 (สีแดง) ที่มีอัตราส่วนดอกดาหลาต่อน้ำที่ใช้ต้มสกัดที่ 0.2 : 3 เติมน้ำตาลทรายขาว ร้อยละ 10 เกลือร้อยละ 0.05 โดยมีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมที่ 8.46, 8.20, 8.23, 8.03, 8.10 และ 8.56 ตามลำดับ 2) ผู้ชิมให้การยอมรับเครื่องดื่มดอกดาหลาที่ใช้ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ทดแทนน้ำตาลทรายร้อยละ 15 มากกว่าร้อยละ 10 และ 20 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยได้คะแนนที่ 8.30, 8.20, 8.20, 8.33, 8.16 และ 8.50 ตามลำดับ 3) ผู้ชิมให้การยอมรับเครื่องดื่มจากดอกดาหลาที่ปรับรสชาติด้วยกรดซิตริกมากกว่ากระเจียบโดยมีคะแนนการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมที่ 8.33, 8.30, 7.86, 8.03, 8.43 และ 8.43 ตามลำดับ และ 4) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วันไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี และปริมาณแอนโทไซยานินลดลงในวันที่ 15 และค่า pH ที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพโดยการใช้ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลจึงเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มพลังงานต่ำ ดังนั้นเครื่องดื่มพลังงานต่ำจากดอกดาหลาจึงจัดเป็นเครื่องดื่มที่เหมาะสมกับผู้รักสุขภาพ

**คำสำคัญ:** ดอกดาหลา, ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์, สารต้านอนุมูลอิสระ, เครื่องดื่มจากดอกไม้

<b>Thesis Title</b>	Product Development of Healthy Beverage from Dahlia (Torch Ginger Flower)
<b>Author</b>	Rujirat Kongkan
<b>Degree</b>	Master of Home Economics (Home Economics)
<b>Major Program</b>	Home Economics
<b>Academic Year</b>	2022

## ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to study the type of dahlia flower suitable for dahlia beverages. 2) To study the content of fructo-oligosaccharides (FOS) that are suitable for using as a sweetener instead of sugar in the formula of energy-reducing beverages from dahlia flowers. 3) to study the method of adjusting the sour taste of the energy-reducing beverage formula from dahlia flowers by using a sensory quality assessment method using a 9-point Hedonic Scale which were appearance, color, smell, taste, texture, and overall preference. 4) To study the quality changes of Dahlia beverage during storage at 4 °C.

The results showed that 1) The tasters gave a drink acceptance rate of Trang species 3 (red) dahlia flower with the ratio of dahlia flower to water used for brewing extract at 0.2: 3, adding 10% white sugar and 0.05% salt with preference scores for appearance, color, odor, taste, texture and overall liking at 8.46, 8.20, 8.23, 8.03, 8.10 and 8.56, respectively. 2) The tasters accepted dahlia beverage that used fructo-oligosaccharides (FOS) replaced by using 15% of sugar than 10% and 20% of sugar in terms of appearance, color, smell, taste, texture and overall preference with a score of 8.30, 8.20, 8.20, 8.33, 8.16 and 8.50 respectively. 3) The tasters accepted the beverage from dahlia that was flavored by using citric acid as a sweetener substitute rather than rosella with an acceptance score for appearance, color, smell, taste, texture and overall preference at 8.33, 8.30, 7.86, 8.03, 8.43 and 8.43 respectively. 4) As for the change in the quality of the energy-reducing drink formula from dahlia flowers stored at 4 °C, it was found that the color was not changed after 15 days of storage and on day 15, anthocyanin decrease and pH slightly increases. To increase the nutritional value in healthy drinks by using fructo-oligosaccharides as a sweetener instead of sugar, this is a guideline for the development of low-energy beverage products. Therefore, low-energy beverages from Dahlia flowers are suitable for health-conscious people.

**Keywords:** Dahlia Flowers, Fructo-Oligosaccharides, Antioxidants, Flower Drink

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขั้นตอน การทดลอง การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ งานงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น ประธานกรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาภ โสทรโยม คณะกรรมการสอบ ที่ได้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์กับการ ทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความ ช่วยเหลือ การประสานงาน ตลอดจนให้คำแนะนำในด้านการทำวิจัยเป็นอย่างดี และขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ กลุ่มวิชาอาหารและโภชนาการ รุ่นที่ 14 ทุกคนที่คอยให้ คำปรึกษา และคอยช่วยเหลือ รวมทั้งเป็นกำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์เสมอมา

ขอขอบพระคุณเจ้าของร้านและหุ้นส่วนร้านเทพบาร์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเอื้อเพื่อ สถานที่ในการทำวิจัย และขอบคุณพนักงานและลูกค้าทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ปกครอง และบุคคลในครอบครัวที่ให้กำลังใจเป็นที่ปรึกษา และให้ความช่วยเหลือเสมอมา หากวิจัยฉบับนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้ใด ผู้วิจัยขอมอบความดีให้แก่ทุก ท่านที่กล่าวถึงและไม่ได้กล่าวถึง หากงานวิจัยฉบับนี้ผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

รุจิรัตน์ คงขันธุ์



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
สารบัญแผนภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ตัวแปร	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ดอกดาหลา	4
2.2 เครื่องดื่มสมุนไพรและสารสำคัญในดอกไม้กินได้	16
2.3 การผลิตเครื่องดื่มพาสเจอร์ไรซ์	23
2.4 ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์	27
2.5 น้ำตาล	33
2.6 ดอกกระเจียว	41
2.7 กรดซิตริก	44
2.8 เกลือ	49
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	54
3.1 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ	54
3.2 วิธีการทดลอง	55
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	60
3.4 ระยะเวลาการวิจัย	60

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล	61
4.1 การศึกษาคุณสมบัติของเครื่องตัดดอกดาหลาจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์	61
4.2 ศึกษาปริมาณสารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน ในเครื่องตัดดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน	63
4.3 ผลการปรับรสชาติของเครื่องตัดจากดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน	65
4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องตัดดอกดาหลาระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	67
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผล	69
5.2 ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารอ้างอิง	71
ภาคผนวก	75
ภาคผนวก ก ศึกษาคุณสมบัติของเครื่องตัดดอกดาหลา 3 สายพันธุ์	76
ภาคผนวก ข ศึกษาปริมาณสารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทราย บางส่วนในเครื่องตัดดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน	78
ภาคผนวก ค ศึกษาเครื่องตัดจากดอกดาหลาสูตรลดพลังงานสูตรต่างๆ เพื่อปรับรสชาติให้ทานงานและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค	81
ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	84
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	88



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของดอกดาหลา 100 กรัม	6
2.2	ส่วนประกอบสำหรับผลิตน้ำดอกดาหลา	15
2.3	กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์	23
2.4	ปริมาณ Inulin และ FOS (ร้อยละน้ำหนักสด) ของพืชชนิดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นอาหาร	31
2.5	คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาวปริมาณ 100 กรัม	39
3.1	ส่วนผสมเครื่องต้มดอกดาหลาที่มีอัตราส่วนสารให้ความหวาน FOS : น้ำตาลทรายในปริมาณร้อยละ 10:90 15:85 และ 20:80	57
3.2	ส่วนผสมเครื่องต้มดอกดาหลาสูตรปรับรสเปรี้ยวด้วยกระเจี๊ยบแดง และกรดซิตริก	59
4.1	ผลวิเคราะห์คุณภาพบางส่วนของเครื่องต้มดอกดาหลา 3 สายพันธุ์	61
4.2	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มดอกดาหลา 3 สายพันธุ์	62
4.3	ผลวิเคราะห์คุณภาพบางส่วนของเครื่องต้มดอกดาหลาที่มีอัตราส่วนของ สารให้ความหวานFOS ต่อน้ำตาลทรายขาวในสูตร 10:90 15:85 และ 20:80	64
4.4	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มดอกดาหลาที่มีอัตราส่วน ปริมาณของให้ความหวาน (FOS) ต่อน้ำตาลทรายขาวในสูตร 10:90 15:85 และ 20:80	64
4.5	ผลการวิเคราะห์คุณภาพบางส่วนของเครื่องต้มดอกดาหลาสูตรปรับรสเปรี้ยว	66
4.6	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มดอกดาหลา สูตรปรับรสเปรี้ยว	66
4.7	เปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องต้มดอกดาหลาระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	68

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ต้นดอกดาหลา	5
2.2	โครงสร้างทางเคมีสารประกอบนอล	7
2.3	โครงสร้างทางเคมีสารประกอบฟลาโวนอยด์	8
2.4	โครงสร้างแอนโทไซยานิน	9
2.5	ดาหลาพันธุ์ตรัง 1 สีขาว	10
2.6	ดาหลาพันธุ์ตรัง 2 สีชมพู	12
2.7	ดาหลาพันธุ์ตรัง 3 สีแดง	13
2.8	ดอกขจร	20
2.9	ดอกขำมะนา	21
2.10	ดอกเข็ม	21
2.11	ช่อดอกผักปลัง	22
2.12	ดอกดาหลา	22
2.13	โครงสร้างทางเคมีฟรุคโตโอสิโกแซคคาไรด์	29
2.14	Chiral carbon atom	35
2.15	ดอกกระเจี๊ยบแดง	42
2.16	Citric Acid Anhydrouse	45
2.17	การย่อยสลายตัวของกรดซิตริก	46
4.1	เครื่องต้มดอกดาหลาทั้ง 3 สายพันธุ์	63
4.2	เครื่องต้มดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน	65
4.3	เครื่องต้มดอกดาหลาปรับรสชาติ	67

## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการผลิตเครื่องตีมดอกดาหลา	55
3.2	ขั้นตอนการเตรียมเครื่องตีมดอกดาหลา ที่ใช้สารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน	58



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น อาหารและเครื่องดื่มที่มาจากพืชผักและสมุนไพรจึงเป็นตัวเลือกหนึ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจ เพราะจัดเป็นอาหารและเครื่องดื่มที่ช่วยรักษาโรคหรือช่วยป้องกันโรคเบื้องต้นได้อีกด้วย เครื่องดื่มสมุนไพร เป็นการนำดอกไม้ ผล หรือเกสรของดอกไม้ เปลือก หรือ รากของพืชสมุนไพรที่รับประทานได้มาผ่านกระบวนการผลิตที่สะอาดและปลอดภัย สามารถนำมาต่อยอดเพื่อสร้างรายได้ให้แก่องค์กรผู้ผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และเป็นที่ยอมรับสำหรับผู้รักสุขภาพได้ เครื่องดื่มสมุนไพรที่ใช้ส่วนของดอกมีการผลิตและจำหน่ายกันหลายชนิด เช่น เก๊กฮวย อัญชัน กระจับปี่ ดอกคำฝอย เป็นต้น และยังมีดอกดาหลา ที่นำมาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร ดอกดาหลามีสรรพคุณทางยาช่วยเรื่องขับลมแก้ท้องอืดท้องเฟ้อ และดอกดาหลายังมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงผู้วิจัยมีความสนใจและนำมาพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพรสูตรลดพลังงาน

ดาหลา (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith) เป็นพืชเศรษฐกิจของสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ อีกทั้งปัจจุบันไม่ได้มีการเพาะปลูกเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้เท่านั้นแต่ยังปลูกทั่วไปในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ปัจจุบันได้มีการนำมาปลูกเป็นไม้ตัดดอกมากขึ้น ประกอบกับดอกที่มีขนาดใหญ่ สีสดใส รูปทรงแปลกตา มีทั้งสายพันธุ์ตั้งดอกสีขาว สายพันธุ์ตั้งสีชมพู และสายพันธุ์ตั้งสีแดง มีสารแอนโทไซยานินเป็นสารที่ให้สีแดง ม่วง น้ำเงิน ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ ชะลอความเสื่อมของดวงตา ช่วยยับยั้งการเกิดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และมีบีตาเลนที่มีในดอกไม้ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เบตาไซยานิน ที่ให้สารสีแดงถึงม่วง และเบตาแซนทิน ที่ให้สีเหลืองส้ม ดาหลาเป็นพืชในวงศ์ ZINGIBERACEAE เช่นเดียวกับขิงและข่า ดอกดาหลา นิยมนำมารับประทานเป็นอาหารได้หลากหลาย เช่น ข้าวยา แกงส้ม แกงเผ็ด อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตทางการเกษตรได้เป็นอย่างดี ด้วยการนำดอกดาหลาไปแปรรูปเป็นน้ำสมุนไพร ไวน์ ในดอกดาหลา ดอกดาหลาสีแดงและสีชมพูมีสารสำคัญในปริมาณที่มากกว่าที่แตกต่างกันด้วยสีของดอกไม้ที่แตกต่างกันนักวิจัยจึงมีความสนใจ ในการนำมาทำเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ดอกดาหลายังมีสารประกอบที่สำคัญได้แก่ “Phenolics” และ “Flavonoids” พบอยู่มากในส่วนของใบ ดอก รวมถึงเหง้า โดยอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ช่อดอก ช่วยต้านทานความเป็นพิษในตับ ดอกดาหลามีรสเผ็ดร้อน ช่วยในการขับลมและแก้ท้องอืดท้องเฟ้อ อีกทั้งยังใช้แก้โรคลมพิษ และโรคผิวหนัง และพบว่าคุณค่าทางโภชนาการของดอกดาหลา มีโปรตีน 12.6 %, ไขมัน 18.2 %, และใยอาหาร 17.6 % กรดไขมัน ที่พบส่วนใหญ่เป็นชนิดไม่อิ่มตัว (palmitoleic acid 16.4 %, linoleic acid 14.5 %, oleic acid 5.2 %) กรดอะมิโนจำเป็นที่พบส่วนใหญ่คือ leucine และ lysine (7.2 และ 7.9 มก./100 มก.โปรตีน ตามลำดับ) แร่ธาตุที่พบส่วนใหญ่คือ โพแทสเซียม (1,589 มก./100 ก.), แคลเซียม (775 มก./100 ก.), แมกนีเซียม (327 มก./100 ก.), ฟอสฟอรัส (286 มก./100 ก.) และซัลเฟอร์

(167 มก./100 ก.) (กฤตยา, 2561) จะเห็นได้ว่า ดอกดาหลาเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูงแต่ให้พลังงานต่ำ

จากประโยชน์ดังกล่าวของดอกดาหลา ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากดอกดาหลา ซึ่งมีสารที่สำคัญมากมายข้างต้นที่กล่าวมาและหาได้ง่าย มีเป็นจำนวนมาก โดยนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ โดยใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล คือฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีคุณสมบัติเป็นสาร 프리ไบโอติกมาทดแทนน้ำตาลทรายขาวในเครื่องดื่มจากดอกดาหลาเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้เป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเครื่องดื่มจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณของฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่เหมาะสมในการเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทรายขาวในสูตรเครื่องดื่มจากดอกดาหลา
- 1.2.3 เพื่อศึกษาวิธีการปรับรสชาติความเปรี้ยวของเครื่องดื่มจากดอกดาหลา
- 1.2.4 เพื่อศึกษาเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มจากดอกดาหลาบรรจุขวดในระหว่างการเก็บรักษา

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.3.1 สารให้ความหวานฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ยี่ห้อ กรุงเทพเคมี
- 1.3.2 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาใช้เวลาในการศึกษา ตั้งแต่มิถุนายน 2564 – สิงหาคม 2565

## 1.4 ตัวแปร

ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
1. เครื่องดื่มจากดอกดาหลา สายพันธุ์ดอกดาหลา 3 สายพันธุ์	- ผลการทดสอบทางกายภาพ - ผลการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระ - ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส
2. อัตราส่วนระหว่างน้ำตาล และ ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในสูตร เครื่องดื่มดอกดาหลา	- ผลการทดสอบทางกายภาพ - ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส - ผลการคำนวณค่าพลังงาน
3. ระยะเวลาการเก็บเครื่องดื่ม ดอกดาหลาในเวลาต่างกัน	- ผลการทดสอบทางกายภาพ - ผลการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระ - ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

**1.5.1 ดอกดาหลา** ดอกคล้ายบัวตูมแต่กลีบแข็ง สีชมพูหรือแดง มีดอกเล็ก ๆ แน่นเป็นกระจุกอยู่ภายใน ก้านช่อดอกผุดขึ้นจากดินและยาวได้ถึง 1 เมตร หน่อและดอกอ่อนใช้เป็นอาหาร, กาหลา หรือ ดาหลา ก็เรียก ปักข์ใต้บางจังหวัดเรียก ปุดกะลา

**1.5.2 ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructooligosaccharide)** สารให้ความหวาน เป็นแป้งที่พบในหัว หรือรากพืชบางชนิด มีคุณสมบัติละลายในน้ำอุ่นได้ดี จัดเป็นเส้นใยที่เรียกว่าฟรุคแทน (fructan) เป็นการต่อกันของหลายๆ โมเลกุลของน้ำตาลเชิงฟรุคโทส มีรสชาติที่หวานคล้ายน้ำตาล จึงมักนำมาเป็นส่วนประกอบในอาหารประเภทอาหารหวาน และจะไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหารจึงไม่ให้พลังงาน และไม่เพิ่มระดับน้ำตาล

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากดอกดาหลาเป็นเครื่องดื่มในแนวสุขภาพ ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงเพื่อเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

1.6.2 เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับเครื่องดื่มสมุนไพรจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาลฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์เพื่อลดพลังงาน

1.6.3 เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากดอกดาหลาซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นที่ในภาคใต้มาเพิ่มมูลค่า และประโยชน์ต่อชุมชน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวិทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้ตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อข้อมูลการประกอบการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 ดอกดาหลา
- 2.2 เครื่องดื่มสมุนไพรและสารสำคัญในดอกไม้
- 2.3 การผลิตเครื่องดื่มพาสเจอร์ไรส์
- 2.4 ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS)
- 2.5 น้ำตาล
- 2.6 ดอกกระเจี๊ยบ
- 2.7 กรดซิตริก
- 2.8 เกลือ
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ดอกดาหลา

##### 2.1.1 ข้อมูลทั่วไป

ดาหลา (Torch ginger) ชื่อพื้นเมืองที่คนทั่วไป หรือชาวกรุงเทพฯ เรียกคือ กาหลา หรือ ดาหลา ชาวนครศรีธรรมราชเรียกว่า กะลา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Etlingera elatior* [Jack] R. M. Smith. เป็นพืชในวงศ์ ZINGIBERACEAE เช่นเดียวกับขิงและข่า ดาหลาเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดบริเวณป่าร้อนชื้นของประเทศ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย พม่า อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ เป็นต้น แต่ในตำราบางฉบับก็กล่าวถึงถิ่นกำเนิดของดาหลาอยู่แถบหมู่เกาะในมหาสมุทรอินเดีย สำหรับในประเทศไทยนั้น คนไทยรู้จักดอกดาหลามานานแล้ว ดังปรากฏหลักฐานในรายนัมหาราช โดยปรากฏชื่อเรียกว่า กาลาปรากฏอยู่ในบทชมตง ร่วมกับต้นไม้ป่าชนิดต่างๆ และในหนังสืออักขราภิธานศรับท์หมอบรัดเล พ.ศ. 2416 มีการเรียกกาหลาว่า กะลา โดยมีคำอธิบายว่า กะลา คือ ฝักอย่างหนึ่ง ต้นเท่าด้ามพายใบเหมือนข่า ปลูกไว้สำหรับกินหน่อ เป็นต้น และในปัจจุบันสามารถพบดาหลาได้ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยสามารถพบได้ทั้งในธรรมชาติและพบตามบ้านเรือน สวนสาธารณะ หรือการปลูกเพื่อจำหน่ายในสวนในไร่และพบได้เป็นจำนวนมากในทางภาคใต้ เพราะคนในภาคใต้นำดาหลามาใช้ประโยชน์มาตั้งแต่ในอดีต

ความหมายของดอกดาหลามีตำนานเรื่องเล่า ดาหลาเป็นสัญลักษณ์ของการรอคอยความรัก เพราะมีเรื่องเล่าของคู่รักต่างศาสนาคู่หนึ่ง โดยฝ่ายชายเป็นชาวไทย ส่วนฝ่ายหญิงสาวเป็นชาวมาเลเซียซึ่งนับถือศาสนาอิสลาม ทั้งสองได้พบและรักกันที่ประเทศมาเลเซีย แต่ทั้งคู่พ่อแม่ของ

ฝ่ายหญิงก็ตกใจเพราะศาสนาที่ต่างกัน แล้ววันหนึ่งฝ่ายชายมีความจำเป็นต้องกลับประเทศไทยและได้ให้สัญญากับหญิงสาวว่าจะกลับมาหาที่บริเวณชายแดนของทั้งสองประเทศ ฝ่ายหญิงก็ได้แต่รอการกลับมาด้วยความหวัง รอแล้วรออีก รอจนตรอมใจตายในที่สุด และหญิงสาวก็ได้อธิษฐานว่าจะขอเกิดมาเป็นดอกดาหลาที่ขึ้นอยู่ตามชายแดนทุกชาติเพื่อรอชายคนรักตลอดไป ดอกดาหลาน่าจะใช้แทนความหมายของความมั่นคงได้ด้วย เพราะเป็นดอกไม้ ส่วนที่มีกลิ่นหอมคือ ส่วนของดอกดาหลานั้นเอง การใช้ประโยชน์ของดอกดาหลา สามารถนำมาเป็นไม้ประดับตกแต่งบ้านให้สวยงาม สามารถนำมาทำเป็นสมุนไพรเพื่อมาบริโภคได้ ส่วนที่ใช้ในการบริโภคคือส่วนของดอก สามารถนำมาปรุงอาหาร เป็นเมนูข้าวยา หรือนำดอกตูมและหน่ออ่อนต้มจิ้มน้ำพริก ใส่แกงเผ็ดก็ได้ หรือหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผสมในข้าวยา หรือปรุงแบบยา ใส่เนื้อหมูหนึ่งสูกั้นบาง ๆ และใส่แตงกวาจะช่วยให้มีรสหวาน (กัญจนนา, 2542)

### 2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

2.1.2.1 ดาหลาเป็นไม้ล้มลุก มีลำต้นหรือเหง้าอยู่ใต้ดิน เหง้านี้จะเป็นบริเวณที่เกิดของหน่อดอกและหน่อต้น ส่วนลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบที่โอบซ้อนกันแน่นคล้ายข้าวเรียกว่าลำต้นเทียมที่อยู่เหนือดินจะมีสีเขียวเข้มสูงประมาณ 2 - 5 เมตร

2.1.2.2 ใบออกเป็นใบเดี่ยวมีลักษณะคล้ายใบข้าวเป็นรูปทรงยาวเรียว ปลายใบแหลม โคนใบสอบแคบเข้าหาก้านใบ ใบกว้างราว 15 - 20 เซนติเมตร ยาวราว 30 - 40 เซนติเมตร ไม่มีก้านใบ ใบเป็นสีเขียวเข้ม

2.1.2.3 ดอกออกเป็นดอกเดี่ยวเป็นช่ออกขึ้นจากเหง้าใต้ดินก้านดอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 - 2 เซนติเมตร และยาว 50 - 150 เซนติเมตร ส่วนกรีบดอกจะหนา ผิวเรียบเป็นมันวาวคล้ายพลาสติก กลีบดอกด้านนอกมีขนาดใหญ่ แล้วค่อยๆ ลดขนาดลงเข้าสู่ด้านใน ตรงศูนย์กลางดอกเป็นเกสร เกสรติดกันเป็นกลุ่ม ใบประดับรอบนอกแผ่น ใบประดับชั้นใน มีขนาดลดหลั่นกัน เกสรผู้ที่เป็นมันสีเลือดหมูเข้ม ขอบขาวหรือเหลือง เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 1 อัน อับเรณูสีแดง และเมื่อดอกบานเต็มที่จะมีขนาดความกว้างประมาณ 10 - 16 เซนติเมตร ส่วนสีของดอกนั้นขึ้นอยู่กับสายพันธุ์โดยในปัจจุบันมีอยู่ประมาณ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สีชมพูสีแดง สีขาว และสีชมพูอ่อน ผลรูปกลมมีขนนุ่มข้างในมีเมล็ดสีดำหลายเมล็ด ต้นดอกดาหลา ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ต้นดอกดาหลา

ที่มา: ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ (2563)



ฤดูกาลออกดอกสามารถออกได้ตลอดทั้งปีแต่จะมีการออกดอกเยอะที่สุดในฤดูร้อน คือ เดือนมีนาคม – พฤษภาคม

### 2.1.3 สรรพคุณทางยา

สรรพคุณทางยา ดอกดาหลามีรสชาติเผ็ดร้อน มีสรรพคุณช่วยแก้ลมพิษ แก้โรคผิวหนัง และยังช่วยขับลม แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ

### 2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการ

คุณค่าทางโภชนาการของดอกดาหลา แสดงดังตารางที่ 2.1 นอกจากสารอาหารต่างๆ แล้ว ในดอกดาหลายังมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทางด้านสารเคมีของดาหลาพบ สารสำคัญในกลุ่มกลุ่ม phenolics และ flavonoids ทั้งในส่วนของใบ ดอก และเหง้า ซึ่งล้วนแต่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่โดดเด่นโดยมีลำดับความแรงดังนี้ สารสกัดจากส่วนใบ > สารสกัดจากส่วนดอก > สารสกัดจากส่วนเหง้า นอกจากนี้ยังพบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (จากน้ำมันหอมระเหยและใบ) ฤทธิ์ต้านความเป็นพิษต่อตับ (จากช่อดอก) ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ tyrosinase (จากใบ) และฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (จากเหง้า)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของดอกดาหลา (100 กรัม)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ (ร้อยละ)
โปรตีน (น้ำหนักรับ/น้ำหนักรับ)	12.6
ไขมัน (น้ำหนักรับ/น้ำหนักรับ)	18.2
ใยอาหาร น้ำหนักรับ/น้ำหนักรับ)	17.6
กรดไขมันไม่อิ่มตัว palmitoleic acid (น้ำหนักรับ/น้ำหนักรับ)	16.4
กรดไขมันไม่อิ่มตัว linoleic acid (น้ำหนักรับ/น้ำหนักรับ)	14.5
กรดไขมันไม่อิ่มตัว oleic acid (น้ำหนักรับ/น้ำหนักรับ)	5.2
กรดอะมิโน leucine (มิลลิกรัม/100 กรัม)	7.2
กรดอะมิโน lysine (มิลลิกรัม/100 กรัม)	7.9
โพแทสเซียม(มิลลิกรัม/100 กรัม)	1,589
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	775
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	327
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/100 กรัม)	286
ซัลเฟอร์ (มิลลิกรัม/100 กรัม)	167

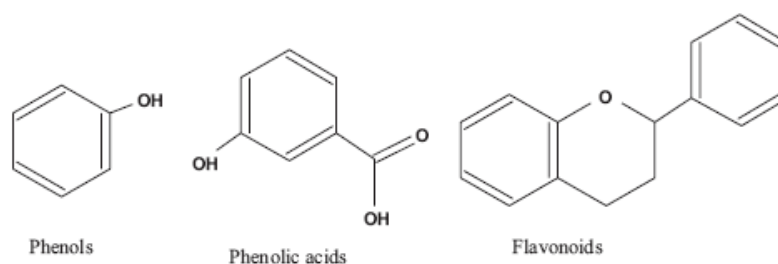
ที่มา: กฤติยา (2561)

### 2.1.5 สารฟีนอล (phenolics compounds)

สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) หรือสารประกอบฟีนอล เป็นสารที่พบตามธรรมชาติในพืชหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เครื่องเทศ สมุนไพร ถั่วเมล็ดแห้ง เมล็ดธัญพืช

ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต สารประกอบฟีนอล มีโภชนาเภสัช ซึ่งสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพคือ มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สามารถละลายได้ในน้ำ สารประกอบฟีนอลที่พบในธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด และมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกัน ตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (phenolic acids) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ เช่น ลิกนิน (lignin) กลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบคือ สารประกอบพวกฟลาโวนอยด์ (flavonoid) สารประกอบฟีนอลที่พบในพืชมักจะรวมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) น้ำตาลชนิด ที่พบมากที่สุดโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล คือ น้ำตาลกลูโคส (glucose) และพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่าง สารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่น ๆ เช่น กรดอินทรีย์ (organic acid) รวมอยู่ในโมเลกุล ของโปรตีน แอลคาลอยด์ (alkaloid) และเทอร์พีนอยด์ (terpenoid) เป็นต้น

2.1.5.1 โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล สารประกอบฟีนอล มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวน ที่เป็นอนุพันธ์ของวงแหวนเบนซีน มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) อย่างน้อยหนึ่งหมู่ต่ออยู่ สารประกอบฟีนอลพื้นฐาน คือ สารฟีนอล (phenol) ในโมเลกุลประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน 1 วง และหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่



Structures of common phenolic compounds.

ภาพที่ 2.2 โครงสร้างทางเคมีสารประกอบฟีนอล  
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ (2562)

สารประกอบฟีนอล พบอยู่ในส่วนของช่องว่างภายในเซลล์ (cell vacuole) ในส่วนต่างๆ ของพืช เป็นสารที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อ ประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด ถั่วเมล็ดแห้ง ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เมล็ดธัญพืช เช่น ข้าว และ งา ผลไม้ ได้แก่ องุ่น ส้ม กระเทียมเครื่องเทศ เช่น พริกไทย พริก ขิง กระเทียม หอมแดง หอมหัวใหญ่ พืชเครื่องดื่ม ได้แก่ ชา โกโก้ พืชหัว ได้แก่ มันเทศ ตัวอย่างของสารประกอบฟีนอลที่พบตามธรรมชาติในพืช จินเจอร์อล (gingerol) พบใน ขิง ยูจินอล (eugenol) ใน กานพลู ตะไคร้ ไบโกระเพรา แคปไซซิน (capsaicin) ใน พริก เคอร์คิวมิน (Curcumin) ในขมิ้น แคทีชิน (catechin) ในชา

### 2.1.5.2 สรรพคุณของสารประกอบฟีนอล

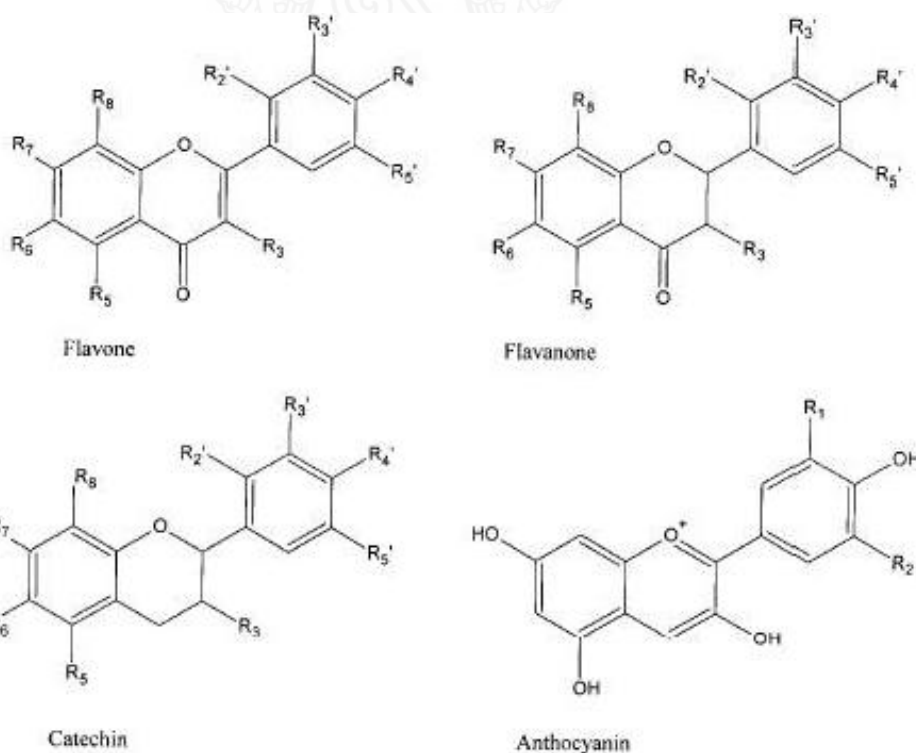
1) สารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ

2) ปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ สามารถการ (antimutagens) ป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอล จะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (free radical) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่น ๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ (free radical) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย

3) ใช้เพื่อการถนอมอาหาร โดยใช้เป็นสารกันหืน ป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) (สุริวัลย์ และคณะ, 2561)

### 2.1.6 ฟลาโวนอยด์ (flavonoid)

ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นสารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) ประเภทพอลิฟีนอล (polyphenol) มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนแอโรมาติก ที่มีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล รวมอยู่ในโมเลกุล ตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป สามารถละลายในน้ำได้ ส่วนใหญ่มักพบอยู่ร่วมกับน้ำตาล ในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ สารประกอบ flavonoids ได้แก่ flavonol, flavanone, flavone, isoflavone, flavonol catechin และ anthocyanins



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีสารประกอบฟลาโวนอยด์

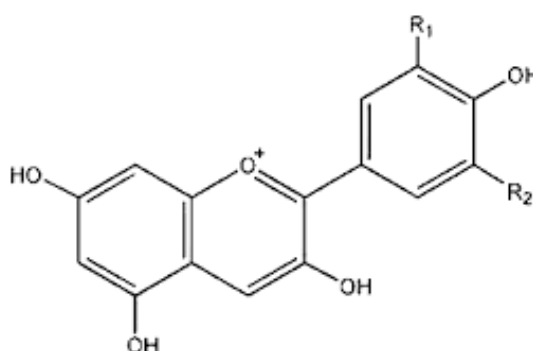
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ (2562)

สารฟลาโวนอยด์ที่พบในพืช naringin เป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ให้รสขมในเปลือกของผลไม้พืชตระกูลส้ม (citrus fruit) catechin พบในใบชาพบมากในชาเขียวสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์จัดเป็น nutraceutical มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยทำหน้าที่ในการหน่วงเหนี่ยวหรือเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) จึงช่วยหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระได้ แหล่งของอาหารที่พบฟลาโวนอยด์มาก ได้แก่ พืช ผักและผลไม้ เช่น ยอ ถั่วเหลือง กระชายดำ สารสกัดจากเมล็ดองุ่น รวมทั้งเครื่องดื่มต่าง ๆ เช่น ชา และไวน์ เป็นต้น (รัตน์ และคณะ, 2553)

#### 2.1.6.1 สรรพคุณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid)

- 1) ฟลาโวนอยด์ ถือว่าเป็นวิตามินที่มีโครงสร้างโมเลกุลเหมือนกับฮอโรโมนเพศหญิง หรือเอสโตรเจน จึงเป็นอีกหนึ่งตัวช่วยเพิ่มความชุ่มชื้น ความเต่งตึงให้แก่ผิวพรรณ
- 2) ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)
- 3) ช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอลในกระแสเลือด ช่วยให้เม็ดเลือดไม่จับตัวเป็นก้อนจนอุดตัน ป้องกันการเกิดมะเร็ง เป็นสารต้านจุลินทรีย์ได้ (เดชา, 2559)

แอนโทไซยานินเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งแอนโทไซยานินพบมากในธรรมชาติในรูปไกลโคไซด์ (glycoside) จับน้ำตาลด้วยพันธะไกลโคซิดิกหรือเรียกว่าแอนโทไซยานิน พบในแวคิวโอลของเซลล์พืชให้สีแดง น้ำเงิน และม่วง ในผักและดอกไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น ในกระหล่ำปลีปลีสีม่วง กระเจี๊ยบแดง องุ่นแดง และ ดอกอัญชัน แอนโทไซยานินมีค่าการดูดกลืนแสงในช่วงคลื่น 510 - 540 nm สามารถละลายน้ำได้ มีช่วงสีแดงถึงสีน้ำเงิน สารละลายแอนโทไซยานินมีการเปลี่ยนแปลงสีตามค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เมื่อ pH ต่ำจะมีสีแดง pH ปานกลางจะมีสีน้ำเงินม่วง และเมื่อ pH สูงจะมีสีเหลืองซีด แอนโทไซยานินทำให้ดอกไม้มีสีสันสวยงามเพื่อใช้ล่อแมลงมาผสมเกสรซึ่งเป็นการช่วยขยายพันธุ์พืช และช่วยป้องกันอันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) ให้แก่พืชได้ (Harborne, 1986)



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างแอนโทไซยานิน

ที่มา: Harborne (1986)

การศึกษาด้านเคมีของดอกดาหลาพบสารสำคัญในกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งในส่วนของดอก ใบ และเหง้า ซึ่งล้วนแต่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่โดดเด่น โดยมีลำดับความแรงดังนี้ สารสกัดจากส่วนใบ สารสกัดจากส่วนดอก และสารสกัดจากส่วนเหง้า ตามลำดับ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (อนุมูลอิสระอาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง) จากรายงานการวิจัยพบว่าสารสกัดจากดอกดาหลามีสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งมีความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังพบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (จากน้ำมันหอมระเหยและใบ) ฤทธิ์ต้านความเป็นพิษต่อตับ (จากช่อดอก) ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ tyrosinase (จากใบ) และ ฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (จากเหง้า) ดอกดาหลาเป็นยาสมุนไพรแก้ลมพิษ แก้อาการผื่นคัน ขับลม แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ มีวิตามินซีสูง มีสารแอนโทไซยานิน เป็นกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยบำรุงเลือดลมให้หมุนเวียนดี ดอกดาหลามีรสชาติเผ็ดร้อน มีสรรพคุณทางยาคล้ายกับพวกขิง ข่า มีกลิ่นหอมเผื่อน ๆ และอมเปรี้ยว ช่วยแก้กระหาย (กฤติยา, 2557)

### 2.1.7 ราคาซื้อขายดอกดาหลา

การจำหน่ายผลผลิต ส่งดอกดาหลาให้แก่ร้านดอกไม้ไม้อ่างทอง หรือส่งขายให้กับพ่อค้าตลาดปากคลองตลาด ราคาผลผลิต ดอกดาหลามีราคาสูงหรือต่ำ ต่างกันขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน แหล่งปลูกผู้รับซื้อและผู้ปลูกเอง ดอกดาหลามีราคาตั้งแต่ 8 - 50 บาท ต่อดอก นอกจากนี้ยังมีการขายหน่อพันธุ์ราคาขายก็ต่างกัน เช่นเดียวกับดอกคืออยู่ในช่วง 50 - 300 บาทต่อหน่อ

### 2.1.8 สายพันธุ์ดอกดาหลาที่จะใช้ในการศึกษา

#### 2.1.8.1 ดาหลาพันธุ์ตรัง 1

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Etlingera elatior* (Jack) R.W.Smith

ชื่อสามัญ Torch ginger, ดาหลา



ภาพที่ 2.5 ดาหลาพันธุ์ตรัง 1 สีขาว  
ที่มา: ศุภร์ (2562)

1) ประวัติ ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ได้รวบรวมดาหลาสายต้นต่างๆจากแหล่งปลูกธรรมชาติในเขตภาคใต้และแหล่งปลูกเพื่อการค้าในภาคกลาง มาปลูกรวบรวมไว้สายต้นละ 5 กอ ตั้งแต่ปี 2539 - 2542 ได้ทั้งหมด 68 สายต้น และได้คัดเลือกดาหลาให้ได้ลักษณะดีเด่นเฉพาะคือ สีแปลกไปจากเดิมซึ่งมีช่อดอกสีแดงที่เป็นพันธุ์ที่มีขายทั่วไป ให้ผลผลิตสูงกว่า 80 ดอกต่อก่อต่อปี และมีอายุปักแจกันเมื่อตัดช่อดอกบาน มากกว่า 10 วัน ได้จำนวน 5 สายต้น ดาหลาพันธุ์ตรัง 1 หรือ ดาหลาสายต้นตรัง 0403 รวบรวมจากจังหวัดยะลา มีลักษณะเด่นเฉพาะคือ ลำต้นสีเขียว ใบสีเขียว กลีบประดับสีขาว สรูปคัดเลือกและประเมินพันธุ์ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2539 - 2550 รวมระยะเวลาการวิจัย 12 ปี

2) ลักษณะประจำพันธุ์ ทรงกอตั้งตรง ลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดิน ใบแก่สีเขียว ใบยาวรี ขนาดใบกว้าง 17.48 เซนติเมตร ยาว 65.05 เซนติเมตร ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ปลายใบแหลม ขนาดช่อดอกกว้าง 14.3 เซนติเมตร สูง 6.5 เซนติเมตร ช่อดอกสีขาว สีของดอกย่อยสีขาว ขอบเหลือง ความยาวช่อดอก 59 เซนติเมตร ก้านช่อดอกสีเขียว ผลค่อนข้างกลมรี ตั้งแต่ปลูกโดยใช้เหง้าถึงออกดอก ประมาณ 12 เดือน มีหน่อใหม่ประมาณ 43 หน่อต่อก่อต่อปี มีอายุการเก็บเกี่ยวหลังจากแทงช่อดอกจนถึงเก็บเกี่ยวเมื่อบานร้อยละ 30 เวลา 45 วัน บานร้อยละ 50 เวลา 50 วัน และบาน ร้อยละ 80 เวลา 54 วัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 39 ดอกต่อก่อต่อปี

3) ลักษณะเด่น ช่อดอกสีขาว หรือ White Group 155 A โดยใช้แผ่นเทียบสีของ The Royal Horticulture Society (RHS) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 39 ดอกต่อก่อต่อปี (เมื่ออายุ 3 ปี หลังปลูก) เมื่อตัดช่อดอกบานร้อยละ 30 50 และ 80 จะมีอายุปักแจกันนาน 7 วัน

4) พื้นที่แนะนำ ปลูกได้ในดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ การปลูกในที่ไร่ไรที่มีปริมาณความชื้นแสงร้อยละ 60 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27 - 33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 81 และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,144 มิลลิเมตรต่อปี

5) ข้อจำกัด ไม่ควรปลูกกลางแจ้ง เพราะมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของดอก หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง

### 2.1.8.2 ดาหลาพันธุ์ตรัง 2

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Etilingera elatior* (Jack) R.W.Smith

ชื่อสามัญ Torch ginger, ดาหลา



ภาพที่ 2.6 ดาหลาพันธุ์ตรัง 2 สีชมพู

ที่มา: ศุภร์ (2562)

1) ประวัตินุญวิจัยพืชสวนตรัง ได้รวบรวมดาหลาสายต้นต่างๆจากแหล่งปลูกธรรมชาติในเขตภาคใต้และแหล่งปลูกเพื่อการค้าในภาคกลาง มาปลูกรวบรวมไว้สายต้นละ 5 กอ ตั้งแต่ปี 2539-2542 ได้ทั้งหมด 68 สายต้น และได้คัดเลือกดาหลาให้ได้ลักษณะดีเด่นเฉพาะคือ สีแปลกไปจากเดิมซึ่งมีช่อดอกสีแดงที่เป็นพันธุ์ที่มีขายทั่วไป ให้ผลผลิตสูงกว่า 80 ดอกต่อกอต่อปี และมีอายุปักแจกันเมื่อตัดขณะดอกบาน 50 ร้อยละ มากกว่า 10 วัน ได้จำนวน 5 สายต้น ดาหลาพันธุ์ตรัง 4 หรือ ดาหลาสายต้น 0701 รวบรวมจากจังหวัดกรุงเทพฯ ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ มีลำต้นสีเขียว ใบเขียว กลีบประดับสีชมพู สรุปรการคัดเลือกและประเมินพันธุ์ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 - 2550 รวมระยะเวลาการวิจัย 12 ปี

2) ลักษณะประจำพันธุ์ ทรงกอตั้งตรง ลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดิน ใบแก่สีเขียว ใบยาวรี ขนาดใบกว้าง 15.6 เซนติเมตร ยาว 68.4 เซนติเมตร ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ปลายใบแหลม ช่อดอกสีชมพู ขนาดช่อดอกกว้าง 12.8 เซนติเมตร สูง 5.7 เซนติเมตร สีของดอกย่อยสีชมพู ขอบเหลือง ความยาวช่อดอก 32 เซนติเมตร ก้านช่อดอกสีเขียว ผลค่อนข้างกลมรี ตั้งแต่ปลูกโดยใช้เหง้าถึงออกดอก ประมาณ 12 เดือน มีหน่อใหม่ 53 หน่อต่อกอต่อปี มีอายุการเก็บเกี่ยวหลังจากแทงช่อดอกจนถึงเก็บเกี่ยว เมื่อบานร้อยละ 30 เวลา 48 วัน บานร้อยละ 50 เวลา 54 วัน และบานร้อยละ 80 เวลา 59 วัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 136 ดอกต่อกอต่อปี



3) ลักษณะเด่น ช่อดอกสีชมพู หรือ Red Group 56 A โดยใช้แผ่นเทียบสีของ The Royal Horticulture Society (RHS) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 136 ดอกต่อกอต่อปี (เมื่ออายุ 3 ปี หลังปลูก) เมื่อตัดขณะดอกบานร้อยละ 30 มีอายุปักแจกันนาน 13 วัน และเมื่อตัดขณะดอกบาน 50 และ ร้อยละ 80 มีอายุปักแจกันนาน 7 - 8 วัน

4) พื้นที่แนะนำ ปลูกได้ในดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ การปลูกในที่รำไรที่มีปริมาณความชื้นแสงร้อยละ 60 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27 - 33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 81 และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,144 มิลลิเมตรต่อปี

5) ข้อจำกัด ไม่ควรปลูกกลางแจ้ง เพราะมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของดอก หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง

#### 2.1.8.3 ดาหลาพันธุ์ตรัง 3

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Etlingera elatior* (Jack) R.W. Smith

ชื่อสามัญ Torch ginger, ดาหลา



ภาพที่ 2.7 ดาหลาพันธุ์ตรัง 3 สีแดง

ที่มา: ศุภร์ เก็บไว้ (2562)

1) ประวัติ ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ได้รวบรวมดาหลาสายต้นต่างๆจากแหล่งปลูกธรรมชาติในเขตภาคใต้และแหล่งปลูกเพื่อการค้าในภาคกลาง มาปลูกรวบรวมไว้สายต้นละ 5 กอ ตั้งแต่ปี 2539 - 2542 ได้ทั้งหมด 68 สายต้น และได้คัดเลือกดาหลาให้ได้ลักษณะดีเด่นเฉพาะคือ สีแปลกไปจากเดิมซึ่งมีช่อดอกสีแดงที่เป็นพันธุ์ที่มีขายทั่วไป ให้ผลผลิตสูงกว่า 80 ดอกต่อกอต่อปี และมีอายุปักแจกันเมื่อตัดขณะดอกบานร้อยละ 50 มากกว่า 10 วัน ได้จำนวน 5 สายต้น ดาหลาพันธุ์ตรัง 3 หรือดาหลาสายต้น 0407 รวบรวมจากจังหวัดยะลา ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ มีลำต้นสีเขียว กลีบประดับสีแดง สรูปการคัดเลือกและประเมินพันธุ์ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2539 - 2550 รวมระยะเวลาการวิจัย 12 ปี



2) ลักษณะประจำพันธุ์ ทรงกอตั้งตรง ลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดิน ใบแก่สีเขียว ใบยาวรี ขนาดใบกว้าง 17.4 เซนติเมตร ยาว 70.2 เซนติเมตร ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ปลายใบแหลม ขนาดช่อดอกกว้าง 15.6 เซนติเมตร สูง 8.8 เซนติเมตร ช่อดอกสีแดง สีของดอกย่อยสีแดง ขอบขาว ความยาวช่อดอก 64 เซนติเมตร ก้านสีเขียว ผลค่อนข้างกลมรี ตั้งแต่ปลูกโดยใช้เหง้าถึงออกดอก ประมาณ 12 เดือน มีหน่อใหม่ 43 หน่อต่อกอต่อปี อายุการเก็บเกี่ยวหลังจากแทงช่อดอกจนถึงเก็บเกี่ยว เมื่อบานร้อยละ 30 เวลา 49 วัน บานร้อยละ 50 55 วัน และบานร้อยละ 80 60 วัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 106 ดอกต่อกอต่อปี

3) ลักษณะเด่น ช่อดอกสีแดง หรือ Red Group 47 B โดยใช้แผ่นเทียบสีของ The Royal Horticulture Society (RHS) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 106 ดอกต่อกอต่อปี (เมื่ออายุ 3 ปี หลังปลูก) เมื่อตัดขณะดอกบานร้อยละ 30 และร้อยละ 50 มีอายุปักแจกันนาน 8 วัน และเมื่อตัดขณะดอกบานร้อยละ 80 มีอายุปักแจกันนาน 7 วัน

4) พื้นที่แนะนำ ปลูกได้ในดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ การปลูกในที่รำไรที่มีปริมาณความชื้นแสงร้อยละ 60 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27 - 33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 81 และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,144 มิลลิเมตรต่อปี

5) ข้อจำกัด ไม่ควรปลูกกลางแจ้ง เพราะมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของดอก หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง

ปัจจุบันราคาหน่อพันธุ์ดาหลายังคงสูงอยู่ เกษตรกรผู้ปลูกดาหลาปัจจุบันจึงได้รายได้จากการขาย หน่อพันธุ์ด้วย แต่เนื่องจากดาหลาขยายพันธุ์ได้ไม่มากนัก และมีเกษตรกรบางรายขยายพันธุ์ดาหลา โดยวิธี เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงคาดว่าต่อราคาพันธุ์จะตกต่ำและมีการขยายพื้นที่ปลูกเป็นการค้าเพื่อการตัดดอกมากขึ้น การตลาดในปัจจุบันเป็นปัญหาสำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกดาหลา เพราะเกษตรกรขาดข้อมูลเรื่องความต้องการของตลาดทำให้ขาดความมั่นใจในการลงทุน ดังนั้นเกษตรกรที่ประสบผลสำเร็จในการปลูกดาหลาในปัจจุบันจึงเป็นเกษตรกรที่มีการโฆษณาตนเอง และสามารถหาตลาดได้เอง (สุรวีช, 2559)

### 2.1.9 การทำน้ำดาดหาลาของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนราธิวาส ส่วนประกอบสำหรับผลิตน้ำดาดหาลา แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบสำหรับผลิตน้ำดาดหาลา

วัตถุดิบ	ปริมาณส่วนผสม
ดอกดาหลา	500 กรัม
น้ำตาลทรายขาว	1000 กรัม
เกลือ	1/2 ช้อนชา (2.5 กรัม)
น้ำสะอาด	3000 มิลลิลิตร

ที่มา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนราธิวาส

#### 2.1.9.1 ขั้นตอนและวิธีการทำ

- 1) ล้างดอกดาหลาให้สะอาด
- 2) หั่นดอกดาหลาให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ
- 3) นำดอกดาหลาที่หั่นแล้วมาต้มให้เดือด จนกว่าสีของดอกดาหลาจะเปลี่ยนเป็นสีจาง
- 4) นำน้ำดอกดาหลาที่ต้มแล้วมารองให้สะอาด ใส่น้ำตาลทราย เติมเกลือ ตั้งไฟ เคี่ยวประมาณครึ่งชั่วโมง ตั้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาบรรจุขวดหรือแช่เย็นหรือใส่น้ำแข็งดื่ม

#### 2.1.10 ประโยชน์ของดอกดาหลา

ใช้ปลูกเป็นไม้ประดับ เพราะดาหลา ออกดอกตลอดทั้งปี มีรูปทรงและสีที่สวยงาม บวกกับความทนทานดอกดาหลาจึงถูกนำมาเป็นไม้ตัดดอกสำหรับจำหน่าย ดอกดาหลาสามารถนำมาทำเป็นอาหารได้หลากหลาย ใช้ผสมในข้าวยาที่เป็นอาหารเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่นของชาวปักษ์ใต้ อีกทั้งต้มจิ้มน้ำพริก ทำแกงส้ม แกงเผ็ด แกงจืด แกงกะทิ ใส่ในไข่เจียวก็อร่อยอีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตทางการเกษตรได้เป็นอย่างดี ด้วยการนำดอกดาหลาไปแปรรูปเป็นน้ำสมุนไพร ไวน์สมุนไพร น้ำส้ม น้ำยาทำความสะอาด หรือแม้แต่นำไปทำเป็นน้ำหมักชีวภาพ(สกนธ์, 2561)

### 2.1.11 ข้อควรระวังของดอกดาหลา

การรับประทานดาหลา สำหรับผู้ที่มีประวัติการแพ้ขิง ข่า ไพล หรือพืชในวงศ์ ZINGIBERACEAE ควรเพิ่มความระมัดระวัง เนื่องจากเป็นพืชวงศ์เดียวกัน อาจทำให้เกิดอาการแพ้ได้ (สกนธ์, 2561)

## 2.2 เครื่องดื่มสมุนไพรและสารสำคัญในดอกไม้บริโภคได้

### 2.2.1 เครื่องดื่มสมุนไพร

เครื่องดื่มสมุนไพร เป็นเครื่องดื่มที่ได้จากการใช้ส่วนประกอบต่างๆ ของพืช เช่น ผลไม้ ผัก ธัญพืชต่าง ๆ นำมาแปรรูปให้เหมาะสมตามฤดูกาล แต่เดิมพืชที่นำมาทำเป็นเครื่องดื่มมักจะ เก็บมาสด ๆ และใช้ทันที ทำให้มีความสด และคงคุณค่าตามธรรมชาติ ต่อมาเครื่องดื่มสมุนไพรได้ถูก การพัฒนาให้มีรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น โดยนำวิทยาศาสตร์สมัยใหม่มาใช้ในกระบวนการผลิต มีการ บรรจุในภาชนะแบบต่าง ๆ เพื่อความสะดวกสบายต่อ การบริโภคในชีวิตประจำวัน เครื่องดื่มสมุนไพร มีประโยชน์ทางยา มีคุณค่าทางอาหาร และช่วยในการป้องกันโรค โดยเฉพาะในช่วงอากาศร้อน เหงื่อ ออกมาก การดื่มน้ำสมุนไพรจะช่วยให้จิตใจชุ่มชื้น รู้สึกสบาย เนื่องจากเครื่องดื่มสมุนไพรบางชนิด สามารถช่วยผ่อนคลายความร้อน ทำให้อุณหภูมิในร่างกายลดลง บางชนิดช่วยบำรุงหัวใจ บางชนิดมี คุณสมบัติช่วยย่อย ทำให้ธาตุปกติและฟอกเลือด เครื่องดื่มสมุนไพรจึงเปรียบเป็นยาที่ช่วยบำรุง ปกป้องรักษาสุขภาพร่างกายให้เกิดสมดุล ทำให้ส่งผลดีต่อสุขภาพ

#### 2.2.1.1 น้ำสมุนไพรแบ่งธาตุเจ้าเรือน

1) คนธาตุดิน ควรรับประทานอาหารรสฝาด หวาน มัน เค็ม น้ำสมุนไพรที่เหมาะสมกับคนธาตุดิน คือ - รสฝาด เช่น น้ำฝรั่ง น้ำมะตูม น้ำกระเทียม น้ำมะกอก น้ำมะขามป้อม น้ำ ลูกหว่า - รสหวาน เช่น น้ำแดงโม น้ำมะละกอ น้ำกล้วยหอม น้ำขุ่น น้ำเงาะ น้ำน้อยหน่า น้ำละมุด ฝรั่ง น้ำลำไย น้ำอ้อย - รสมัน เช่น น้ำกระฉับ น้ำข้าวโพด น้ำฟักทอง น้ำแห้ว

2) คนธาตุน้ำ ควรรับประทานอาหารรสเปรี้ยว และขม น้ำสมุนไพรที่เหมาะสมกับคนธาตุน้ำ คือ - รสเปรี้ยว เช่น น้ำมะขาม น้ำมะขวิด น้ำกระเจี๊ยบแดง น้ำมะยม น้ำส้มโอ น้ำมะเขือเทศ น้ำสับปะรด น้ำส้ม น้ำลิ้นจี่ น้ำองุ่น น้ำชมพู น้ำสตอเบอรี่ น้ำมะปราง น้ำมะเฟือง - รสขม เช่น น้ำมะระขี้เทย น้ำเห็ดหลินจือ น้ำใบบัวบก

3) คนธาตุลม ควรรับประทานอาหารรสเผ็ดร้อน น้ำสมุนไพรที่เหมาะสมกับคนธาตุลมคือ น้ำกะเพราแดง น้ำขิง น้ำข่า น้ำตะไคร้ น้ำกานพลู 1.4 คนธาตุไฟ ควรรับประทานอาหาร รสขม หอมเย็น (สุก) และ จืด น้ำสมุนไพรที่เหมาะสมกับคนธาตุไฟ คือ - รสขม เช่น น้ำมะระขี้เทย น้ำเห็ดหลินจือ น้ำใบบัวบก - รสหอมเย็น เช่น น้ำใบเตย น้ำลูกเดือย น้ำเม็ดแมงลัก น้ำแดงไทย

น้ำมะพร้าว น้ำรากบัว น้ำลูกจาก น้ำลูกตาลอ่อน - รสจืด เช่น น้ำผักคะน้า น้ำผักตำลึง น้ำแตงกวา น้ำขึ้นฉ่าย น้ำดอกคำฝอย น้ำว่านหางจระเข้ น้ำผัก กวางตุ้ง

#### 2.2.1.2 น้ำสมุนไพรแบ่งตามช่วงเวลา

อิทธิพลของกาลเวลาที่เปลี่ยนแปลงใน 1 วัน จะทำให้เกิดการแปรปรวนของธาตุในร่างกาย และอาจก่อให้เกิดการเสียสมดุลได้ดังนี้

1) เวลา 06.00 – 10.00 น. และ เวลา 18.00 – 22.00 น. มักจะเจ็บป่วยด้วยธาตุน้ำ น้ำสมุนไพรที่บำรุง ร่างกายและปรับสมดุลของธาตุน้ำ ได้แก่ น้ำสมุนไพรที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำส้ม น้ำมะนาว น้ำมะขาม เป็นต้น

2) เวลา 10.00 – 14.00 น. และ เวลา 22.00 – 02.00 น. มักจะเจ็บป่วยด้วยธาตุไฟ น้ำสมุนไพรที่ช่วย บำรุงร่างกายและปรับสมดุลธาตุไฟ ได้แก่ น้ำสมุนไพรที่มีรสขม เช่น น้ำใบบัวบก น้ำมะระขี้นก เป็นต้น

3) เวลา 14.00 – 18.00 น. และ เวลา 02.00 – 06.00 น. มักจะเจ็บป่วยด้วยธาตุดม น้ำสมุนไพรที่ช่วย บำรุงร่างกายและปรับสมดุลธาตุดม ได้แก่ น้ำสมุนไพรที่มีรสเผ็ดร้อน ได้แก่ น้ำขิง น้ำตะไคร้ น้ำมะตูม เป็นต้น (พร้อมจิตร, 2563)

#### 2.2.1.3 เทคนิคในการเตรียมน้ำสมุนไพร

1) การเลือกสมุนไพร การเลือกสมุนไพรที่จะทำน้ำสมุนไพรต้องคำนึงถึงสมุนไพรที่สดหรือถ้าเป็นสมุนไพร ที่ต้องทำให้แห้ง ควรเลือกสมุนไพรที่ใหม่สะอาด ดูลักษณะ สี กลิ่น คว้ามีเชื้อราหรือไม่ สมุนไพรที่สดใหม่ช่วยให้ได้ คุณค่าทางโภชนาการสูง สีสันน่ารับประทาน

2) ความสะอาด ทั้งสมุนไพรและภาชนะที่ใช้ต้องสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนเชื้อ ถ้าไม่สะอาดอาจทำให้ผู้ดื่ม น้ำสมุนไพรท้องเสีย และยังทำให้น้ำสมุนไพรเก็บไม่ได้นานเท่าที่ควร

3) ภาชนะที่ใช้ภาชนะที่ต้มควรจะเป็นหม้อเคลือบ ไม่ควรใช้หม้ออลูมิเนียม เพราะอาจจะทำให้กรดที่อยู่ สมุนไพรกัดภาชนะ ถ้าเป็นหม้อหรือกระทะทองเหลือง จะทำให้รสของน้ำสมุนไพรเปลี่ยนไป นอกจากนี้การที่เราต้ม น้ำสมุนไพรที่มีสารโลหะหนักผสมอยู่อาจจะเป็นอันตรายต่อร่างกายได้ สำหรับภาชนะที่บรรจุควรจะเป็นขวดแก้ว จะสะดวกในการนึ่งและน้ำสมุนไพร จะไม่ทำปฏิกิริยากับขวดแก้ว ยังดูใสสะอาดน่าดื่มยิ่งขึ้น

2.2.1.4 ข้อควรระวัง ในการปรุงและดื่มน้ำสมุนไพร คือ ไม่ควรใส่น้ำตาลให้หวานจัดจนเกินไป ควรให้รสชาติและกลิ่น ของสมุนไพรเป็นกลิ่นและรสที่น่าแทนการใช้น้ำตาล

2.2.1.5 คุณค่าและประโยชน์ของน้ำสมุนไพร น้ำสมุนไพรเป็นเครื่องดื่มที่มีรสชาติอร่อยตามธรรมชาติ สามารถเตรียมเองได้โดยใช้พืชผักและผลไม้ที่มีอยู่ในท้องถิ่นตามฤดูกาล การเตรียมน้ำสมุนไพรไว้ดื่มเองในครอบครัวช่วยประหยัด ทำให้เราได้ดื่มน้ำสมุนไพรที่สด สะอาด ปลอดภัย

อุดมไปด้วยสารอาหารวิตามิน และเกลือแร่ ซึ่งช่วยบำรุงร่างกายให้แข็งแรง ช่วยระบาย อีกทั้งยังทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง และบำรุงเส้นผมให้สวยงาม นอกจากนี้คุณค่าทางอาหารแล้วน้ำสมุนไพรยังมีสรรพคุณทางยาตามตำราการแพทย์แผนไทย ช่วยรักษาโรค และกลุ่มอาการขั้นพื้นฐานได้ ดังนั้นควรหันมาดื่มน้ำสมุนไพรแทนการดื่มน้ำอัดลม น้ำชาหรือกาแฟ

#### 2.2.1.6 ตัวอย่างการเตรียมน้ำสมุนไพรบำรุงธาตุ

1) น้ำกระเจี๊ยบแดง ส่วนผสม ได้แก่ กระเจี๊ยบแห้ง ½ ถ้วย น้ำตาลทราย 2 ถ้วย เกลือป่น 1 ช้อนโต๊ะ น้ำสะอาด 5 ถ้วย

วิธีทำ ล้างกระเจี๊ยบ 1 ครั้ง ให้สะอาดพักไว้ ใส่ลงในหม้อ ตั้งไฟพอเดือด ใส่กระเจี๊ยบ ต้มจนออกสีแดง และเนื้อกระเจี๊ยบนุ่ม กรองเอาแต่น้ำ นำขึ้นตั้งไฟต่อ ใส่น้ำตาล เกลือป่น เคี่ยวไฟอ่อน จนน้ำตาลละลายหมด ยกลง ทิ้งให้เย็น เทใส่ขวด แช่เย็นไว้ดื่มเย็น หรือใส่น้ำแข็งดื่มก็ได้ รสและสรรพคุณ ตามภูมิปัญญาไทย รสเปรี้ยว ทำให้สดชื่น ขับน้ำดี ลดไข้ แก้ไอ แก้นิ่ว แก้กระหายน้ำ

2) น้ำขิง ส่วนผสม ขิงสด 15 กรัม (ขิงหั่นขนาด 1 นิ้ว 5 – 6 ชิ้น) น้ำ 240 กรัม (16 ช้อนโต๊ะ) น้ำเชื่อม 15 กรัม (1 ช้อนโต๊ะ)

วิธีทำ ปอกเปลือกขิงออก ล้างน้ำให้สะอาด ทูบพอแหลก ตั้งน้ำ ให้เดือด เอาขิงที่ทุบไว้ลงต้มให้เดือด กรองเอากากออก เติมน้ำตาลขิมรส ตามชอบ รสและสรรพคุณ ตามภูมิปัญญาไทย รสเผ็ดร้อน บำรุงธาตุช่วยขับลม แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ แก้อาหารคั่งเส้าอาเจียน ช่วยเจริญอาหาร

3) น้ำตะไคร้ ส่วนผสม ตะไคร้ 2 – 3 ต้น น้ำสะอาด 2 – 3 ถ้วย น้ำตาลทราย 1- ½ ถ้วย

วิธีทำ นำต้นตะไคร้ ตัดใบออก แล้วล้างน้ำให้สะอาดตัดเป็นท่อน สั้นๆ ทูบพอแตกใส่หม้อเติมน้ำ เติมน้ำตาล 1- ½ ชีด ตั้งไฟพอเดือด กรองน้ำ นำน้ำสมุนไพรที่ตั้งไฟให้เดือดพอประมาณ 3 นาทียกลงกรองใส่ขวดหนึ่ง 20 - 30 นาที เย็นแล้วเก็บใส่ตู้เย็น จะได้น้ำตะไคร้สีเหลืองอมเขียวอ่อน ๆ ใส มีกลิ่นหอมตะไคร้ รสและสรรพคุณ ตามภูมิปัญญาไทย รสเผ็ดร้อน เป็นยาขับลม แก้เบื่ออาหาร แก้ผมแตกปลาย แก้โรคทางเดินปัสสาวะ นิ่ว และเป็นยา บำรุงไฟธาตุให้เจริญ (เพ็ญนภา, 2557)

### 2.2.2 สารสำคัญในดอกไม้บริโภคได้

2.2.2.1 น้ำกระเจี๊ยบ เป็นเครื่องดื่มที่ได้มาจากกลีบเลี้ยงของดอก ใช้ได้ทั้งดอกสดและแห้ง ถ้าสดจะมีสีสวย แต่ถ้าแห้งน้ำจะเป็นสีแดงคล้ำ ในกลีบเลี้ยงของกระเจี๊ยบมีกรดอินทรีย์หลายชนิด ทำให้กระเจี๊ยบมีรสเปรี้ยว รวมทั้งยังประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม วิตามินซี เป็นต้น มีสรรพคุณช่วยรักษาอาการร้อนในภายในช่องปาก แก้อาการกระหาย

น้ำ ลดปริมาณไขมันในเส้นเลือด ช่วยป้องกันโรคหัวใจ ลดระดับความดันโลหิตภายในร่างกายให้กลับเข้าสู่ระดับปกติ เป็นยาระบายอ่อนๆ ขับปัสสาวะ บำรุงสายตา และบำรุงกระดูกและฟัน (จริยา, 2547)

2.2.2.2 น้ำเก๊กฮวย เป็นเครื่องดื่มที่ได้มาจากดอกเก๊กฮวยแห้ง ดอกเก๊กฮวย ประกอบด้วยสารเคมีที่สำคัญ ได้แก่ สารอะดีนีน (Adenine) สารโคลีน (Choline) สารस्ताโคไตรีน (Stachydrine) และน้ำมันหอมระเหย ซึ่งจะให้รสขม มีสรรพคุณดื่มแก้ร้อนใน กระจายน้ำ เนื่องจากมีฤทธิ์เย็น ช่วยระบบการย่อยอาหาร เป็นยาระบายอ่อน ๆ ช่วยรักษาและป้องกันโรคเส้นเลือดหัวใจตีบ ช่วยขยายหลอดเลือด ลดการเกิดภาวะหัวใจล้มเหลว และโรคความดันโลหิตสูง (พาณี, 2556)

2.2.2.3 น้ำอัญชัน เป็นเครื่องดื่มที่ได้มาจากดอก ในดอกอัญชันมีสารสำคัญชนิดหนึ่งคือ แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็น แก้อาการตาฟาง ตามัว หรือภาวะการเสื่อมของดวงตาที่มาจากโรคเบาหวาน โรคต้อหิน โรคต่อกระจก และมีหน้าที่ไปช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต ทำให้เลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น (พินิจ, 2554)

### 2.2.3 ดอกไม้ที่รับประทานได้ การจำแนกกลุ่มของดอกไม้

ดอกไม้เปรียบเสมือนเป็นเครื่องประดับจากธรรมชาติที่ช่วยประดับของให้สวยงาม และตกแต่งสถานที่ให้สวยงาม ดูแล้วรู้สึกเพลินตา สุขใจเพราะมีสีสันสวยงาม บางชนิดมีรูปร่างสวยงาม น่ารัก และมีกลิ่นที่หอม ประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์และมีวัฒนธรรมการกินที่เป็นเอกลักษณ์ จึงไม่แปลกที่มีการนำดอกไม้มาปรุงอาหาร ทั้งของคาว และของหวาน เครื่องดื่มหรือนำมาประดับบนสำรับเพื่อให้เกิดความสวยงาม และยังเพิ่มกลิ่นที่หอม

ปัจจุบันมีคนนิยมนำดอกไม้มาตกแต่งจานอาหารและนำมาประกอบอาหารมากขึ้น แต่มีบางดอกไม้สามารถรับประทานได้เนื่องจากมีสารเคมีพิษเคมีที่ส่งผลต่อการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายจนก่อให้เกิดพิษและไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดอกไม้ท้องถิ่นในประเทศไทยที่มีประวัตินำมาเป็นอาหารและนำมาประกอบอาหารได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

2.2.3.1 ดอกไม้ที่มีประวัตินำมารับประทานเป็นอาหารและพบตำราอาหารรวมทั้งสื่อต่างๆ รับประทานทั่วไปในบ้านและชุมชนท้องถิ่น ดอกไม้กลุ่มนี้เป็นส่วนดอกของผักพื้นบ้านหรือผักสวนครัว เช่น ดอกฟักทอง ดอกส้มเสี้ยว ดอกช่อนกลิ่น ดอกโศก ดอกกระโดน โสน ดอกสะเดา ดอกมะรุ้ม ดอกกระเจียวแดง ดอกข่า ดอกกระเทียม ดอกอัญชัน เกสรชมพูสาแทรกหรือเกสรชมพูมาเหมียว เป็นต้น การรับประทานดอกไม้ส่วนนี้คือการรับประทานแบบสน หรือแบบทำให้สุก โดยการ ลวก ต้ม นึ่ง ทอด ผัด

ผักฮ้วนหรือกระทงหมาบ้า ดอกมีรสขมโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเก็บในหน้าฝน นำดอกมาต้มปรุงเป็นแกงร่วมกับผักชนิดอื่น ดอกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และมีสรรพคุณลดอาการอักเสบ (Das et al, 2017)

ดอกพะยอมมีกลิ่นหอม รับประทานได้ทั้งดอกสด และนำไปลวกทานคู่กับน้ำพริกหรือนำมาปรุงเป็นยำดอกพะยอม พล่าดอกพะยอม

ดอกคอนแคนหรือค้อนหมาขาว นิยมนำดอกอ่อนไปปรุงสุก เช่น นึ่ง ผัด ส่วนดอกอ่อนสดนั้นนำมารับประทานได้แต่ไม่นิยม

ดอกนางแลหรือลิงลาว มีรสชาติหวานอมขมเล็กน้อย นิยมนำดอกไปลวกหรือต้มรับประทานคู่กับน้ำพริก หรือปรุงเป็นแกงหรือรับประทานสด

ดอกมะลิเป็นวัตถุดิบคู่อาหารไทยและขนมไทยมาช้านาน ดอกใช้ลอยน้ำเพื่อให้น้ำเชื่อมมีความหอมของดอกมะลิ หรือตกแต่งจาน ส่วนของดอกมีน้ำมันหอมระเหย สารกลุ่มคูมาริน สารประกอบฟีนอลิก สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ สารกลุ่มซาโปนิน (kunhachan et al, 2012)

กลีบดอกบัวหลวงนิยมนำมารับประทานเป็นเมี่ยง หรือนำมาชงกับน้ำร้อนเป็นชาชง ดอกพบสารฟลาโวนอล ฟลาโวน และแอนโทไซยานิน

ช่อดอกผัดตบนำมาลวกก่อนรับประทาน ดอกพบสารแอนโทไซยานิน (Toki et al, 2020)

ช่อดอกของกล้วยน้ำว้าหรือปลีกล้วยน้ำว้าอุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ไฟเบอร์ วิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ แต่มีปริมาณไขมันต่ำ ช่อดอกมีไฟโตสเตอรอล ไตรเทอร์ปีนอยด์

ดอกอัญชันมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ที่น่าสนใจ คือสารประกอบฟีนอลิกและสารประกอบแอนโทไซยานินในอัญชันสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่มีหน้าที่ย่อยคาร์โบไฮเดรต



ภาพที่ 2.8 ดอกขจร

ที่มา: Teerarak (2018)

ดอกขจรมีรสเย็นขมแฉะมีกลิ่นหอมอ่อนๆ สามารถรับประทานสดได้หรือนำไปลวก ผัด แกง ในดอกมีวิตามินซี สารกลุ่มแทนนิน สารอินโนซิ ทอลเพนตะฟอสเฟต และสารอินโนซิทอล เฮกซะฟอสเฟต ดอกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ



ภาพที่ 2.9 ดอกข่ามะนาว

ที่มา: Wong and Chan (2013)

ดอกข่ามะนาวหรือขมนามมีกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นข้าวใหม่ นำดอกสดวางบนสำรับกับข้าวหรือข้าวสุกใหม่ ๆ ทำให้ข้าวมีกลิ่นหอมน่ารับประทานหรือนำดอกมาลอยน้ำสำหรับแช่ข้าวแช่แต่ห้ามรับประทานใบเพราะใบมีสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์



ภาพที่ 2.10 ดอกเข็ม

ที่มา: Dontha et al (2015)

ดอกเข็มนิยมนำมาชุปแป้งทอด หรือตกแต่งอาหารและจานอาหาร ดอกมีน้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วยสารกลุ่ม ไตรเทอร์ปีน ได้แก่ ursolic acid, oleanolic, lupeol และสารกลุ่มโมโนเทอร์ปีน

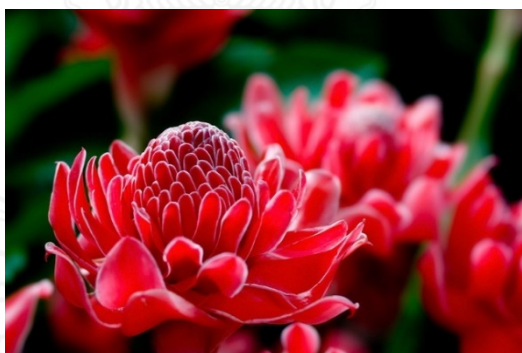




ภาพที่ 2.11 ช่อดอกผักปลัง

ที่มา: Dontha et al (2015)

ช่อดอกผักปลังสดสามารถรับประทานได้ทั้งผักและลวกรับประทานคู่กับน้ำพริก หรือนำมาแกง ช่อดอกและดอกใบพบสารเมือก



ภาพที่ 2.12 ดอกดาหลา

ที่มา: Teerarak (2018)

ดอกดาหลามีหลากหลายสี เช่น สีแดง สีชมพู สีขาว ดอกมีรสเผ็ดร้อน เล็กน้อยและมีกลิ่นหอม ช่อดอกอ่อนนำมาต้มรับประทานกับน้ำพริก หรือใช้เป็นส่วนประกอบในแกงเผ็ด แกงกะทิ นำมารับประทานกับข้าวต้ม และยังสามารถนำมารับประทานสด

2.2.3.2 ดอกไม้ที่มีพิษไม่ควรรับประทานสด แต่สามารถนำมารับประทานโดยการผ่านความร้อนหรือการผ่านกรรมวิธีกำจัดหรือลดปริมาณสารที่ก่อให้เกิดพิษออกไปก่อน ได้แก่ การดองแช่น้ำเกลือ ต้มแล้วเทน้ำทิ้งซึ่งต้องทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ตัวอย่างเช่น ดอกอ่อนของกลุ่มน้ำ ซึ่งต้องนำไปต้มหรือทำให้สุกก่อนนำไปรับประทานหรือดอกอ่อนขยำกับน้ำเกลือแล้วใส่น้ำข้าวขาว ดองนาน ดอง

นาน 3-5 วัน จึงจะรับประทานได้ การทำให้สุกหรือการดองนั้นเป็นการกำจัดสารกลุ่มไซยาโนจีนิก ไกลโคไซด์

ดอกชี่เหล็กมีรสขม ดอกมีสารประกอบฟีนอลิก สารกลุ่มแอนทราควิโนน ดอกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยระบายอ่อน ๆ และยังช่วยให้นอนหลับ ดอกอ่อนนำมาปรุงเป็นอาหารได้ เช่น แกงดอกชี่เหล็ก การทำแกงชี่เหล็กนั้นให้นำใบและดอกไปต้มกับน้ำแล้วเททิ้ง หรือบีบน้ำออกจากใบและดอกชี่เหล็ก ทำอย่างนี้ 2 - 3 ครั้ง จึงนนำใบและดอกชี่เหล็กมาแกงต่อไป ซึ่งการต้มชี่เหล็กกับน้ำนั้น ทำให้ความขมของชี่เหล็กลดลง จากการวิจัยพบว่า ชี่เหล็กที่ผ่านกระบวนการต้มกับน้ำ 2 - 3 ครั้ง มีปริมาณสารบาราคอล และสารกลุ่มแอนทราควิโนลลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับใบและดอกสด ซึ่งสารบาราคอลเป็นสารที่ก่อให้เกิดพิษต่อตับ Padumanonda (2006)

2.2.3.3 ดอกไม้ที่มีพิษและไม่ควรนำมาปรุงอาหารหรือตกแต่งจานอาหาร ได้แก่ ดอกยี่โถ ดอกรำเพย ดอกแย้มปิ้ง ดอกตีนเป็ดน้ำ ดอกชวนชม เนื่องจากดอกไม้เหล่านี้มีสารจำพวกคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของหัวใจ ดอกลำโพง ดอกลำโพงกาสลัก ดอกดองดึง เป็นดอกไม้ที่มีสารอัลคาลอยด์ ถึงแม้ว่าดอกไม้ในกลุ่มนี้มีพิษแต่บางชนิดก็สามารถนำมาปรุงเป็นยาจากพืชสมุนไพรได้ เมื่ออยู่ในมือผู้เชี่ยวชาญด้านสมุนไพร

## 2.3 การผลิตเครื่องดื่มพาสเจอร์ไรซ์

กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์เป็นกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนเหมาะสมสำหรับอาหารที่เป็นของเหลว และของไหลแบบนิวโทเนียน เช่น นม น้ำผลไม้ และบียร์ เป็นต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และเชื้อที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (Saravacos และ Kostaropoulos, 2002) กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์มีได้หลายระดับตามลักษณะของอาหาร ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลของการพาสเจอร์ไรซ์

ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหาร	ผลของการพาสเจอร์ไรซ์
อาหารเป็นกรดสูง	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์
อาหารเป็นกรด	ยับยั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และรา
อาหารกรดต่ำ	ยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรค
	ยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Tucker และ Featherstone (2010)

พาสเจอร์ไรซ์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ฟอสฟาเทส โดยใช้อุณหภูมิ และเวลาอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

- อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 15 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

### 2.3.1 รูปแบบของกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์

กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์พบว่าอุณหภูมิ และเวลาที่ได้รับในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์มีอยู่หลากหลายรูปแบบ และสามารถแบ่งประเภทของกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ในอุตสาหกรรมตามรูปแบบอุณหภูมิ และเวลาที่ได้รับเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.3.1.1 วิธีการใช้ความร้อนต่ำเวลานาน (LTLT) เป็นกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนแบบไม่ต่อเนื่อง โดยจะให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที อย่างไรก็ตามในปัจจุบันกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนส่วนใหญ่จะเป็นกระบวนการแบบต่อเนื่อง เช่น กระบวนการ HTST และ UHT เป็นต้น

2.3.1.2 วิธีใช้ความร้อนสูงเวลาสั้น (HTST) เป็นกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนแบบต่อเนื่องที่ใช้อุณหภูมิสูงแต่เวลาสั้น ซึ่งรูปแบบอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการ HTST จะขึ้นอยู่กับชนิด และคุณสมบัติบางอย่างของอาหาร รวมถึงสภาวะในการเก็บรักษาอาหาร (Ibarrola และคณะ, 2002) สำหรับกระบวนการ HTST จะใช้อุณหภูมิ 72 ถึง 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ถึง 20 นาที แล้วจึงลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว

2.3.1.3 วิธีใช้ความร้อนสูงพิเศษเวลาสั้น เป็นกระบวนการสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนสูงพิเศษเวลาสั้นจะสามารถเก็บไว้ได้นาน 30 - 40 วัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์แบบปกติจะมีอายุการเก็บรักษาเพียง 2 - 16 วัน โดยกระบวนการนี้จะให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิระหว่าง 125 - 138 องศาเซลเซียส เป็นเวลาน้อยกว่า 2 วินาที และทำการลดอุณหภูมิลงให้ต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส ซึ่งข้อดีของกระบวนการนี้ คือ สามารถคงคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าวิธีอื่น

### 2.3.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในการผลิตเครื่องดื่ม

เครื่องดื่มที่ผลิตในประเทศไทยมีหลายประเภท ได้แก่ เครื่องดื่มเข้มข้น เครื่องดื่มน้ำตาล เครื่องดื่มชนิดเหลวและชนิดแข็ง ซึ่งเครื่องดื่มที่มักพบปัญหาามากที่สุดเนื่องจากผู้ผลิตเป็นขนาดกลาง และขนาดเล็ก และมีปริมาณการผลิตค่อนข้างมาก คือ เครื่องดื่มชนิดเหลวชนิดแข็ง เครื่องดื่มเหล่านี้แบ่งได้เป็นหลายชนิด ตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่น ผลิตจากผลไม้ ดอกไม้ (เช่น

ดอกเก๊กฮวย ดอกกระเจี๊ยบ เป็นต้น) และสมุนไพรต่าง ๆ (เช่น ว่านหางจระเข้ มะตูม เป็นต้น) ทำให้มีขบวนการผลิตที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ อันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นอันเนื่องจากการผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จึงมีความหลากหลายขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ กรรมวิธีการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งสัญลักษณ์การผลิตและการจำหน่ายด้วย (ไชยภร, 2562)

### 2.3.2.1 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของเครื่องดื่มชนิดเหลวและชนิดแข็งมีความแตกต่างกันตามชนิดของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ ในที่นี้จะกล่าวถึงกระบวนการหลัก ๆ ในการผลิตดังนี้

- 1) การเตรียมวัตถุดิบ ประกอบด้วยขั้นตอน การล้าง การตัดแต่ง การบด การหั่น และการคั้น เป็นต้น
- 2) กระบวนการแปรรูป ได้แก่ การปรุงผสม การต้ม การเคี้ยว การระเหยน้ำ และการตากแห้ง เป็นต้น
- 3) การบรรจุ ภาชนะบรรจุที่ใช้ในการบรรจุมีหลายประเภท เช่น ซอง ฟิล์มพลาสติก ขวด หรือ กระป๋อง (วิชัย, 2545)

### 2.3.3 อายุการเก็บรักษาอาหารพาสเจอร์ไรซ์

ผลิตภัณฑ์ชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาหลังบรรจุจนถึงผู้บริโภค และระยะเวลาการบริโภคต้องไม่เกิน 10 วัน นับจากวันที่บรรจุในภาชนะบรรจุพร้อมจำหน่าย

### 2.3.4 คุณสมบัติของนมพาสเจอร์ไรส์

- 1) ปราศจากจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรค
- 2) ลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นสาเหตุของโรคลง (มีไม่เกิน 50,000 โคโลนี/มล.)
- 3) เอนไซม์ไลเปสและเอนไซม์อัลคาไลน์ฟอสฟาเตสถูกทำลายหมด
- 4) อายุการเก็บรักษาในตู้เย็นนานขึ้น
- 5) รสกลิ่นและสีเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย
- 6) คุณค่าทางอาหารเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย

### 2.3.5 การพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านการบรรจุแล้ว

การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวบางชนิด เช่น เปียร์และน้ำผลไม้ จะทำหลังจากการบรรจุลงภาชนะแล้ว สำหรับอาหารที่บรรจุขวดแก้วต้องบรรจุน้ำด้วยเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน (thermal shock) ซึ่งจะทำให้เกิดรอยร้าวของบรรจุภัณฑ์ ความแตกต่างสูงสุดระหว่างอุณหภูมิของบรรจุภัณฑ์และน้ำที่ภาชนะแก้วจะทนได้คือ 20°C สำหรับการให้ความร้อนและ 10°C สำหรับการทำให้เย็น การพาสเจอร์ไรส์อาหารในบรรจุภัณฑ์ประเภทโลหะหรือพลาสติกจะใช้ส่วนผสมของไอน้ำและอากาศหรือน้ำร้อนเพราะมีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวต่ำในทุกกรณี อาหารจะ

ถูกทำให้เย็นลงไปยัง 40°C เพื่อระเหยน้ำบนผิวบรรจุภัณฑ์และป้องกันการเกิดสนิมภายนอกหรือที่ฝา และเพื่อเร่งให้ผลึกติดได้เร็วขึ้น กระบวนการนี้มีทั้งแบบกะและแบบต่อเนื่อง เครื่องมือที่ง่ายที่สุดจะประกอบด้วยอ่างน้ำร้อนซึ่งจะให้ความร้อนแก่อาหารที่บรรจุแล้วและวางในภาชนะที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะมีการปล่อยน้ำเย็นเข้าไปเพื่อทำให้อาหารเย็นลง สำหรับในระบบแบบต่อเนื่องจะมีสายพานเพื่อลำเลียงอาหารที่บรรจุแล้วเข้าไปในหน่วยให้ความร้อนและหน่วยทำให้เย็น

ระบบพาสเจอร์ไรส์อื่นอาจประกอบด้วยโมเมนต์ที่แบ่งหน่วยให้ความร้อนเป็นหลายๆหน่วยมีการพ่นละอองน้ำซึ่งละเอียดมากเพื่อให้ความร้อนแก่อาหารในบรรจุภัณฑ์บนสายพานที่ผ่านเข้ามาในแต่ละหน่วย อุณหภูมิของอาหารจะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการพาสเจอร์ไรส์อย่างสมบูรณ์ในส่วนการทำให้เย็นจะมีละอองน้ำฉีดลงมาเช่นกัน การหมุนเวียนน้ำทำได้โดยน้ำในส่วนของ การให้ความร้อนเบื้องต้นซึ่งจะเย็นลงโดยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอาหารที่ผ่านเข้ามา และในส่วนการทำให้เย็นซึ่งจะร้อนขึ้นโดยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอาหารที่มีอุณหภูมิสูงหลังจากได้รับความร้อน ข้อดีของการใช้โมเมนต์ไอน้ำในการพาสเจอร์ไรส์ คือ การให้ความร้อนที่เร็วกว่าและใช้เวลาในการให้ความร้อนอาหารสั้นกว่าเครื่องที่มีขนาดเล็กอุณหภูมิในหน่วยให้ความร้อนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นโดยการลดปริมาณของอากาศในส่วนผสมของไอน้ำและอากาศ การทำให้เย็นทำได้โดยการฉีดละอองน้ำหรือโดยการแช่ผลิตภัณฑ์ลงในอ่างน้ำเย็น

### 2.3.6 การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวก่อนการบรรจุ

การพาสเจอร์ไรส์อาหารเหลวบางชนิดในปริมาณไม่มากนักอาจใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบมีใบมีดปาดผิวหรือใช้หม้อเปิดในการต้มก็ได้ อย่างไรก็ตามในการพาสเจอร์ไรส์ของเหลวที่มีความหนืดต่ำก่อนการบรรจุในปริมาณมาก เช่น นม ผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ ไซท์เหลว เปียร์ และไวน์ นิยมใช้เครื่องที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น สำหรับน้ำผลไม้ ไวน์ ผลิตภัณฑ์บางอย่างจำเป็นต้องมีขั้นตอนการกำจัดอากาศออกเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการเก็บรักษา อาหารเหลวเหล่านี้จะถูกฉีดพ่นเข้าไปในภาชนะสุญญากาศและอากาศจะถูกกำจัดออกไปด้วยปั๊มสุญญากาศก่อนการพาสเจอร์ไรส์

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นประกอบด้วยแผ่นเหล็กสแตนเลสบาง ๆ หลายแผ่นวางประกบและยึดกันโดยกรอบโลหะ การประกอบเรียงกันเช่นนี้จะทำให้เกิดช่องขนานกันระหว่างแผ่นอาหารเหลวและตัวกลางถ่ายเทความร้อน เช่น น้ำร้อนหรือไอน้ำ จะถูกปั๊มผ่านช่องเหล่านี้สลับกัน โดยส่วนใหญ่จะไหลในลักษณะสวนทางกัน (counter-current flow) แผ่นโลหะทั้งหมดจะถูกปิดแน่นด้วยยางสังเคราะห์เพื่อป้องกันการผสมกันระหว่างผลิตภัณฑ์และตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและการทำให้เย็น แผ่นโลหะมีลักษณะเป็นลูกฟูกเพื่อชักนำให้ของเหลวไหลแบบ

เทอร์บูเลนซ์ร่วมกับการบีบด้วยความเร็วสูง ทำให้สามารถช่วยลดความหนาของฉนวนฟิล์มและทำให้สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อน (3,000 - 11,500 วัตต์/เมตร<sup>2</sup>/เคลวิน) มีค่าสูงขึ้นในกระบวนการพาสเจอร์ไรส์อาหารจะถูกบีบจากบาลานซ์แท็งค์ไปยังหน่วยรีเจเนอเรชันซึ่งจะร้อนขึ้นด้วยการถ่ายเทความร้อนจากอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์มา อาหารจะมีอุณหภูมิสูงถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในหน่วยให้ความร้อน และอยู่ในท่อพาสเจอร์ไรส์ตามระยะเวลาที่กำหนดเพื่อให้เกิดการพาสเจอร์ไรส์ที่สมบูรณ์ ถ้าอุณหภูมิของอาหารยังเพิ่มขึ้นไม่ถึงอุณหภูมิของการพาสเจอร์ไรส์ วาล์วไหลกลับจะเปิดให้อาหารไหลกลับไปยังบาลานซ์แท็งค์เพื่อกลับเข้ามาผ่านการพาสเจอร์ไรส์ใหม่ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วจะถูกทำให้เย็นในส่วนของรีเจเนอเรชันซึ่งในขณะเดียวกันก็จะเป็นส่วนของการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่อาหารที่ส่งเข้ามาด้วย และถูกทำให้เย็นต่อไปด้วยน้ำเย็นหรืออาจใช้น้ำเย็นจัดต่อไปในส่วนของการทำให้เย็นการใช้ระบบนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่เช่นนี้ทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้มาก โดยความร้อนกว่า 95% จะถูกนำมาใช้ใหม่

## 2.4 ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS)

Fructooligo accharide เป็นคาร์โบไฮเดรตรูปแบบหนึ่ง คำว่าแซคคาไรด์เป็นอีกคำหนึ่งของน้ำตาลและโอลิโกแซคคาไรด์เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลุ่มเล็ก ๆ เหล่านี้ Fructooligosaccharide ใช้เป็นสารให้ความหวานคำว่าแซคคาไรด์เป็นอีกคำหนึ่งของน้ำตาลและโอลิโกแซคคาไรด์เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลุ่มเล็ก ๆ เหล่านี้ Fructooligosaccharides ใช้เป็นสารให้ความหวานทดแทนเนื่องจากมีแคลอรีน้อยกว่าน้ำตาล ไม่ทำให้น้ำตาลในเลือดพุ่งสูงขึ้น

โอลิโกโลส คือ พรีไบโอติกไซรัป ที่มีส่วนประกอบของฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์สายสั้น (Short Chain Fructooligosaccharide ; SC-FOS) ซึ่งจัดเป็นใยอาหารชนิดละลายน้ำ (Soluble fiber) ที่พบได้ทั่วไปในพืชผักและผลไม้ อาทิ เช่น กัลย มะเขือเทศ กระเทียม หอมหัวใหญ่ หน่อไม้ฝรั่ง แก่นตะวัน หัวซีโครี และน้ำอ้อย เป็นต้น โอลิโกโลส ผลิตจากอ้อยธรรมชาติ อยู่ในรูปของเหลวใสสีเหลืองทอง รสชาติหวานอ่อน ๆ มีส่วนประกอบของฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ โอลิโกโลสจึงเป็นไซรัปที่ให้พลังงานน้อยกว่าน้ำเชื่อมทั่วไปครึ่งหนึ่ง และช่วยปรับสมดุลการขับถ่าย ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้ส่งผลให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานได้ดีขึ้น

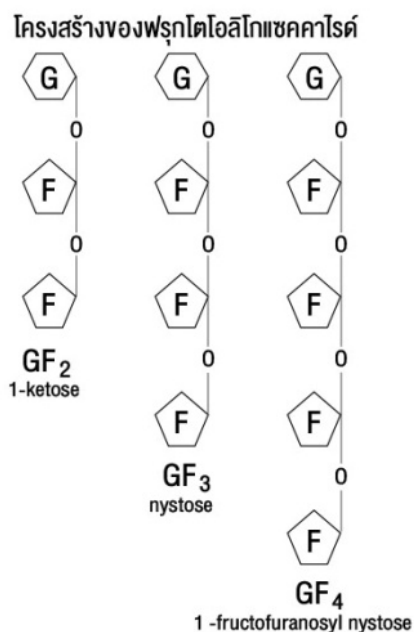
อินูลิน (Inulin) หรือฟรุคโทแซน (Fructosan) เป็นแป้งที่พบในหัว หรือรากพืชบางชนิด มีคุณสมบัติละลายในน้ำอุ่นได้ดี จัดเป็นเส้นใยที่เรียกว่าฟรุคแทน (fructan) เป็นการต่อกันของหลาย ๆ โมเลกุลของน้ำตาลเชิงฟรุคโทส

ลักษณะเฉพาะ คือ มีรสชาติที่หวาน คล้ายน้ำตาล จึงมักนำมาเป็นส่วนประกอบในอาหารประเภทอาหารหวาน เช่น ไอศกรีม และจะไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหารจึงไม่ให้พลังงาน และไม่เพิ่ม

ระดับน้ำตาล เนื่องจากอินนูลินจัดเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำ ซึ่งใยอาหารที่ละลายน้ำจะช่วยให้การย่อย ทำให้การดูดซึมแป้ง และน้ำตาลช้าลง ซึ่งเป็นผลดีต่อระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยโรคเบาหวานอีกด้วย

อินนูลิน ถูกค้นพบครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2361 โดยสกัดออกมาจากต้น *Inula helenium* อินนูลินพบได้ในพืชหลายชนิด ส่วนมากพบในส่วนของหัว หรือรากสะสมอาหาร เช่น กระเทียมต้น หอม กระเทียม กะหล่ำปลี ทิวลิป หน่อไม้ฝรั่ง และพบมากในหัวแก่ตะวัน และชิคอรี่ โดยประเทศในเขตกึ่งหนาวจะใช้ชิคอรี่ กับ แก่นตะวัน ในการผลิตอินนูลินเชิงอุตสาหกรรม

สารอินนูลินนั้นมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์มาก เพราะช่วยให้แบคทีเรีย (จุลินทรีย์) ที่มีประโยชน์ในลำไส้เพิ่มจำนวนมากขึ้น และยับยั้งการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียสาเหตุโรคท้องร่วง จากงานวิจัยอื่นๆยังพบว่า อินนูลิน เพิ่มการดูดซึมของแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุเหล็ก อีกทั้งยังช่วยลดอาการท้องผูกทางอ้อมโดยทำให้อุจจาระนุ่มขึ้นจึงขับถ่ายได้ง่ายขึ้น อาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ที่ดีในร่างกายเราก็คือ ฟรุคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Fructo-Oligosaccharides หรือ FOS) โดยฟรุคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่มีคุณภาพดีที่สุด และนิยมใช้กันทั่วโลก คือชนิดที่สกัดมาจากหัวชิคอรี่ (Chicory Root) ฟรุคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ จัดเป็น สารให้ความหวาน (sweetener) ทดแทนน้ำตาล (sugar substitute) มีรสชาติเหมือนกับน้ำตาล ใช้เป็นสารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำกว่าน้ำตาลทราย 30 - 50% (เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาล sucrose) และละลายในน้ำได้ดี มักใช้ในอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน หรือผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากสารนี้ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ จึงตกเป็นอาหารอันโอชะของจุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้เรานั้นเองหากมีการใช้ร่วมกับ โปรไบโอติก ชนิดอินนูลิน จะยิ่งเสริมประสิทธิภาพในการเป็น Prebiotic ที่ดียิ่งขึ้นอีกด้วยเนื่องจากอินนูลิน และ FOS เป็นใยอาหารที่อุ้มน้ำได้ดี ช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหารในลำไส้จึง กระตุ้นการบีบตัวของลำไส้ ทำให้ขับถ่ายสะดวกขึ้น และในขณะที่กากใยเหล่านี้เกิดการหมักจากแบคทีเรียที่ดีจึงทำให้สร้างกรดบิวทิริกและกรดโพรพิโอนิก ซึ่งสามารถ ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้ รวมทั้งการใช้ประโยชน์ร่วมกัน (synbiotic) ของใยอาหารอินนูลิน, FOS และจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ตระกูล *Lactobacillus* และ *Bifidobacterium* ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของเซลล์มะเร็งในผู้ป่วยมากขึ้นลดจุลินทรีย์ก่อโรคทางอ้อมจากความเป็นโปรไบโอติกอินนูลินและ FOS มีคุณสมบัติมากกว่าใยอาหารทั่วไปคือ มีคุณสมบัติความเป็นโปรไบโอติก (prebiotic) ที่สามารถเป็นอาหารของแบคทีเรียที่ดีในลำไส้ของมนุษย์ได้ จึงช่วยลดจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (pathogenic organism) และเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.13 โครงสร้างทางเคมีฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์

ที่มา: Gut Microbes (2017)

#### 2.4.1 คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของฟรุกแทน

เป็นสารบริสุทธิ์ที่มีความหวาน 1/4 ของน้ำตาลทรายละลายน้ำได้ดี ให้พลังงานต่ำ จัดเป็น ฟรีไบโอติก ซึ่งจะช่วยเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ส่งผลดีต่อการทำงานในระบบทางเดินอาหารและสุขภาพ อินนูลินและโอลิโกฟรุคโตส พบว่าเป็นส่วนประกอบตามธรรมชาติในพืชผักและธัญชาติ ในปี 1995 อินนูลินและโอลิโกฟรุคโตส ตามนิยามของ Gibson & Roberfroind โดยคำว่าฟรีไบโอติก มีความหมายว่าอาหารที่มีลักษณะเฉพาะที่ไม่ย่อยและดูดซึมในระบบทางเดินอาหารตอนบนและสามารถเพิ่มปริมาณแบคทีเรียชนิดเฉพาะเจาะจงที่มีอยู่ตามปกติในลำไส้ใหญ่จำพวก Bifidobacteria และ Lactobacilli ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพ ฟรีไบโอติกมีหลายชนิด เช่น อินนูลิน ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ไฮโอลิโกแซคคาไรด์ กาแลคโตโอลิโกแซคคาไรด์ ฯลฯ อินนูลินเป็นใยอาหารกลุ่มหนึ่งที่ละลายน้ำได้ ละลายได้ดีในน้ำร้อน จัดเป็นคอมแพล็กซ์คาร์โบไฮเดรตที่ไม่สามารถย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในร่างกาย ทำให้มีการดูดซึมและนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง ช่วยปรับปรุงการย่อยในลำไส้ใหญ่ ช่วยให้แบคทีเรียเพื่อสุขภาพในลำไส้ทำงานได้ดีขึ้น โดยเฉพาะแบคทีเรียจำพวก biocultures และ lactobacilli

จะทำงานได้ดีขึ้นและเพิ่มจำนวนมากขึ้น ช่วยต่อต้านแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการให้ลดจำนวนลง ทำให้ร่างกายมีลำไส้ที่สะอาดและระบบขับถ่ายดีขึ้น ท้องไม่ผูก ยับยั้งการเกิดมะเร็งและเพิ่มภูมิคุ้มกัน นอกจากนี้คุณสมบัติการไม่ย่อยในลำไส้ภายในร่างกาย ยังช่วยเพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุโดยเฉพาะการ



ดูดซึมแคลเซียมได้มากขึ้นและช่วยปรับสภาพของ อาหารที่ไม่ถูกย่อย ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ บางครั้งเรียกชื่อทั่ว ๆ ไปว่า โอลิโกแซคคาไรด์ หรือโอลิโกฟรุคแทน มีองค์ประกอบที่เป็นโมเลกุลของ น้ำตาลเชื่อมต่อกัน มีรสหวานอ่อน ๆ ความหวานประมาณ 30%-50% ของน้ำตาลทราย ใช้เป็นสาร ทดแทนความหวานในรูปไซรัปที่ไม่หวานมาก จัดเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีลักษณะ เหมือนโยอาหาร ทั่ว ๆ ไป สามารถช่วยลดพลังงานและแคลอรี พลังงานที่ได้จะต่ำมาก ระบบเอนไซม์ของน้ำลายและ ในทางเดินอาหารของร่างกายมนุษย์ ไม่ช่วยให้ถูกย่อยและไม่สามารถช่วยให้เกิดการไฮโดรไลสได้ รวมทั้งการหมักและย่อยที่ลำไส้ใหญ่โดยแบคทีเรียชนิดแอนาโรบิคซึ่งมีอยู่จามปกติในระบบลำไส้และ ระบบทางเดินอาหารสามารถย่อยได้น้อยมาก ทำให้มีคุณสมบัติเป็นโยอาหารที่มีผลต่อภาวะโรคอ้วน โดยตรง (วินศ, 2555)

#### 2.4.2 วิธีการผลิตน้ำตาลฟรุคโทโอลิโกแซ็กคาไรด์เชิงพาณิชย์

กรรมวิธีการผลิตน้ำตาลฟรุคโทโอลิโกแซ็กคาไรด์เชิงพาณิชย์ สามารถผลิตจากน้ำตาล ซูโครสด้วยปฏิกิริยาทรานสฟรุคโทซิเลชันจากการทำงานของเอนไวม์ฟรุคโทซิลทรานสฟรุคโทซิเลชัน จากการทำงานของเอนไซม์ฟรุคโทซิลทรานสเฟอเรส และปีตาฟรุคโทฟูราโนซิเดส กระบวนการผลิต แบ่งออกเป็นสองขั้นตอน คือ การเตรียมเอนไซม์ปีตาฟรุคโทฟูราโนซิเดส และการผลิตฟรุคโทโอลิโกแซ็กคาไรด์ ที่ดำเนินการภายใต้สภาวะที่เหมาะสม

กระบวนการผลิตฟรุคโทโอลิโกแซ็กคาไรด์ผลิตได้ทั้งแบบเบ็ดเสร็จและแบบต่อเนื่อง ซึ่งขึ้นอยู่กับนวัตกรรมของกรรมวิธีการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ฟรุคโทโอลิโกแซ็กคาไรด์สุดท้ายที่ได้จะ แตกต่างกันด้วยองค์ประกอบหลัก (1-เคสโทส นีสโทส และ 1F-ฟรุคโทฟูราโนซิลนีสโทส) และ องค์ประกอบบราว (ซูโครส และ กลูโคส)

อีกทางเลือกหนึ่งของการผลิตน้ำตาลฟรุคโทโอลิโกแซ็กคาไรด์ คือ การผลิตจากอินูลิน ด้วยการทำงานของเอนไซม์อินูลิเนสที่เน้นเพียงกิจกรรมของเอนโดอินูลิเนส ที่ทำหน้าที่ย่อยสลาย พันธะภายในโมเลกุลของอินูลิน แหล่งของอินูลินที่ใช้เป็นวัตถุดิบสามารถสกัดได้จากซีโครีและ เยรูซาเล็มอาร์ทีไซค์ โดยทั่วไปน้ำตาลฟรุคโทโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได้เป็นน้ำตาลผสมที่ประกอบด้วย กลูโคส ฟรุคโทส ซูโครส และโอลิโกแซ็กคาไรด์ จึงต้องผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ เพื่อให้ได้ ผลิตภัณฑ์น้ำตาลโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ต้องการ โดยใช้วิธีเจลฟิวเทรชันโครมาโทกราฟีด้วยเรซินแลกเปลี่ยนประจุบวก เช่น  $Ca^{2+}$ -sulfonate styrene-divinylbenzene หรือ การทำให้บริสุทธิ์ด้วยการ กรองผ่านเยื่อเช่นการกรองด้วยเมมเบรน NF-CA-50

น้ำตาลฟรุคโทโอลิโกแซ็กคาไรด์มีคุณสมบัติเป็นสารพรีไบโอติก เนื่องจากไม่ถูกย่อย สลายโดยเอนไซม์ในร่างกายคนและสัตว์ แต่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบีฟิโด ซึ่งเป็น จุลทรีย์ในกลุ่มพรีไบโอติก ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และจัดเป็นสารให้ความหวานที่ช่วยป้องกัน ฟันผุและให้พลังงานต่ำกว่าน้ำตาลซูโครส ปริมาณที่เหมาะสมในการบริโภคน้ำตาลฟรุคโทโอลิโกแซ็กคา

ไรต์ 4 - 15 กรัมต่อวัน มีผลช่วยลดอาการท้องผูก และส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบีฟิโดในลำไส้ การบริโภคน้ำตาลฟรุกโทโอลิโกแซ็กคาไรด์ปริมาณ 6 - 12 กรัมต่อวัน ติดต่อกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ถึง 3 เดือน สามารถช่วยลดคอเลสเตอรอลได้ รวมทั้งยังช่วยลดระดับความดันโลหิตได้อีกด้วย (สารโวจน์, 2551)

**ตารางที่ 2.4** ปริมาณ Inulin และ FOS (ร้อยละน้ำหนักสด) ของพืชชนิดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นอาหาร

ชนิดของพืช	น้ำหนักแห้ง (ร้อยละ)	Inulin และ FOS (ร้อยละ)
หัวหอม	6	6
กระเทียม	40	16
กล้วย	24	0.7
หัวแก่นตะวัน	19	19
Chicory root	20	20
ข้าวไรน์	88	1

ที่มา: วินด์ (2555)

#### 2.4.3 แหล่งของฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ พบตามธรรมชาติ

ในพืชทั่วไป เช่น แก่นตะวัน มีการสังเคราะห์ฟรุคแทนบริเวณแควคิวโอล ซึ่งพบ FOS ได้มากถึงร้อยละ 15 - 20 นอกจากนั้นยังพบในพืชที่ใช้เป็นอาหาร ประเภท ข้าวสาลี ข้าวไรย์ หัวหอม แอสปารากัส กล้วย ถั่วเหลือง น้ำผึ้ง เมล็ดธัญพืชและผัก หลายชนิด เช่น หอม กระเทียม หน่อไม้ฝรั่ง โดยเฉพาะข้าวสาลีมีสูงถึงร้อยละ 10

#### 2.4.4 ประโยชน์ของฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS)

เป็นส่วนประกอบในอาหารที่เหมาะสมกับหมวดหมู่ต่างๆ เป็นคาร์โบไฮเดรต แต่มักจะระบู่ไว้ภายใต้เส้นใย นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารให้ความหวาน หมายเหตุที่น่าสนใจเกี่ยวกับ FOS คือมันผ่านลำไส้ที่ไม่ได้ย่อย FOS ไม่ได้ทำให้น้ำตาลในเลือดของคนพุ่งสูงขึ้นเหมือนสารให้ความหวานอื่น ๆ และยังมีแคลอรีต่ำอีกด้วย ด้วยเหตุผลเหล่านี้ FOS อาจเหมาะสำหรับผู้ที่มองหาสารให้ความหวานทางเลือก ในขณะที่ FOS มักถูกเติมลงในเครื่องดื่มน้ำเชื่อมและอาหารเป็นสารให้ความหวาน แต่การบริโภค FOS ยังมีประโยชน์อีกมากมาย ได้แก่ 프리ไบโอติก Complex FOS ถือเป็นฟรีไบโอติก เพื่อไม่ให้สับสนกับโปรไบโอติกฟรีไบโอติกช่วยเลี้ยงแบคทีเรียที่ดีในลำไส้ FOS มักใช้ในสูตรสำหรับทารก เพื่อช่วยเลี้ยงแบคทีเรียที่มีประโยชน์ที่ลำไส้ต้องการ

2.4.4.1 แหล่งที่มาของเส้นใยที่ละลายน้ำได้ เส้นใยที่ละลายน้ำได้จะช่วยอุ้มน้ำในลำไส้และให้อุจจาระมีรูปร่างที่สม่ำเสมอ การเพิ่มระดับไฟเบอร์ที่ละลายน้ำได้ในอาหารจาก FOS ช่วยลดหรือขจัดปัญหาทางเดินอาหารเช่นอาการท้องผูกหรือท้องร่วง ผลของกฎข้อบังคับนี้อาจเกิดจากการที่ FOS กินแบคทีเรียที่ดีในลำไส้ใหญ่

2.4.4.2 ลดคอเลสเตอรอล รีวิวล่าสุดใน Acta Cirurgica Brasileira พบว่า FOS สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในการศึกษาในสัตว์ทดลอง การแนะนำ FOS ในอาหารที่จำกัดแคลอรียังช่วยให้สัตว์เหล่านี้ลดน้ำหนักได้อีกด้วย นักวิจัยตั้งข้อสังเกตถึงความเป็นไปได้ที่การเสริม FOS จะดีต่อการลดคอเลสเตอรอลในมนุษย์เช่นกัน

2.4.4.3 ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของเยื่อบุลำไส้ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค

2.4.4.4 ปรับการเคลื่อนไหวของระบบทางเดินอาหาร กระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้

2.4.4.5 เพิ่มความเป็นกรดในลำไส้ ลดปริมาณแอมโมเนียและยูเรียในเลือด

2.4.4.6 เป็นแหล่งพลังงานให้กับร่างกาย

2.4.4.7 เพิ่มการดูดซึมกลับของน้ำและโซเดียม มีประโยชน์ในผู้ที่เกิดอาการท้องเสีย

2.4.4.8 Propionate ที่ได้จากการย่อยโดยแบคทีเรีย มีผลดีต่อเมตาบอลิซึมของกลูโคสและไขมัน ช่วยรักษาระดับกลูโคสและไขมันในเลือดให้เป็นปกติ

#### 2.4.5 Fructooligosaccharide (FOS)

แบ่งออกเป็นหลายวิธีและส่งผลให้เกิดผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่แตกต่างกันซึ่งมีการใช้งานที่แตกต่างกันและประโยชน์ที่ต่างกัน FOS มาในรูปแบบที่ต่างกันสองสามรูปแบบและแต่ละแบบอาจใช้เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ

2.4.5.1 น้ำเชื่อม FOS บางชนิดถูกย่อยสลายและทำเป็นน้ำเชื่อม ตัวอย่างทั่วไป ได้แก่ น้ำเชื่อมรากยาคอนและน้ำเชื่อมหางจรเข้สีน้ำตาล สิ่งเหล่านี้สามารถเจือจางในน้ำและนำมาเป็นอาหารเสริมหรือสามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับสูตรอาหารหรือเพิ่มลงในอาหารและสูตรเครื่องดื่มเป็นสารให้ความหวาน

2.4.5.2 ผงรากชิโครีเป็นตัวอย่างที่พบบ่อยที่สุดของอาหารที่มี FOS ซึ่งกลายเป็นผงรากชิโครีบดมักใช้เป็นทางเลือกของกาแฟ การผสมหนึ่งช้อนเต็มลงในน้ำอุ่นจะให้รสชาติคล้ายกับกาแฟโดยไม่ต้องกระตุ้นมากนัก

2.4.5.3 สารสกัด FOS ประเภทอื่น ๆ อีกมากมายถูกสร้างเป็นสารสกัดที่มีความแข็งแรงหรือความเข้มข้นต่างกัน สิ่งเหล่านี้มาจากแหล่งอาหารทั้งหมดเช่นอาติไซค์หรือชิโครี

นอกจากนี้ยังอาจผ่านกระบวนการทางเคมีมากกว่าที่จะผ่านกระบวนการทางธรรมชาติซึ่งอาจทำให้เกิดประโยชน์น้อยกว่า

ผลข้างเคียงและปัจจัยเสี่ยงของการใช้ FOS บางคนอาจไวต่อผลกระทบของ FOS ในคนเหล่านี้อาจรู้สึกถึงผลข้างเคียงแม้ว่าจะใช้ FOS เพียงเล็กน้อยก็ตาม อาการแพ้อาจรวมถึง ตะคริว คลื่นไส้ ท้องอืด แก๊ส ท้องร่วง มีอาการคันในลำคอ อาการบวมที่ดวงตาใบหน้าและปาก เวียนศีรษะ มึนงงและเป็นลม ลมพิษอาการคันและกลาก อาการแพ้อย่างรุนแรงอาจทำให้เกิดอาการช็อกซึ่งอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ สัญญาณของอาการแพ้เป็นสาเหตุให้รีบไปพบแพทย์

#### 2.4.6 ข้อควรระวังและคำเตือน

ควรรู้อะไรก่อนใช้ฟรุกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์: แพทย์ เภสัชกรหรือผู้เชี่ยวชาญด้านสมุนไพรในกรณีนี้

1) ตั้งครรภ์หรืออยู่ในช่วงให้นมบุตร เนื่องจากในขณะที่ให้นมบุตรนั้น ควรใช้ยาตามคำแนะนำของแพทย์เท่านั้น

2) กำลังใช้ยาอื่น ๆ รวมถึงยาที่สามารถซื้อได้โดยไม่ต้องมีใบสั่งจากแพทย์

3) มีอาการแพ้สารในฟรุกโต-โอลิโกแซ็กคาไรด์ ยาอื่น ๆ หรืออาหารเสริมอื่น ๆ

4) มีโรคอื่น ๆ มีความผิดปกติหรือพยาธิสภาพอื่น ๆ

5) มีอาการแพ้อื่น ๆ เช่น แพ้อาหาร สีสผสมอาหาร สารกันบูดหรือเนื้อสัตว์ต่าง ๆ

ข้อกำหนดสำหรับผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากฟรุกโต-โอลิโกแซ็กคาไรด์นั้นมีความเข้มงวดน้อยกว่าข้อกำหนดยาอื่น ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อความปลอดภัย การใช้ผลิตภัณฑ์นี้ต้องมีประโยชน์มากกว่าความเสี่ยง ควรปรึกษาแพทย์หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับหญิงตั้งครรภ์และอยู่ในระหว่างการให้นมบุตร: ข้อมูลเรื่องความปลอดภัยในการนำฟรุกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ไปใช้ในระหว่างตั้งครรภ์ และให้นมบุตรนั้นยังมีไม่มากพอ ควรคำนึงถึงความปลอดภัยและหลีกเลี่ยงการใช้ ผลข้างเคียงจากการใช้ฟรุกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์: แต่เชื่อว่าทุกคนจะได้รับผลข้างเคียงเหล่านี้ และอาจมีผลข้างเคียงบางอย่างที่ไม่ได้ระบุไว้ข้างต้น หากคุณมีข้อกังวลเกี่ยวกับผลข้างเคียงใด ๆ กรุณาปรึกษาแพทย์ (พลอยดา, 2021)

## 2.5 น้ำตาล

น้ำตาล (Sugar) คือ สารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทโมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) และไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) ซึ่งมีรสหวาน โดยทั่วไปจะได้จากอ้อย มะพร้าว แต่โดยทั่วไปแล้วจะเรียกอาหารที่มีรสหวานว่าน้ำตาลแทบทั้งสิ้น เช่น ทำมาจากตาลจะเรียกว่าตาลโตนด ทำมาจากมะพร้าวจะเรียกว่าน้ำตาลมะพร้าว ทำมาจากงวงจากจะเรียกว่าน้ำตาลจาก ทำมาจากงบจะเรียกว่าน้ำตาลงบ ทำมาจากอ้อยแต่ยังไม่ได้ทำเป็นน้ำตาลทรายจะเรียกว่าน้ำตาล

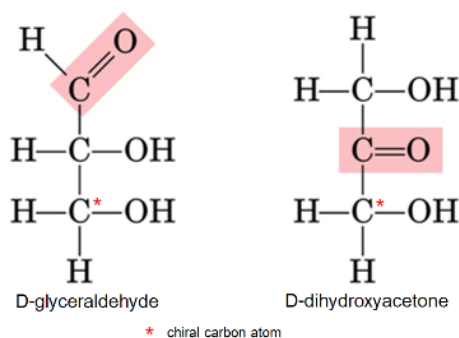
ทรายดิบ ถ้านำมาทำเป็นเม็ดจะเรียกว่าน้ำตาลทราย หรือถ้านำมาทำเป็นก้อนแข็งคล้ายกววดจะเรียกว่าน้ำตาลกววด ฯลฯ

น้ำตาลทั่วไปมีรสหวาน แต่ความจริงแล้วไม่ใช่ว่าน้ำตาลทุกชนิดที่จะมีรสหวาน เช่น แล็กโทส (lactose) ซึ่งจะมีอยู่ในนมคนหรือนมวัว เมื่อเรารดแล้วจะไม่มีรสหวาน แม้จะกินแล็กโทสเพียงอย่างเดียว ความหวานก็ยังมีอยู่อย่างจำกัด

นอกจากนี้แป้งซึ่งเป็นอาหารที่สำคัญยังประกอบไปด้วยอนุภาคของกลูโคส 6,500 หน่วย ถ้าไม่มีการสลายตัวจะไม่มีรสหวาน แต่เป็นแหล่งสำคัญของน้ำตาลที่ร่างกายได้รับในแต่ละวัน เวลาที่รับประทานขนมปัง แป้งจะคลุกเคล้ากับเอนไซม์ในน้ำลาย จนเกิดการสลายตัวทำให้มีรสหวาน คือ มอลโทส (maltose) ขึ้น และในวันหนึ่ง ๆ ร่างกายของเราจะต้องการน้ำตาลที่ได้จากอาหาร ประมาณ 100 - 400 กรัม (ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากแป้ง) น้ำตาลที่เข้ามาในร่างกายไม่ใช่ว่าจะได้รับการดูดซึมแล้วจะนำไปใช้ได้โดยตรง เพราะนอกจากกลูโคสแล้ว ไม่ว่าจะเป็มน้ำตาลชนิดใดก็ต้องถูกออกซิไดซ์ให้กลายเป็นกลูโคสก่อน แล้วจึงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ได้ (กล้าณรงค์, 2552)

น้ำตาลจะมีอยู่ด้วย 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1) มอโนแซ็กคาไรด์ Monosaccharide หรือน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวมอโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) เป็น หน่วยเล็กที่สุดของคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) มีจำนวนคาร์บอน ตั้งแต่ 3 - 9 อะตอม มีสูตรทั่วไปคือ  $(CH_2O)_n$  โครงสร้างโมเลกุลแบ่งตามหมู่ฟังก์ชัน (functional group) ได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มน้ำตาลที่มีหมู่ฟังก์ชัน เป็นแอลดีไฮด์ มีโครงสร้างเป็นพอลิไฮดรอกซีแอลดีไฮด์ (polyhydroxy aldehyde) เรียกว่าน้ำตาลกลุ่มนี้ว่า น้ำตาลอัลโดส (aldose) และ กลุ่มน้ำตาลที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็นคีโตน มีโครงสร้างเป็น พอลิไฮดรอกซีคีโตน (polyhydroxy ketone) ซึ่งเรียกน้ำตาลกลุ่มนี้ว่าน้ำตาลคีโตส (ketose) ไครอลคาร์บอน (chiral carbon atom) ในโมเลกุลของมอโนแซ็กคาไรด์ เป็นคาร์บอนชนิดไม่สมมาตร หมู่ไฮดรอกซิล ( $-OH$ ) ที่จับกับคาร์บอนตำแหน่งนี้ทางด้านขวา เรียกว่า D-form หากจับทางด้านขวา เรียกว่า L-form ตัวอย่างน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวชนิด D-form ที่มีคาร์บอน 3 อะตอม ซึ่งมีโมเลกุลขนาดเล็กที่สุด คือ กลีเซอรัลดีไฮด์ ซึ่งอยู่ในกลุ่มน้ำตาลอัลโดส และไฮดรอกซีคีโตน ซึ่งอยู่ในกลุ่มน้ำตาลคีโตส ดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 chiral carbon atom

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ (2555)

น้ำตาลเพนโทส (pentose) หมายถึง น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ที่มีคาร์บอน 5 อะตอม เช่น แอราบินโนส (arabinose) ไชโลส (xylose)

น้ำตาลเฮกโซส (hexose) หมายถึง น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ที่มีคาร์บอน 6 อะตอม ใช้เป็นสารให้ความหวาน (sweetener) ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส (glucose) น้ำตาลฟรักโทส (fructose) น้ำตาลกาแล็กโทส (galactose)

น้ำตาลเฮกโซสที่ไม่พบอิสระ แต่มักพบเป็นส่วนประกอบของ polysaccharide ได้แก่ น้ำตาลแมนโนส (mannose) น้ำตาลกลูโคส (glucose) คาร์บอน 6 อะตอม (hexose) ชนิดแอลโดส (aldose) ลักษณะเป็นของแข็งสีขาว จุดหลอมเหลว (melting point) ที่ 146 องศาเซลเซียส พบมากในผลองุ่นสุก น้ำผึ้ง และผลไม้ที่มีรสหวาน มีรสหวานน้อยกว่าน้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar)

น้ำตาลฟรักโทส (fructose) เป็นคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประเภท น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) มีคาร์บอน 6 อะตอม (hexose) ชนิดคีโทเฮกโซส (keto hexose) ลักษณะเป็นของแข็งสีขาว จุดหลอมเหลว (melting point) ที่ 102 องศาเซลเซียส พบมากในผลองุ่นสุก น้ำผึ้ง และผลไม้ที่มีรสหวาน มีรสหวานมากกว่าน้ำตาลทราย

น้ำตาลกาแล็กโทส มีคาร์บอน 6 อะตอม เป็นน้ำตาลชนิดแอลโดส (aldose) ลักษณะเป็นของแข็งสีขาว จุดหลอมเหลว (melting point) 165° - 168 องศาเซลเซียส มีรสหวานน้อยกว่าน้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ไม่พบอิสระในพืชและสัตว์ แต่พบโมเลกุลของน้ำตาลกาแล็กโทส ร่วมกับโมเลกุลของกลูโคส (glucose) เป็นโมเลกุลของน้ำตาลแล็กโทส (lactose) ซึ่งมีอยู่ในน้ำนมเท่านั้น และพบ D-galactose ในโครงสร้างของพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เช่น เพกทิน (pectin) คาร์ราจีแนน (carrageenan) กัม (gum) อะการ์ (agar)

2) ไดแซ็กคาไรด์ หรือน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disacchaide) หมายถึงน้ำตาลที่ประกอบด้วย น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) 2 โมเลกุล ซึ่งอาจเป็นชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกันก็ได้ เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) เมื่อผ่านการไฮโดรไลซ์ (hydrolysis) จะให้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล น้ำตาลโมเลกุลคู่ที่พบในอาหาร ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (sucrose) น้ำตาลมอลโทส (maltose) น้ำตาลแล็กโทส (lactose) (พิมพ์เพ็ญ, 2555)

3) น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ หรือเรียกว่าพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) หรือน้ำตาลหลายชั้น จัดอยู่ในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่มีรสหวาน เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่และซับซ้อน จำพวกพอลิเมอร์ที่เกิดจากโมเลกุลโมโนแซคคาไรด์ (กลูโคส) จำนวนมากมายต่อรวมกัน เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีมากที่สุด พบในธรรมชาติ เช่น แป้ง ไกลโคเจน เซลลูโลส ซึ่งน้ำตาลโมเลกุลใหญ่นี้จะไม่ละลายน้ำ

แป้ง (starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบในพืช สะสมอยู่ในเมล็ด ราก หัว ลำต้น และใบของพืช เช่น ข้าว มัน เผือก กลวย โมเลกุลของแป้งเกิดจากน้ำตาลกลูโคสต่อกันเป็นจำนวนมากในรูปที่เป็นเส้นตรงอะมิโลส (amylose) และกิ่งก้านอะมิโลเพกทิน (amylopectin) เมื่อแป้งถูกย่อยถึงขั้นสุดท้ายจะได้น้ำตาลกลูโคส ไกลโคเจน (glycogen) เป็นน้ำตาลหลายชั้น พบในตับ และกล้ามเนื้อสัตว์ บางที่เรียกว่า แป้งสัตว์ มีส่วนประกอบคล้ายแป้ง แต่มีกิ่งก้านมากกว่า เมื่อแตกตัวออกจะได้กลูโคส ไม่พบในพืช ไม่มีรสหวาน ไม่ละลายน้ำ

เซลลูโลส (cellulose) เป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยโมเลกุลที่ต่อกันเป็นโซ่ยาวของกลูโคส พบมากในพืช เพื่อทำหน้าที่เสริมโครงสร้างของลำต้นและกิ่งก้านของพืช ผักและผลไม้ให้แข็งแรง ร่างกายคนเราไม่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ แต่จะมีการขับถ่ายออกมาในลักษณะของกากเรียกว่า เส้นใยอาหาร ช่วยกระตุ้นให้ลำไส้ใหญ่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทำให้ขับถ่ายสะดวก พืชประเภทผัก และถั่ว ผลไม้ จัดเป็นแหล่งที่ให้เส้นใยอาหาร เพราะมีเซลลูโลสอยู่ปริมาณสูง ดังนั้นจึงควรกินเป็นประจำทุกวัน เซลลูโลสเมื่อย่อยจะแตกตัวออกให้น้ำตาลกลูโคส สัตว์ที่กินหญ้าจะสามารถย่อยเซลลูโลสได้โดยอาศัยแบคทีเรียในกระเพาะอาหารเป็นตัวย่อย เมื่อย่อยแล้วจะได้น้ำตาลกลูโคส แต่ถ้าสลายไม่สมบูรณ์ จะได้เป็นน้ำตาลเซลโลไบโอส เซลลูโลสเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ เพราะมีโมเลกุลใหญ่มาก ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 1,250 - 12,500 โมเลกุล

ไคติน (chitin) เป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่พบในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จะเป็นส่วนที่เป็นเปลือกแข็งหุ้มตัวสัตว์ เช่น แมลง กุ้ง ปู เป็นต้น

ลิกนิน (lignin) เป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่ช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับเนื้อเยื่อของพืช โดยสะสมตามผนังเซลล์ของพืช ทำให้เนื้อไม้มีความแข็งแรง

เฮปาริน (heparin) เป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่พบใน ตับ ปอด ผนังเส้นเลือดแดง มีสมบัติทำให้เลือดไม่แข็งตัว

อินนูลิน(inulin) เป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่พบในพืชบางชนิด เช่น หัวหอม กระเทียม ประกอบไปด้วยน้ำตาลฟรักโทสหลาย ๆ โมเลกุลมาต่อกัน

เพกติน (pectin) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบใน ผลไม้ มีลักษณะคล้ายวุ้น ประกอบด้วยกาแลกโทสหลาย ๆ โมเลกุลรวมกัน (ชนิษฐา, 2549)

### 2.5.1 ประเภทของน้ำตาล

2.5.1.1 น้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar) คือ น้ำตาลทรายที่ใช้ส่งออกเพื่อจำหน่ายในต่างประเทศ หรือเก็บไว้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลทรายขาว โดยน้ำตาลทรายดิบจะมีสีน้ำตาลเข้ม มีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ และมีความบริสุทธิ์ต่ำ

2.5.1.2 น้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง (High Pol Sugar) คือ น้ำตาลทรายดิบที่นำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน สีของน้ำตาลเป็นสีเหลืองแกมน้ำตาล สามารถนำไปบริโภคได้โดยตรง แต่ไม่เป็นที่นิยมของคนส่วนใหญ่ ยกเว้นในประเทศที่กำลังพัฒนาและมีกำลังซื้อค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำตาลชนิดนี้มีราคาถูกกว่าน้ำตาลทรายขาว

2.5.1.3 น้ำตาลทรายขาว (White Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้มาจากการสกัดเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำตาลทรายดิบ และเป็นที่นิยมในการใช้บริโภค

2.5.1.4 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined Sugar) คือ น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตคล้ายกับน้ำตาลทรายขาว แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาวใส นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก เช่น เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม เครื่องดื่มบำรุงกำลัง รวมไปถึงอุตสาหกรรมยา เป็นต้น

2.5.1.5 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ (Super Refined Sugar) คือ น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตเหมือนน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก ๆ เป็นส่วนประกอบ

2.5.1.6 น้ำตาลبيب (Paste Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากเอาน้ำตาลทรายขาวมาเคี่ยวจนมีความเข้มข้นตามที่กำหนด แล้วนำไปบรรจุขณะยังร้อนและผึ่งให้น้ำตาลแข็งตัวโดยใช้ลมเย็น

2.5.1.7 น้ำตาลทรายแดง (Brown Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการเอาน้ำตาลทรายดิบมาละลายกับน้ำอ้อยใสและน้ำเชื่อมดิบในอัตราส่วนที่กำหนด

2.5.1.8 น้ำเชื่อม (Liquid Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการแปรสภาพจากผลึกของน้ำตาลเป็นน้ำเชื่อม นิยมนำมาใช้เพื่อความสะดวกในกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น น้ำอัดลม เครื่องดื่มชูกำลัง ฯลฯ

2.5.1.9 น้ำตาลแร่ธรรมชาติ (Mineral Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการผสมคาราเมลซึ่งได้มาจากการเคี่ยวน้ำตาลกับเอ-โมลาสซึ่งมีแร่ธาตุธรรมชาติจากอ้อย แล้วจึงนำไปผสมกับน้ำตาล



ทรายขาวตามสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้แร่ธาตุจากอ้อยที่สูญเสียไปกับกากน้ำตาลในกระบวนการตกผลึกของน้ำตาล กลับคืนสู่น้ำตาล

2.5.1.10 กากน้ำตาล (Molasses) คือ ผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในภาคอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ การผลิตสุรา แอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์ น้ำส้มสายชู เป็นต้น (ไชยพล, 2561)

## 2.5.2 ประโยชน์ของน้ำตาล

2.5.2.1 น้ำตาลเป็นสารที่ให้ความหวานและให้พลังงานแก่ร่างกาย (โดยน้ำตาล 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 แคลอรี) ทำให้ชีวิตมีรสชาติ ทำให้รู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย

2.5.2.2 น้ำตาลเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อชีวิตมาก เนื่องจากการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ก็ล้วนแล้วแต่ต้องใช้พลังงานจากน้ำตาล นอกจากนี้การหายใจ การขับปัสสาวะ การไหลเวียน การย่อยอาหารก็ล้วนแล้วแต่ต้องการความร้อนจากน้ำตาลแทบทั้งสิ้น หรือแม้แต่ตั้งแต่การคลอดจากครรภ์มารดา ในการดำรงชีวิตเราจะขาดน้ำตาลไม่ได้ แม้อาหารที่จำเป็นของทารกก็ยังเป็นน้ำนมที่มีน้ำตาลผสมอยู่ สรุปลก็คือ พลังงานในการเคลื่อนไหวของมนุษย์ 70% มาจากน้ำตาล ถ้าขาดน้ำตาลมนุษย์ก็ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

2.5.2.3 กลูโคส (glucose) เป็นแหล่งอาหารที่จำเป็นของเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะภายในร่างกาย ทำให้ ไกลโคเจน (glycogen) ในตับเพิ่มขึ้น ช่วยทำให้การเผาผลาญ (Metabolism) ของเนื้อเยื่อดีขึ้น และในขณะที่น้ำตาลในเลือดลดน้อยลง กลูโคสยังเป็นสารที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของหัวใจได้เป็นอย่างดี

2.5.2.4 กลูโคส (glucose) สามารถทำให้ร่างกายมีความต้านทานต่อโรคติดต่อได้ ดังนั้นในการรักษาโรค กลูโคสจึงถูกนำไปใช้เป็นยารักษาโรคอย่างกว้างขวาง

2.5.2.5 เนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ต้องการกลูโคส (glucose) เพื่อเป็นวัตถุดิบในการให้พลังงานและสารประกอบที่สำคัญอื่น ๆ เช่น สมองต้องการกลูโคสวันละ 110 - 130 กรัม ไตและเม็ดเลือดแดงต้องการกลูโคสเป็นอาหาร ส่วนหัวใจจะทำงานได้ก็ต้องอาศัยกลูโคสมาทดแทนพลังงานที่สูญเสียไป และจากผลการทดลองหัวใจของสัตว์นอกร่างกาย พบว่ากลูโคสมีฤทธิ์กระตุ้นหัวใจของสัตว์ทดลอง ส่วนอวัยวะภายในร่างกายอื่น ๆ ถ้าขาดกลูโคสก็จะสามารถใช้กรดไขมันมาเป็นแหล่งให้พลังงานได้

2.5.2.6 แล็กโทสแม้จะไม่มีรสหวาน แต่ก็ เป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของทารก โดยแล็กโทสจะทำหน้าที่ป้องกันจุลินทรีย์ที่จำเป็นในลำไส้ของทารก ช่วยในการดูดซึมของแคลเซียม ทำให้ทารกสามารถย่อยและดูดซึม (แต่ผู้ใหญ่ถ้ากินแล้วกลับจะทำให้ย่อยยากและทำให้ท้องเสีย)

2.5.2.7 น้ำตาลทรายขาวนอกจากจะช่วยทำให้อาหารมีรสชาติหวานแล้ว น้ำตาลทรายยังช่วยในการถนอมอาหารและหมักอาหารได้อีกด้วย (วิฑิต, 2557)

**ตารางที่ 2.5** คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว ปริมาณ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน	387 กิโลแคลอรี
คาร์โบไฮเดรต	99.98 กรัม
น้ำตาล	99.80 กรัม
น้ำ	0.02 กรัม
วิตามินบี 2	0.019 มิลลิกรัม
แคลเซียม	1 มิลลิกรัม
ธาตุเหล็ก	0.05 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	2 มิลลิกรัม
โซเดียม	1 มิลลิกรัม
สังกะสี	0.01 มิลลิกรัม

ที่มา: USDA Nutrient database

### 2.5.3 โทษของน้ำตาล

การรับประทานน้ำตาลทรายมากเกินไปจะทำให้เกิดโทษได้ เช่น ทำให้อ้วน เป็นโรคเบาหวาน ทำให้หลอดเลือดหัวใจตีบ ระบบการย่อยอาหารไม่ดี มีกรดในกระเพาะอาหารมากเกินไป ทำให้ฟันผุ ฯลฯ น้ำตาลมีผลเพิ่มปริมาณของไขมันร้าย หรือ ไขมันเลว (LDL) และไปลดปริมาณของไขมันดี (HDL) การรับประทานน้ำตาลทรายมากเกินไปจะทำให้ต้องใช้อินซูลินมากเกินไป ถ้ารับประทานเป็นระยะเวลานานก็สามารถทำให้เกิดโรคเบาหวานได้ และในคนที่บริโภคน้ำตาลมากเกินไปในช่วง 40 ปีแรกของชีวิต จะมีโอกาสเป็นโรคเบาหวานมากกว่าคนอื่น ๆ เพราะน้ำตาลจะไปทำให้ตับอ่อนที่ทำหน้าที่ผลิตอินซูลินเสื่อมสมรรถภาพ เมื่อรับประทานเข้าไปมาก ๆ จึงทำให้น้ำตาลในเลือดสูงขึ้น

นอกจากน้ำตาลจะเป็นสาเหตุของโรคเบาหวานแล้วน้ำตาลยังเป็นสาเหตุสำคัญของโรคหัวใจ และความดันโลหิตสูงอีกด้วย การรับประทานน้ำตาลมาก ๆ จะทำให้การขับออกของคอเลสเตอรอลในเลือดเพิ่มขึ้น ซึ่งคอเลสเตอรอลนั้นเป็นแร่ธาตุที่สำคัญในการเพิ่มการทำงานของอินซูลินในการลดระดับน้ำตาลในเลือด ดังนั้น การรับประทานน้ำตาลในปริมาณมาก จะทำให้เกิดภาวะดื้ออินซูลินได้ สำหรับผู้ที่รับประทานอาหารหวานบ่อย ๆ สมดุลของแร่ธาตุในร่างกายจะไม่ค่อยสมดุล ส่งผลต่อ

ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายทำให้ติดเชื้อได้ง่าย โดยมีรายงานว่า การรับประทานหวานมากจะทำให้เลือดมีแคลเซียมมากขึ้น ฟอสฟอรัสลดลง ซึ่งอาจไปตกตะกอนทำให้เกิดนิ่วในไตได้ นอกจากนี้การเผาผลาญน้ำตาลในร่างกายบ่อย ๆ ยังเป็นตัวเร่งที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ เมื่อบริโภคเป็นระยะเวลาานานจะก่อให้เกิดระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงขึ้น

น้ำตาลจะถูกเก็บไว้ที่ตับในรูปของไกลโคเจน เมื่อมีมากจนเกินไป ตับจะส่งไปยังกระแสเลือดแล้วเปลี่ยนเป็นกรดไขมัน โดยจะสะสมไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีการเคลื่อนไหวน้อย เช่น สะโพก ก้น หน้าท้อง ขาอ่อน เป็นต้น และการรับประทานน้ำตาลอย่างต่อเนื่อง กรดไขมันจะสะสมไว้ที่อวัยวะภายในอื่น ๆ เช่น หัวใจ ตับ และไต ซึ่งอวัยวะเหล่านี้จะค่อย ๆ ถูกห่อหุ้มไปด้วยไขมันและน้ำเมือก ร่างกายก็เริ่มมีความผิดปกติ ความดันเลือดก็จะสูงขึ้น สรุปก็คือถ้าเราไม่ได้ใช้พลังงานมากเพียงพอ น้ำตาลที่ได้ก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นไขมันสะสมไว้ในร่างกาย

เมื่อรับประทานน้ำตาลมากเกินไป โดยเฉพาะน้ำตาลทราย น้ำผึ้ง น้ำตาลในนม น้ำตาลในผลไม้ น้ำตาลเหล่านี้จะเข้าสู่กระแสเลือดได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เลือดมีสภาพเป็นกรดมากเกินไป ร่างกายเกิดความไม่สมดุล ทำให้มีการดึงแร่ธาตุจากส่วนต่าง ๆ มาแก้ไขความไม่สมดุล อาการปวดศีรษะเรื้อรัง ไมเกรน เป็นสิว ผื่น ตกกระ เป็นตะคริวช่วงมีรอบเดือน แผลพุพอง แผลริดสีดวง ทวาร มะเร็งตับ เบาหวาน โรคหัวใจ วัณโรค เหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์ต่อการรับประทานน้ำตาลที่มากเกินไป

ผลการวิจัยพบว่า โรคฟันผุมีส่วนเกี่ยวข้องกับการรับประทานน้ำตาล เมื่อรับประทานน้ำตาลจะทำให้สภาพของกรดในปากเพิ่มขึ้น สำหรับผู้ที่มีอายุมากจะรู้สึกว่ามีรสเปรี้ยว *Bacillus acidilactici* คือแบคทีเรียที่ชอบอาศัยและเจริญเติบโตอยู่ตามร่องฟัน ซอกฟัน หรือแอ่งฟันที่มีสภาพเป็นกรด ทำให้แคลเซียมในฟันหลุดและเกิดโรคฟันผุ (แมงกินฟัน)

การรับประทานน้ำตาลซูโครสมากจะทำให้กรดอะมิโน "ทริโพรเฟน" ถูกเร่งให้ผ่านเข้าสู่สมองมากเกินไป ทำให้สมดุลของฮอร์โมนในสมองเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้เกิดอาการเหนื่อย เชื่องซึม ไม่กระฉับกระเฉงการรับประทานน้ำตาลทรายก็ทำให้เกิดอาการเบื่ออาหารได้เช่นกัน เพราะถ้ารับประทานน้ำตาลทรายในปริมาณมากจะทำให้วิตามินบีในร่างกายถูกใช้ไปมาก เมื่อวิตามินบีในร่างกายน้อยลง จะส่งผลทำให้รับประทานอาหารได้น้อยลง น້าย่อยและน้ำลายก็ลดน้อยลง ทำให้เบื่ออาหารมากขึ้น การรับประทานน้ำตาลในปริมาณมากเกินไป จะมีผลต่อการทำงานของสมอง ทำให้รู้สึกง่วงนอน น้ำตาลทรายเมื่ออยู่ในกระเพาะอาหารมากจนเกินไป จะทำให้สภาพกรดในกระเพาะอาหารและลำไส้เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการหมัก (Fermentation) ในลำไส้ ทำให้รู้สึกไม่สบายท้อง มีผู้เชื่อว่าการรับประทานมากเกินไป จะส่งผลต่อการเผาผลาญแคลเซียม ถ้าปริมาณน้ำตาลสูง 16 - 18% ของอาหารที่กิน จะทำให้การเผาผลาญของแคลเซียมในร่างกายเกิดความสับสนได้

สำหรับคนที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานเท่านั้น แต่ยังหมายถึงทุกคนที่ชอบรับประทานขนมหวาน น้ำอัดลม น้ำผลไม้ ฯลฯ เพราะจะทำให้หัวใจวาย ภายใในร่างกายเสื่อมเร็วกว่าปกติ ทำให้แก่เร็ว เป็นโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ไขมันสูง อ้วน กระดูกพรุน เนื้องอก และมะเร็ง ที่สำคัญน้ำตาลยังทำให้อาการของโรคที่เป็นอยู่จะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะป่วยเป็นโรคอะไรก็ตาม เช่น หากดื่มนมจนเป็นภูมิแพ้ อาการของโรครูมิแพ้วจะมีความรุนแรงเป็น 2 เท่า หรือทำให้อาการของโรคติดเชื้อที่เป็นอยู่มีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากเชื้อโรคทุกชนิดจะใช้น้ำตาลเป็นอาหาร และน้ำตาลยังเป็นแหล่งอาหารของเซลล์มะเร็ง เป็นอาหารของยีสต์ในลำไส้ ทำให้ยีสต์เพิ่มจำนวนมากขึ้นและทำให้เกิดภาวะไส้รั่ว น้ำตาลนอกจากจะส่งผลร้ายต่อผู้ใหญ่แล้ว ยังมีผลต่อเด็กอีกด้วย เพราะถ้าเด็กรับประทานน้ำตาลในปริมาณที่มากเกินไปอาจทำให้ฟันผุ เป็นโรคกระดูกเปราะ อาจทำให้เด็กเป็นคนโกรธง่ายและไม่มีสมาธิได้ น้ำตาลจะไปจับตัวกับคอลลาเจน (ไกลเคชั่น) ทำให้ผิวหนังเหี่ยวลง ลดความยืดหยุ่น และยังไปลดปริมาณของฮอร์โมนแห่งความอ่อนเยาว์ (Growth Hormone) ซึ่งจะทำให้ผิวหนังแห้ง เหี่ยว และอ้วนได้

จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลก แนะนำให้คนรับประทานน้ำตาลเพียงวันละ 6 ช้อนชาเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงโรคเบาหวาน (โรคเบาหวานถูกยกระดับให้เป็นโรคอันตรายเทียบเท่ากับโรคเอดส์) แต่จากการสำรวจของ สสส. กลับพบว่าคนไทยบริโภคน้ำตาลมากเกินไปกว่าปริมาณที่แนะนำ 3 เท่าตัว หรือประมาณ 20 ช้อนชา โดยเฉพาะเด็กที่ชอบดื่มน้ำอัดลมเป็นประจำ จนทำให้สถิติอ้วนลงพุงของเด็กไทยพุ่งสูงชันที่สุดในโลก และในรอบห้าปีที่ผ่านมา พบว่าเด็กไทยที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี ป่วยเป็นโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นถึง 6 เท่า และยังพบว่าคนไทยจำนวนมากถึง 17 ล้านคนที่ดื่มน้ำอัดลมทุกวัน โดยน้ำอัดลมน้ำดำ น้ำอัดลมสี และน้ำอัดลมน้ำใส (เพียงกระป๋องเดียว) จะมีน้ำตาลเป็นส่วนผสมอยู่มากถึง 34 - 46 กรัม หรือคิดเป็น 8.5 - 11.5 ช้อนชาเลยทีเดียว (แค่เฉพาะเครื่องดื่มในแต่ละวัน ร่างกายของเราก็ได้รับน้ำตาลเกินความจำเป็นแล้ว)

## 2.6 ดอกกระเจี๊ยบ

### 2.6.1 ข้อมูลทั่วไป

กระเจี๊ยบแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hibiscus sabdariffa* L. เป็นพืชล้มลุก อายุสั้น ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศชูดาน และแถบประเทศในทวีปแอฟริกา ลักษณะลำต้นเป็นไม้พุ่ม ลักษณะของกระเจี๊ยบแดง ต้นกระเจี๊ยบแดง จัดเป็นไม้พุ่มมีความสูงประมาณ 50-180 เซนติเมตร มีอยู่หลายสายพันธุ์ ลำต้นและกิ่งก้านมีสีม่วงแดง ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ด ใบกระเจี๊ยบแดง มีใบเป็นใบเดี่ยว ใบมีหลายลักษณะ ลักษณะคล้ายรูปฝ่ามือ 3 แฉก หรือ 5 แฉก ใบเว้าลึกหรือเรียบ หรือใบเป็นรูปรีแหลม หรือรูปรียาวแหลม ขอบใบมีจักเป็นฟันเลื่อย ใบมีความกว้างและความยาวใกล้เคียงกัน ประมาณ 8 - 15 เซนติเมตร และก้านใบมีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ดอกกระเจี๊ยบแดง

ดอกเป็นดอกเดี่ยว ออกดอกตามซอกใบ มีกลีบดอกลีบชมพูหรือสีเหลือง บริเวณกลางดอกจะมีสีเข้มกว่าคือสีม่วงแดง ดอกมีเกสรตัวผู้เชื่อมกันเป็นหลอด ก้านดอกสั้น มีริ้วประดับเรียวยาวปลายแหลม มี 8 - 12 กลีบ กลีบเลี้ยงจะแผ่ขยายติดกันออกหุ้มเมล็ดไว้ มีสีแดงเข้มและหักง่าย เมื่อดอกบานเต็มที่ จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 เซนติเมตร ผลกระเจี๊ยบแดง ลักษณะของผลเป็นรูปรีมีปลายแหลม ผลมีความยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่จะแห้งแตกเป็น 5 แฉก ในผลมีเมล็ดสีน้ำตาล ลักษณะคล้ายรูปไตอยู่จำนวนมาก ประมาณ 30 - 35 เมล็ดต่อผล และผลยังมีกลีบเลี้ยงหนาสีแดงฉ่ำน้ำหุ้มอยู่ จะเรียกส่วนนี้ว่ากลีบกระเจี๊ยบหรือกลีบรองดอก (Calyx)



ภาพที่ 2.15 ดอกกระเจี๊ยบแดง

ที่มา: medthai (2020)

### 2.6.2 คุณค่าทางโภชนาการของกระเจี๊ยบแดง

ในกระเจี๊ยบแดง 100 กรัม เต็มไปด้วยสารอาหารหลายชนิด ซึ่งประกอบไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการดังนี้ พลังงาน 49.00 กิโลแคลอรี ไขมัน 0.6 กรัม คาร์โบไฮเดรต 11.3 กรัม โปรตีน 1 กรัม เส้นใย 1.30 กรัม แคลเซียม 215 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 37 มิลลิกรัม เหล็ก 1.50 มิลลิกรัม ไนอะซิน (Niacin) 0.3 มิลลิกรัม วิตามินซี 12 มิลลิกรัม วิตามินเอ 287 IU

### 2.6.3 สารสำคัญชนิดต่าง ๆ ที่ให้สรรพคุณ

กระเจี๊ยบแดงถือเป็นอีกหนึ่งพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นส่วนดอก ส่วนต้น หรือส่วนใบ ล้วนแต่สามารถนำมาเสริมสร้างสุขภาพที่ดีให้กับทุกคนได้ กลีบเลี้ยงและกลีบรองดอกมีสารสีแดงจำพวกแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) จึงทำให้มีสีม่วงแดง นอกจากนี้ ยังมีกรดอินทรีย์ เช่น กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) กรดซิตริก (citric acid) กรดมาลิก (malic acid) และกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) ที่ทำให้กระเจี๊ยบแดงมีรสเปรี้ยว

กระเจี๊ยบแดงมีสารต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา จึงทำให้กระเจี๊ยบแดงมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่หลากหลาย เช่น ฤทธิ์ขับปัสสาวะ ฤทธิ์ลดความดันโลหิตในช่วงเวลาสั้น ๆ เป็นต้น (ก่องกานดา, 2545)

กระเจี๊ยบแดงถือเป็นอีกหนึ่งพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นส่วนดอก ส่วนต้น หรือส่วนใบ ล้วนแต่สามารถนำมาเสริมสร้างสุขภาพที่ดีให้กับทุกคนได้

ตำรายาไทย: กลีบเลี้ยงมีรสเปรี้ยว แก้อาการขัดเบา แก้เสมหะ ขับน้ำดี ลดไข้ แก้ไอ ขับนิ่วในไต นิ่วในกระเพาะปัสสาวะ แก้อ่อนเพลีย บำรุงธาตุ แก้กษัยน้ำ รักษาไตพิการ ขับเมือกมันให้ลงสู่คูวารหนัก ละลายไขมันในเลือด

ตำรายาโบราณ: ใช้ทั้งต้นใส่หม้อต้มน้ำ 3 ส่วน เคี่ยวไฟให้งวดเหลือ 1 ส่วน ผสมกับน้ำผึ้งกึ่งหนึ่ง รับประทานวันละ 3 เวลา หรือจะรับประทานน้ำยาเปล่าๆ ก็ได้ จนหมดน้ำยานั้น เป็นยาฆ่าพยาธิตัวจิ๋ว ตามคำแนะนำกระทรวงสาธารณสุข (สาธารณสุขมูลฐาน) ใช้กลีบเลี้ยงของกระเจี๊ยบแห้ง 3 กรัม บดเป็นผง ชงกับน้ำเดือด 1 ถ้วยแก้ว หรือประมาณ 300 มิลลิลิตร ต้มวันละ 3 ครั้ง นาน 7 วัน หรือจนกว่าจะหาย ยาทตามบัญญัติยาหลักแห่งชาติ บัญชียาสมุนไพร ยาชงกระเจี๊ยบแดง ใช้รักษากลุ่มทางเดินปัสสาวะ ขอบ่งใช้ ขับปัสสาวะ แก้ขัดเบา วิธีใช้ รับประทาน ครั้งละ 2 – 3 กรัม ชงน้ำร้อน 120 – 200 มิลลิลิตร วันละ 3 ครั้ง หลังอาหาร ข้อควรระวัง ระบบทางเดินอาหาร (ท้องเสีย, ท้องผูก), กระเจี๊ยบแดงอาจทำให้เกิดอาการท้องเสียได้ เนื่องจากมีฤทธิ์เป็นยาระบาย (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2546)

#### 2.6.4 ข้อมูลเพิ่มเติม

ควรหลีกเลี่ยงการกินกระเจี๊ยบแดงติดต่อกันเป็นเวลานาน เนื่องจากผลการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ของอวัยวะและตัวอสุจิได้

ควรหลีกเลี่ยงการกินกระเจี๊ยบแดงติดต่อกันเป็นเวลานานในสตรีมีครรภ์และสตรีให้นมบุตร เนื่องจากผลการศึกษาในหนู (rat) พบว่าอาจทำให้ลูกหนูเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้าลง

ส่วนที่ใช้ของกระเจี๊ยบแดง ได้จากส่วนกลีบเลี้ยง

#### 2.6.5 ข้อควรระวังการรับประทานกระเจี๊ยบแดง

สำหรับข้อควรระวังในการนำกระเจี๊ยบแดงมาใช้ดื่มคือ ห้ามใช้ในผู้ป่วยที่มีการทำงานของไตบกพร่อง ไม่ควรดื่มติดต่อกันเป็นเวลานาน และควรดื่มให้พอดี เพราะอาจทำให้เกิดอาการท้องเสียได้ เนื่องจากกระเจี๊ยบแดงมีฤทธิ์เป็นยาระบาย ยาขับปัสสาวะ หากทำได้เช่นนี้ การดื่มน้ำกระเจี๊ยบแดงก็จะช่วยเพิ่มคุณประโยชน์ที่ดีให้กับร่างกายได้อย่างแน่นอน จะเห็นได้ว่ากระเจี๊ยบแดงเป็นพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์อย่างมาก และสามารถนำมาใช้ในการรักษาโรคได้หลายส่วน จึงเป็นพืชสมุนไพรที่ควรปลูกไว้ในบ้านอย่างแท้จริง (นันทวัน, 2542)

### 2.6.6 การศึกษาทางเภสัชวิทยา

ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ยับยั้งเชื้อราอะฟลาทอกซิน ไวรัสเริม ลดความดันโลหิต ยับยั้งเนื้องอก ลดอาการบวม เป็นยาระบาย ขับน้ำดี ขับปัสสาวะ ขับกรดยูริก คลายกล้ามเนื้อเรียบ ลดไข้และลดความเจ็บปวด ปกป้องตับ

ฤทธิ์ระงับปวด สารสกัด ethanol ขนาด 800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ป้อนหนูถีบจักร สามารถลดจำนวนครั้งของการบิดยี้ดตัวเมื่อถูกกระตุ้นด้วยกรดอะซีติก

ฤทธิ์ลดไข้ สารสกัด ethanol และน้ำ ในขนาด 200-800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีฤทธิ์ลดไข้ที่เกิดจากการเหนียวนำด้วยยีสต์ในหนูขาว (Abdallah, 2016)

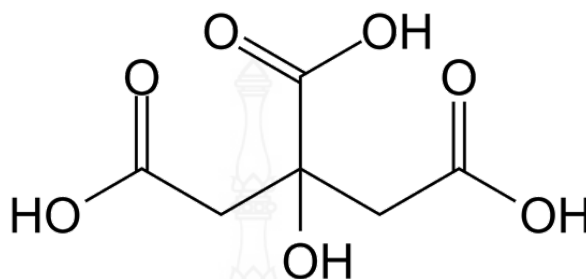
## 2.7 กรดซิตริก

กรดซิตริก (citric acid) เป็นกรดอินทรีย์ ที่มีรสเปรี้ยว สามารถผลิตได้จากน้ำผลไม้หรือการหมักแป้ง และน้ำตาล นิยมใช้ประโยชน์ในด้านอาหาร ยา เครื่องสำอาง และการเกษตร รวมถึงอุตสาหกรรมบางชนิด (organic acid) เป็นกรดอ่อน (weak acid) มีสูตรโมเลกุล  $C_6H_{10}O_8$  พบตามธรรมชาติในอาหารหลายชนิดได้แก่ พืชตระกูลส้ม (citrus) เช่น ส้ม มะนาว และผลไม้หลายชนิด มะนาวมีกรดซิตริกเป็นส่วนประกอบ 7 - 9 เปอร์เซ็นต์ (Maryadele และคณะ, 2001)

### 2.7.1 คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี

- 1) สถานะ : ผงสีขาวใส ไม่มีกลิ่น มีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว
- 2) ชื่อทางเคมี :
  - 2-ไฮดรอกซี-1,2,3-โพรเพนไตรคาร์บอกซิลิก แอซิด (2-hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid)
  - 2 - ไฮ ด ร อ ก ซี โป ร เ พ น ไ ต ร ค า ร บ อ ก ซิ ลิก แอ ซิด ( 2 - hydroxypropanetricarboxylic acid)
  - เบต้า-ไฮดรอกซีไตรคาร์เบลลิลิก แอซิด (2-hydroxtricarballylic acid)
- 3) สูตรโมเลกุล :  $C_6H_8O_7$
- 4) รูปผลึกที่พบในปัจจุบัน : Monohydrate ( $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ )
- 5) ธาตุประกอบ : C 37.51%, H 4.20% และ O 58.29%
- 6) น้ำหนักโมเลกุล : 192.12 กรัม/โมล
- 7) ความหนาแน่นที่ 20 °C : 1.665 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 8) จุดหลอมเหลว : 153 °C
- 9) การละลายน้ำ
  - ที่ 0 °C : 54.0% (w/w)

- ที่ 20 °C : 59.2% (w/w) หรือ 133 กรัม/100 มิลลิลิตร
- ที่ 30 °C : 73.5% (w/w)
- ที่ 70 °C : 84.0% (w/w) (สมศักดิ์ ,2542)



ภาพที่ 2.16 Citric Acid Anhydrous

ที่มา: disthai (2017)

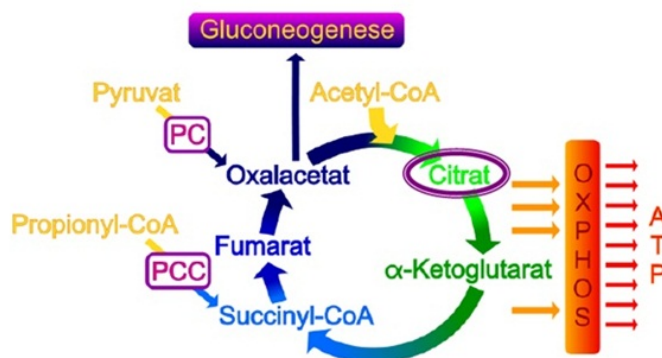
## 2.7.2 กรดซิตริก Citric acid สามารถผลิตได้จาก 2 แหล่ง คือ

2.7.2.1 ผลิตจากสารธรรมชาติจากผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น เลมอน สับปะรด ส้มโอ มักอยู่ร่วมกับสารอื่นในธรรมชาติ เช่น กรดวิตามินซี (Ascorbic acids) น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) เป็นต้น แต่พบมากที่สุดในมะนาว เพราะมะนาวมี กรดซิตริก อยู่เป็นส่วนประกอบอยู่ร้อยละ 7-9 โดยการผสมมะนาวกับเกลือ จากนั้นนำไปอบแห้งให้กลายเป็นผลึก

2.7.2.2 ผลิตจากการสังเคราะห์ผ่านกระบวนการหมักแป้งและน้ำตาล โดยผ่านการไกลโคไลซิส (Glycolysis Pathway) จนได้เป็นลักษณะเป็นผงสีขาวใส มีรสเปรี้ยว ไม่มีกลิ่น มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อนๆ

การผลิตกรดซิตริก นิยมใช้กระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคสกับจุลินทรีย์ ผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส (Glycolysis Pathway) ดังแผนภูมิด้านล่าง จนได้สารออกซาโลอะซิเตท (Oxaloacetate) ก่อนสะสม และเปลี่ยนเป็นกรดซิตริก โดยจุลินทรีย์ที่นิยมใช้ ได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus niger* ยีสต์ *Candida Lypolitica* (สุจิตรา, 2016)





ภาพที่ 2.17 การย่อยสลายตัวของกรดซิตริก

ที่มา: disthai (2017)

กรดซิตริกย่อยสลายได้ตามธรรมชาติด้วยจุลินทรีย์ ทำให้เกิดสารต่าง ๆ ได้แก่

- Acetic acid (AA)
- Succinic acid (SA)
- H<sub>2</sub>O
- CO<sub>2</sub>

### 2.7.3 ประโยชน์ของกรดซิตริกในอุตสาหกรรมต่างๆ

2.7.3.1 ประโยชน์ของ Citric acid หรือกรดมะนาว ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม ขนมหรือลูกอมนั้น มักจะนำกรดชนิดนี้มาใช้ปรุงแต่งกลิ่น และรส เพื่อให้เกิดรสเปรี้ยว สามารถนำมาใช้ทำน้ำมะนาวเทียม นอกจากนั้นยังนำมาใช้เป็นสารกันหืนและสารกันเสียได้อีกด้วย เพราะกรดซิตริก มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้อาหารและเครื่องดื่มคงสภาพ ไม่เน่าเสีย จึงถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องและอาหารแช่แข็ง รวมถึงนำไปใช้ป้องกันไม่ให้ผลไม้สดบางชนิด เช่น แอปเปิ้ลฝานกลายเป็นสีน้ำตาลได้อีกด้วย

Citric acid หรือกรดมะนาวยังสามารถช่วยให้อาหารเข้มข้น จึงสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบในการทำไอศกรีมเชอร์เบตหรือโซดาบางชนิด อีกทั้งยังสามารถปรับสมดุลของกรดในอาหารหรือเครื่องดื่มได้ ผู้ผลิตไวน์จึงมักเติมกรดนี้เข้าไปเพื่อปรับปรุงรสชาติของไวน์ให้ดีขึ้น และถึงแม้จะสามารถนำมาใช้กับอาหารและเครื่องดื่มได้ หากได้รับประทานในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยต้านอนุมูลอิสระได้ แต่ถ้าร่างกายรับกรดชนิดนี้มากเกินไปก็อาจเกิดอันตรายต่อร่างกาย จนอาจถึงชีวิตได้เช่นกัน

2.7.3.2 ประโยชน์ของกรดซิตริกที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางอย่างที่เรารู้จักกันไปแล้วในข้างต้นว่ากรดชนิดนี้จัดจ้อยอยู่ในกลุ่มของกรดอัลฟาไฮดรอกซี (Alpha Hydroxy Acids)

หรือที่เรียกว่า AHA ที่คุณสมบัตช่วยลอกเซลล์ผิวที่หมองคล้ำ จึงนิยมนำมาผสมในเครื่องสำอางหรือ สกินแคร์ต่างๆ เพื่อมอบความกระจ่างใส ลดรอยแผลเป็น ปรับสีผิวให้สม่ำเสมอ นอกจากนั้นใน ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวหลายชนิด ก็ใช้ กรดซิตริก เป็นส่วนผสมเพื่อปรับสมดุลของค่า pH ช่วย ลดปัญหาสิวอุดตัน ช่วยให้ผิวสะอาด อ่อนนุ่ม และแม้จะมีคุณสมบัติมากมายที่เป็นแง่ดีของการทำกรด ชนิดนี้มาใช้กับเครื่องสำอางและสกินแคร์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้น Citric acid หรือกรด มะนาว นี้ยังช่วยให้เครื่องสำอางติดทนนาน จึงนำมาใส่ใน ลิปสติก สเปรย์ฉีดผม และผลิตภัณฑ์ระงับ กลิ่นกาย แต่ข้อควรระวังก็คือควรใช้ในสัดส่วนที่ไม่เกิน 10% เพราะอาจเกิดการการอักเสบระคายผิว ได้

2.7.3.3 ประโยชน์ของ “กรดซิตริก” ที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาและการแพทย์ เนื่องจากกรดชนิดนี้มีสเปรี้ยว ในการผลิตเกลือแร่จึงนิยมนำมาปรุงแต่งรสชาติส้มหรือมะนาว และยัง สามารถนำมาใช้ทำหน้าที่ให้ควบคุมความเป็นกรดต่างในยา ช่วยให้ยากระจายตัวได้ดี จึงนิยมนำมา ผลิตยาเม็ดฟู่ละลายน้ำนั่นเอง นอกจากนี้ยังนำมาใช้เป็นสารช่วยปรับสมดุลของสารเคมีในเลือดต้าน การแข็งตัวของเลือดสำหรับการเก็บเลือดในโรงพยาบาล และเป็นส่วนผสมในครีมที่ช่วยกำจัดการติด เชื้อที่ผิวหนังได้

2.7.3.4 ประโยชน์ของ “กรดซิตริก” ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำยาทำความสะอาด ในการผลิตน้ำยาซักผ้าและน้ำยาปรับผ้านุ่ม นิยมนำกรดมะนาวหรือกรด Citric acid นี้มาเป็นสารที่ สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียและไวรัสหลายชนิด และยังช่วยขจัดคราบและกลิ่นได้ นอกจากนั้นยังใช้ผสม เจลทำความสะอาดมือและกระดาษทิชชู ด้วยเช่นกัน Citric acid หรือกรดมะนาวยังเป็นสารทางเลือก ที่ดีกว่าการใช้สารฟอกขาวและคลอรีน ในการผลิตผงซักฟอกและน้ำยาล้างจานอีกด้วย

2.7.3.5 ประโยชน์ของ “กรดซิตริก” ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ นอกจาก อุตสาหกรรมต่างๆ ที่เราได้กล่าวมาแล้วแล้ว กรดชนิดนี้ยังถูกนำมาใช้เป็นในการเกษตร โดยใช้เป็น ส่วนผสมในน้ำหมักชีวภาพ ผิดพัน เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราในพืช อีกทั้ง ยังช่วยกำจัดสารพิษออกจากดินที่เป็นมลพิษได้อย่างปลอดภัย นอกจากนั้นในการผลิตน้ำดื่มก็ยังใช้ กรดมะนาวนี้ในการล้างไส้กรอง เมื่อเกิดการอุดตันได้อีกด้วย

#### 2.7.4 ข้อควรระวังในการใช้กรดซิตริก

กรดซิตริกเข้มข้นอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ จึงควรใช้อย่างระมัดระวัง หากเกิดความ ผิดพลาด สามารถปฐมพยาบาลเบื้องต้น ดังนี้

1) การรับประทาน หากรับประทานกรดซิตริกในปริมาณสูง ขึ้นแรกจะทำให้ฟันสึก จากกรดที่ทำลายสารเคลือบฟัน เกิดอาการระคายเคืองกระเพาะอาหาร มีอาการแสบท้อง คลื่นไส้ อาเจียน และท้องเสียได้ หากรับประทานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานและมีการดูดซึมเข้ากระแสเลือด จะทำให้เลือดมีสภาพเป็นกรด เกิดอาการคลื่นไส้อาเจียน เกิดภาวะช็อก อันตรายถึงชีวิตได้

2) การสูดดมไอจากกรดซิตริก จะทำให้ระคายเคืองทางเดินหายใจ แสบจมูกแสบคอ คันคอ เนื่องจากกรดกัดกร่อนเนื้อเยื่อบริเวณทางเดินหายใจ

3) ทางการสัมผัส หากใช้ปริมาณสูง หรือเข้าตาจะทำให้ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อได้ ควรล้างด้วยน้ำเปล่าและไปพบแพทย์ทันที

กรดซิตริกหรือกรดมะนาวสามารถพบได้ในหลากหลายผลิตภัณฑ์รอบตัว ดังนั้นการใช้งานจึงควรตรงกับวัตถุประสงค์ ในทางการแพทย์ยังไม่ยืนยันผลในการรักษา ดังนั้นการใช้จึงควรอย่างระมัดระวัง หากใช้เพื่อการรักษาโรคควรอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

นอกจากนั้น ยังมีอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับร่างกาย หากได้รับ กรดซิตริก ในปริมาณมากจนเกินไป ได้แก่ หากรับประทานกรดชนิดนี้เข้าไปในปริมาณมาก อาจทำให้ฟันถูกกรดทำลายสารเคลือบฟันจนทำให้ฟันสึกหรือ เกิดการระคายเคืองกระเพาะอาหาร จนมีอาการแสบท้อง คลื่นไส้ อาเจียนหรือท้องเสียได้ และหากรับประทานกรดชนิดนี้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ๆ จะมีการถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือด ทำให้สภาวะของเลือดเป็นกรด จนเกิดอาการช็อคและอาจจะอันตรายถึงเสียชีวิตได้ หากได้รับ กรดซิตริก จากการสูดดมจะทำให้ทางเดินหายใจเกิดการระคายเคือง เพราะกรดจะเข้าไปกัดกร่อนเนื้อเยื่อบริเวณทางเดินหายใจ จะมีอาการแสบคันที่จมูกและคอ หาก Citric acid หรือกรดมะนาวกระเด็นเข้าตา จะเกิดการระคายเคืองบริเวณที่ได้สัมผัสกับกรดชนิดนี้ ให้รีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดทันที หากผู้ป่วยใส่คอนแทคเลนส์ให้รีบถอดออกก่อนแล้วค่อยล้างตา จากนั้นให้รีบนำส่งโรงพยาบาลทันที

แม้องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา หรือ FDA จะประกาศและยอมรับว่ากรด Citric acid หรือกรดมะนาวนี้ ปลอดภัยเพียงพอที่จะใช้ผสมในอาหาร เครื่องดื่ม ขนม ลูกอมและยา รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายนอกร่างกายและผิวหนัง เช่น เครื่องสำอางหรือสกินแคร์ต่าง ๆ ได้ แต่ถึงกระนั้นเอง หากร่างกายได้รับ กรดซิตริก มากจนเกินไปหรือสัมผัสกับผิวหนังเป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดอาการแสบบวม ระคายเคืองหรือผิวหนังเกิดการอักเสบได้

### 2.7.5 ข้อเสนอแนะและข้อควรปฏิบัติ

ถึงแม้ว่ากรดซิตริกจะเป็นกรดที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายและมีการศึกษาวิจัยด้านความปลอดภัยระบุว่ามีความเป็นพิษต่ำมากแต่อย่างไรก็ตาม การใช้และบริโภคกรดซิตริกก็ควรระมัดระวังในการใช้เช่นเดียวกันกับการใช้สารชนิดอื่น ๆ และควรระลึกดเสมอว่าการบริโภคทุกสิ่งทุกอย่างที่พอเหมาะพอดีจะทำให้เราได้รับประโยชน์ ซึ่งหากบริโภคอาหารที่มีกรดซิตริกมากเกินไปก็อาจเกิดการจุกเสียดแน่นท้องเนื่องจากมีกรดในกระเพาะอาหารมาก และที่สำคัญกรดซิตริกไม่สามารถช่วยรักษาโรคไตได้อย่างที่ผู้ป่วยโรคไตหลายคนเข้าใจ ดังนั้นผู้ป่วยโรคไตที่รับประทานน้ำมะนาว ที่หวังจะช่วยรักษาโรคไตควรหยุดการรับประทานเพราะอาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ (อภิษฐา, 2557)

## 2.8 เกลือ

เกลือ (salt) หมายถึง เกลือแกง หรือโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) มีสูตร NaCl ในเกลือที่ใช้บริโภคที่ไม่มีความชื้นอยู่เลยจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 95.5-98.5 และมีสารอื่นเจือปนในปริมาณน้อย เช่น แมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) และ ซัลเฟต (SO<sub>4</sub>)

### 2.8.1 ประโยชน์ของเกลือในอาหาร

เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากราคาถูกและใช้ได้หลากหลายเพื่อเป็นเครื่องปรุงรส หรือใช้เพื่อการถนอมอาหาร เช่น การหมักเกลือ (salt curing) ช่วยลดแอกทิวิตีของน้ำ (water activity) ทำให้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) อาหารที่มีปริมาณเกลือสูง ได้แก่ กะปิ กุ้งแห้ง น้ำปลา ปลาจ่อม กุ้งจ่อม ปลาต้ม ไตปลา ปูเค็ม เครื่องพริกแกง ผักดอง ปลาเค็ม ปลาแห้ง ไข่เค็ม เต้าเจี้ยว ซีอิ๊วขาว น้ำเกลือเย็นจัดเข้มข้นยังใช้เพื่อเป็นตัวกลางการแช่เยือกแข็งอาหาร (freezing) โดยการจุ่ม (immersion freezing)

### 2.8.2 ชนิดของเกลือที่ใช้ในอาหาร

2.8.2.1 เกลือสมุทร หมายถึง ผลึกที่ไดจากการชั่งน้ำทะเลในนาพักเพื่อให้มีโคลนตกตะกอนและมีความเค็มเพิ่มขึ้น จากนั้นระบายน้ำเข้าสู่อ่างแห้งเพื่อให้ น้ำระเหยไปโดยกระแสดลมและความร้อนจากแสงอาทิตย์จนเกลือตกผลึก ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วเติมไอโอดีน

เกลือสมุทร แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ชนิดผง ชนิดป่น ชนิดเม็ด

2.8.2.2 เกลือสินเธาว์ เป็นเกลือที่ได้จากการต้มน้ำเกลือจากบ่อเกลือภูเขา แล้วนำมาเติมสารไอโอดีน ในอัตราส่วน เกลือ 6 กิโลกรัมต่อไอโอดีนผง 0.50 กรัม หรือ เกลือ 6 กิโลกรัมต่อไอโอดีนเข้มข้น (น้ำ) 15 ซีซีหรือมิลลิลิตร

เกลือสินเธาว์เป็นเกลือที่เหมาะสมสำหรับการอุตสาหกรรม เพราะมีความชื้น แมกนีเซียม และแคลเซียม ค่อนข้างต่ำ

2.8.2.3 เกลือบริโภคเสริมไอโอดีน คือเกลือโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) ที่เป็นผงละเอียดสีขาว ใช้สำหรับปรุงอาหาร เสริมไอโอดีนเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ป้องกันการเกิดโรคคอพอกและมีส่วนผสมของสารที่ให้อิโอดีนคงตัว (stabilizers for the iodine) และ anticaking agent เพื่อป้องกันการดูดน้ำ ทำให้แห้งง่าย ไม่จับตัวกันเป็นก้อน สารเคมีที่ใช้ผสมเกลือเพื่อให้ได้เกลือเสริมไอโอดีนมีหลายชนิด เช่น โซเดียมไอโอไดด์ (NaI) โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) และโพแทสเซียมไอโอเดต (KIO<sub>3</sub>) กรมอนามัยเลือกใช้โพแทสเซียมไอโอเดต เนื่องจากมีความคงตัวสูงกว่าโซเดียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอไดด์ โพแทสเซียมไอโอเดตสามารถทนได้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง เกิดการสูญเสียของไอโอดีนในเกลือระหว่างการขนส่งและ การเก็บรักษาจะถึงผู้บริโภคน้อยกว่าใช้โซเดียมไอโอไดด์และโพแทสเซียมไอโอไดด์ ไอโอเดตเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็นไอโอไดด์

(iodide) เพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ จากผลการทดลองในหนูและกระต่าย พบไอโอดีนในกระแสเลือด หลังจากให้กินโพแทสเซียมไอโอเดตเพียง 2 - 3 นาที สำนักโภชนาการ กรมอนามัยได้ศึกษาความคงตัวของเกลือเสริมไอโอดีน พบว่า

- 1) ถ้าเก็บรักษาเกลือเสริมไอโอดีนไว้ที่อุณหภูมิห้องปกติ ไม่ว่าจะอยู่ในถุงเปิดหรือถุงที่ปิดสนิท พบว่าภายในเวลา 10 เดือน ไม่ทำให้ปริมาณไอโอดีนในเกลือลดลง
- 2) ถ้าเก็บรักษาเกลือเสริมไอโอดีนในถุงที่ปิดสนิท ทั้งที่อุณหภูมิปกติและที่มีความร้อน (อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส) พบว่า ภายในเวลา 10 เดือน ไม่ทำให้ปริมาณไอโอดีนในเกลือลดลงเช่นกัน
- 3) ถ้าเก็บเกลือเสริมไอโอดีนในถ้วยเปิดฝาและวางในที่ที่มีความร้อน (อุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส) พบว่า ในเดือนที่ 2 ปริมาณไอโอดีนในเกลือลดลงเหลือร้อยละ 74 และในเดือนที่ 10 ไอโอดีนในเกลือลดลงเหลือร้อยละ 69 (สำนักโภชนาการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข , 2554)

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ช่อลัดดา (2563) การพัฒนาเครื่องต้มน้ำส้มจืดผสมสารสกัดจากเปลือกส้มจืดพร้อมต้มส้มจืดเป็นพืชในประเทศไทยที่มีตลอดปี มีสรรพคุณทางยา เปลือกมีกลิ่นหอม น้ำส้มจืดมีรสเปรี้ยวจัด ไม่เหมาะที่จะรับประทานสด ควรนำไปเป็นส่วนผสมอาหารหรือแปรรูป เช่น ผลิตเป็นเครื่องดื่ม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางอาหารจากน้ำส้มจืดผสมเปลือก และศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของเครื่องดื่มดังกล่าว จากผลการวิจัยพบว่า การใช้ปริมาณน้ำส้มจืดร้อยละ 10 สารสกัดเปลือกร้อยละ 5 น้ำตาลทรายขาวร้อยละ 10 และน้ำร้อยละ 75 สภาวะการพาสเจอร์ไรส์ที่เหมาะสมคืออุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที น้ำส้มจืดที่ได้มีวิตามินซี 14.90 มก./100 มก. ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 0.02 มก. กรดแกลลิก/มก. และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 13.32 มก กรดแอสคอร์บิก/มก. การเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ไม่ส่งผลกระทบต่อสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดแต่ปริมาณวิตามินซี ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลง ร้อยละ 10.54, 5.26 และ 14.19 ตามลำดับ

ไชยภร (2562) เครื่องดื่มผงชงพร้อมดื่ม น้ำข้าวข้าวไรซ์เบอร์รี่ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของระยะเวลาในการแช่ข้าวเพื่อการล้างทำความสะอาดข้าว (ข้าวข้าว) ต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมและปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณภาพทางกายภาพและเคมีในข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่หุงสุก 2) พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยเสริมสารให้ความหวานและศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมีและปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ รวมถึงการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ 3) ศึกษาอุณหภูมิความร้อนขาเข้าที่ใช้ในการอบแห้งแบบ

พ่นฝอยและปริมาณสารมอลโตเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ 4) ศึกษาชนิดและปริมาณของสารก่อโคมต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมีและปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ผงขงพร้อมดื่มโดยการทำให้แห้งแบบโคมเมทจากผลของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เสริมสารให้ความหวาน พบว่า น้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมสารให้ความหวานซูคราโลส ในปริมาณร้อยละ 0.014 ได้รับการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคมากที่สุด และผลจากการศึกษาอุณหภูมิร้อนชาเข้าที่ใช้ในการอบแห้งแบบพ่นฝอยและปริมาณสารมอลโตเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ผง พบว่า อุณหภูมิที่ 150 องศาเซลเซียส และปริมาณสารมอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 30 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอล และสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS+ ที่สูงกว่าอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินอื่น ๆ ( $p < 0.05$ )

สายใจ (2561) ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคในอาหารของสารสกัดจากผลการศึกษาสารพิษเคมีในสารสกัดจากผลในเอทานอลพบว่าประกอบด้วยอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ฟีนอล กลีเซอไรด์ เทอร์ปีนอยด์ แทนนิน และซาโปนิน ซึ่งสารเหล่านี้มีผลส่งเสริมการออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากผลในเอทานอลสามารถใช้ทดแทนสารปฏิชีวนะเพื่อควบคุมแบคทีเรียก่อโรคในอาหารได้

อรุณี และคณะ (2559) ศึกษาแนวทางการพัฒนาศักยภาพดาหลาสู่ไม้ดอกเศรษฐกิจ เพื่อศึกษา สูตรและอัตราส่วนที่เหมาะสมในการพัฒนาดาหลาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงสุขภาพ และเพื่อศึกษาวิธีการ เพิ่มจำนวนต้นดาหลาโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าในพื้นที่สามจังหวัดชายแดน ภาคใต้ยังไม่มีมีการปลูกดาหลาเป็นการค้า และมีระบบการจัดการที่เหมาะสม และการใช้ประโยชน์ ส่วนใหญ่เป็นการใช้ในรูปแบบเดิม ๆ คือเป็นอาหารรับประทานกับข้าวต้ม และใช้เป็นไม้ตัดดอก แต่ มีจำนวนไม่มากนัก สารสกัดดาหลาที่ให้สารยับยั้งแบคทีเรียได้ดี คือ สารสกัดหยาบอะซีโตน และ เมทานอลจากส่วนใบ เหง้า และลำต้น สารสกัดหยาบเอทิลเอซและอะซีโตนจากส่วนของดอก และ สารสกัดหยาบเอทิลเอซจากส่วนราก ความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดของสารสกัดที่สามารถยับยั้งเชื้อ *Pseudomonas carotovorum* คือสารสกัดจากดอกดาหลาในอะซีโตนมีค่า 0.78 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในการ พัฒนาผลิตภัณฑ์จากดอกดาหลาเป็นกัมมีเยลลี่ดาหลาที่มีคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ จากงานวิจัยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เดชา (2559) ศึกษาผลของการลดระดับน้ำตาลในเลือดของดอกดาหลาในผู้มีภาวะใกล้เบาหวานจากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า เหง้าของดาหลามีฤทธิ์ช่วยต้านอนุมูลอิสระ ลดการอักเสบ และระดับน้ำตาลในเลือด และพบว่าในดอกดาหลามีสารประกอบที่คล้ายกัน โดยเฉพาะสารสำคัญต่างๆ ประกอบไปด้วย phenol, flavonoids, anthocyanins, tannins, quercetin แต่ยังคงขาดการวิจัยในมนุษย์ การศึกษานี้จึงได้ศึกษาผลของการลดระดับน้ำตาลในเลือดของดอกดาหลาแห้งในผู้มี

ภาวะใกล้เบาหวานโดยการศึกษาเชิงทดลองครั้งนี้มีอาสาสมัครตามเกณฑ์การคัดเลือก โดยการสุ่มให้กลุ่มทดลองจะได้รับดอกดาหลาบแห้งบดใส่แคปซูล วันละ 2 แคปซูล ปริมาณแคปซูลละ 500 mg ซึ่งแปลผลได้ว่า ขนาดของดอกดาหลาที่ใช้ในการทดลอง มีความปลอดภัยไม่มีพิษต่อตับและไต ในระยะเวลาทดลอง

กมลทิพย์ และสุธีรา (2559) การพัฒนาและใช้ประโยชน์จากดาหลาเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิง สุขภาพวัตถุประสงค์ในการวิจัยในครั้งนี้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากดาหลาให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิง สุขภาพ โดยผลิตเป็นกัมมีเยลลี่ดาหลาล้างงานต่ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเพิ่มคุณค่าของกัมมีเยลลี่โดยการใช้สีกลิ่นรสและสารอาหารที่มีประโยชน์จากดาหลารวมทั้งสารทดแทนความหวานที่จะเติมลงไป ในผลิตภัณฑ์ จากการพัฒนาสูตรพื้นฐานกัมมีเยลลี่ดาหลาพบว่า สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยน้ำตาลร้อยละ 13.69 เจลาตินร้อยละ 6.59 น้ำตาลร้อยละ 35.50 กรดซิตริกร้อยละ 1.11 น้ำร้อยละ 11.16 และกลูโคสไซรัปร้อยละ 31.95 ผู้ทดสอบให้คะแนนในระดับชอบปานกลาง ปานกลาง (6-7 คะแนน) ผู้วิจัยจึงนำสูตรดังกล่าวไปศึกษาชนิดของสารทดแทนความหวาน โดยใช้ซูคราโลส ซอร์บิทอล และไซลิทอล จากการทดลองพบว่า ชนิดของสารให้ความหวานส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ในการศึกษาครั้งนี้ซูคราโลสเป็นสารทดแทนความหวานที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ศุภฤชญา (2553) ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเข้มข้นเพื่อสุขภาพจากดอกไม้หลากสี ปัจจุบันผู้บริโภคที่ความสนใจอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น ดอกไม้รับประทานได้จึงเป็นอีกทางเลือกเพื่อสุขภาพที่ดีของผู้บริโภคนอกเหนือจากผักผลไม้ งานวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาดอกไม้ที่รับประทานได้ 3 กลุ่มสี คือ สีแดง ๖ (ดอกดาหลา ดอกเข็ม) สีเหลือง (ดอกกุหลาบเหลือง ดอกโสน และสีน้ำเงิน (อัญชัน ดอกเฟื่องฟ้า) วิเคราะห์สารออกฤทธิ์ชีวภาพ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ แทนนิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ดอกกุหลาบสีเหลือง มีสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์สูงสุด ตามลำดับ โดยอัญชันสีน้ำเงินมีปริมาณแทนนินในระดับต่ำ ดังนั้นดอกไม้ที่เหมาะสมเป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มเข้มข้นคือ ดอกกุหลาบเหลือง ดอกดาหลาแดง และดอกอัญชันสีแดง

สุทธิพร (2020) น้ำตาลกลุ่มฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructooligosaccharide; FOS) เป็นสารพรีไบโอติก (prebiotic) ที่มีคุณสมบัติกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียโปรไบโอติกได้ดี อีกทั้งได้รับความนิยมนิยมและถูกยอมรับอย่างกว้างขวางดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองผลิตผลิตภัณฑ์หมุยอพรีไบโอติกที่มีส่วนผสมของน้ำตาล FOS และทดสอบคุณสมบัติพรีไบโอติกเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ ผงสุทธิพรน้ำตาล FOS (Frutafit®IQ) ที่เตรียมจากรากชิโครี (Cichorium intybus L.) และน้ำตาล FOS ที่สกัดจากหัวหอมแขก (Allium cepa L.) ได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตหมุยอพรีไบโอติกครั้งนี้โดยพบว่าโมเลกุลของน้ำตาลทั้งสองแหล่งมีค่า Degree of polymerization (DP) เท่ากับ 12.55 และ 6.95 ตามลำดับ ปริมาณ FOS ได้แก่ น้ำตาลคีโตสและนิสโตสในตัวอย่างมี

การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ( $P > 0.05$ ) เมื่อได้รับความร้อนที่ระดับ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที น้ำตาล FOS ได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตหมยอทั้งสิ้น 4 สูตร ได้แก่ สูตรผสมน้ำตาล FOS จากรากชิโครีปริมาณ 5 และ 10% (w/w) และสูตรผสมน้ำตาล FOS จากหัวหอมแขกปริมาณ 5 และ 10% (w/w) นอกจากนี้ยังมีหมยอสูตรมาตรฐานที่นำมาศึกษาร่วมด้วย ผลการทดลองพบว่าหมยอทุกสูตรสามารถกระตุ้นการเจริญของเชื้อโปรไบโอติกทุกสายพันธุ์ที่นำมาศึกษาครั้งนี้ได้เป็นอย่างดีแต่การเจริญของ *Escherichia coli* และ *Salmonella enterica* subspecies *enterica* serovar *Typhimurium* ก็ถูกกระตุ้นด้วยเช่นกัน ( $P < 0.05$ ) แต่เมื่อทดสอบการกระตุ้นการเจริญของประชากรจุลินทรีย์ผสมจากทางเดินอาหารคนด้วยเทคนิค fecal slurry test ก็พบว่าหมยอฟรีไบโอติกทุกสูตรสามารถส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกโดยรวมได้ดี ส่งผลให้ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียกลุ่ม *Salmonella-Shigella* ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าหมยอฟรีไบโอติกที่เสริมด้วยน้ำตาล FOS จากพืชทั้งสองแหล่งนี้ มีศักยภาพที่จะพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชันเพื่อผู้บริโภคต่อไปได้





## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ

##### 3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน

###### 3.1.1.1 ดอกดาหลาจากสวนจังหวัดนครศรีธรรมราช

ดาหลาพันธุ์ตรัง 1 สีขาว

ดาหลาพันธุ์ตรัง 2 สีชมพู

ดาหลาพันธุ์ตรัง 2 สีแดง

###### 3.1.1.2 ฟรุ๊กโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS กรุงเทพเคมี)

###### 3.1.1.3 น้ำตาลทราย (มิตรผล)

###### 3.1.1.4 เกลือ (ปรุงทิพย์)

##### 3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน

###### 3.1.2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า

###### 3.1.2.2 เต้าไฟฟ้า

###### 3.1.2.3 หม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 20 เครื่องหมายการค้า หัวม้าลาย

###### 3.1.2.4 ถ้วยตวงของเหลวพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร

###### 3.1.2.5 กระจกอนสแตนเลส

###### 3.1.2.6 ทัพพีสแตนเลส เครื่องหมายการค้า หัวม้าลาย

###### 3.1.2.7 ผ้าขาวบาง

###### 3.1.2.8 ขวดพลาสติกบรรจุผลิตภัณฑ์มีฝาปิด 60 มิลลิลิตร

##### 3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพ

3.1.3.1 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d โปรแกรมเวอร์ชัน CM-S100 W1.70.0001

3.1.3.2 วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter

3.1.3.3 เครื่องมือวิเคราะห์ค่าความหวาน (Refractometer)

3.1.3.4 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ

(9 – points hedonic scale)

## 3.2 วิธีการทดลอง

### 3.2.1 การศึกษาคุณสมบัติของเครื่องต้มดอกดาหลาจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์

3.2.1.1 เก็บเกี่ยวเอตดาหลาสายพันธุ์ตรัง 1 (สีขาว) พันธุ์ตรัง 2 (สีชมพู) และพันธุ์ตรัง 3 (สีแดง) เมื่อกลีบดอกขึ้นนอกบาน ควรตัดดอกในช่วงเช้า โดยตัดให้ยาวชิดโคนต้น แล้วแช่น้ำทันที ระวังอย่าให้ดอกทับกันจะทำให้ดอกช้ำ เตรียมเครื่องต้มดอกดาหลา โดยมีปริมาณของวัตถุดิบในการผลิตเครื่องต้ม คือ ดอกดาหลา 200 กรัม ต้มกับน้ำเปล่า 3 ลิตร (อัตราส่วนดอกดาหลาแต่ละสายพันธุ์ ต่อน้ำที่ใช้ต้มสกัด เท่ากับ 0.2 : 3) น้ำตาลทรายขาว 300 กรัม (ร้อยละ 10 ของน้ำที่ใช้ต้ม) และเกลือ 2.5 กรัม (ร้อยละ 0.05 ของน้ำที่ใช้ต้ม) (ดัดแปรมาจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนราธิวาส, 2559) โดยมีขั้นตอนดังแผนภาพที่ 3.1



ล้างดอกดาหลาล้างให้สะอาด หั่นดอกดาหลาขนาด 1 เซนติเมตร



ต้มน้ำเดือด นำกลีบดอกดาหลาใส่ลงในหม้อ แล้วปิดฝา ต้ม 5 นาที



เติมน้ำตาลทราย เติมเกลือ ต้มต่อที่อุณหภูมิ 60 C เวลา 15 นาที  
นำมากรองเอาเมล็ดออกทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาบรรจุขวดหรือแช่เย็น

### แผนภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มดอกดาหลา

#### 3.2.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพ

นำเครื่องดื่มจากดอกดาหลาแต่ละสายพันธุ์ไปวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่  
คุณภาพทางเคมีกายภาพ วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์  
(Complete Randomized Design, CRD) ทำการศึกษาปัจจัย คือ สายพันธุ์ดอกดาหลาที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ซึ่งมีสีต่างกัน คือ พันธุ์ตรัง 1 (สีขาว) ตรัง 2 (สีชมพู) และพันธุ์ตรัง 3 (สีแดง) นำเครื่องดื่ม  
ดอกดาหลาที่ได้ทั้ง 3 ชนิด ไปวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่างๆ ได้แก่

- วัดค่าสีด้วย เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer (KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d) แสดงผลในรูปค่าสว่าง ( $L^*$ ) ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) และค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ )
- วัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter
- วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ด้วย Hand Refractometer
- การวิเคราะห์หาค่าปริมาณสารแอนโทไซยานิน นำตัวอย่างที่ได้มาทำการ  
ตรวจวัดค่าปริมาณสารแอนโทไซยานิน ด้วยตามวิธี pH Differential Method ของ AOAC (2005)  
ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้ง แล้วนำไปเข้าเครื่องวิเคราะห์วัดค่าการดูดกลืนแสง UV VIS  
Spectrophotometer ยี่ห้อ Cecil รุ่น CE 2021 และนำค่าที่ได้มาเข้าสู่สูตร

$$\text{Total anthocyanin content} = \left( \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times L} \right)$$

นำผลที่วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งที่ทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

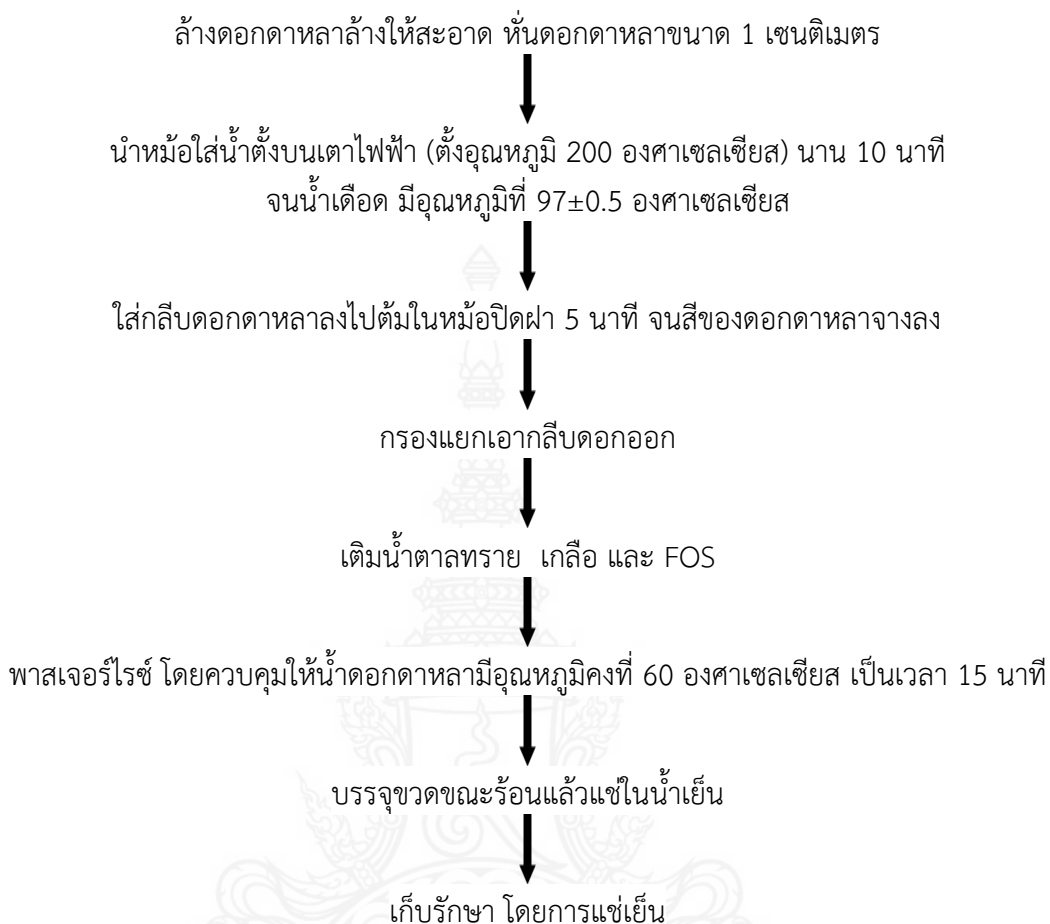
- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มดอกดาหลาในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนจากแต่ละสูตรมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติแบบ Least Significant Difference, (LSD) เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ดอกดาหลาที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มดอกดาหลา ไปทำการศึกษาระดับปริญญาโทให้มีความหวานแทนน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป

### 3.2.2 ศึกษาปริมาณฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) สำหรับทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในเครื่องต้มดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน

นำสูตรการผลิตเครื่องต้มจากดอกดาหลาที่คัดเลือกจากข้อ 3.2.1 มาศึกษาปริมาณของฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในสูตรเพื่อพัฒนาเป็นเครื่องต้มดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน โดยศึกษาอัตราส่วนสารให้ความหวาน FOS : น้ำตาลทราย ในปริมาณร้อยละ 10:90 15:85 และ 20:80 นำผลิตภัณฑ์เครื่องต้มดอกดาหลาทั้ง 3 สูตร มาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนความชอบของแต่ละสูตร วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติแบบ Least Significant Difference (LSD) ส่วนผสมเครื่องต้มดอกดาหลาที่มีอัตราส่วนสารให้ความหวาน FOS : น้ำตาลทราย ดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** ส่วนผสมเครื่องต้มดอกดาหลาที่มีอัตราส่วนสารให้ความหวาน FOS : น้ำตาลทราย ในปริมาณร้อยละ 10:90 15:85 และ 20:80

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม FOS: น้ำตาลทราย (กรัม)		
	10:90	15:85	20:80
น้ำสะอาด	3000	3000	3000
ดอกดาหลา	200	200	200
น้ำตาลทรายขาว	270	255	240
สารให้ความหวาน FOS	30	45	60
เกลือ	2.5	2.5	2.5



แผนภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมเครื่องต้มดอกดาหลาที่ใช้สารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน

### 3.2.3 ศึกษาการปรับรสชาติเครื่องต้มจากดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน

ปรับรสชาติของเครื่องต้มจากดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน เพื่อให้เครื่องต้มจากดอกดาหลาดื่มง่าย และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น โดยการปรับรสชาติความเปรี้ยวด้วยการเติมดอกกระเจียวร้อยละ 6 และกรดซิตริก ร้อยละ 0.6 ของปริมาณเครื่องต้ม ส่วนผสมเครื่องต้มดอกดาหลาสูตรปรับรสเปรี้ยวด้วยกระเจียวแดงและกรดซิตริก ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมเครื่องดื่มดอกดาหลาสสูตรปรับรสเปรี้ยวด้วยกระเจี๊ยบแดงและกรดซิตริก

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำสะอาด	3000	3000	3000
ดอกดาหลา	200	200	200
น้ำตาลทรายขาว	255	255	255
สารให้ความหวาน (FOS)	45	45	45
เกลือ	2.5	2.5	2.5
กระเจี๊ยบแดง	-	50	-
กรดซิตริก	-	-	5

นำเครื่องดื่มจากดอกดาหลาที่ปรับรสเปรี้ยวทั้ง 3 ตัวอย่าง ไปวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี วัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ด้วย Hand Refractometer นำผลที่วัดได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนจากแต่ละสูตรมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติแบบ Least Significant Difference, (LSD) เพื่อคัดเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตเครื่องดื่มดอกดาหลาเพื่อสุขภาพสูตรลดพลังงาน

### 3.2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มดอกดาหลาระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

นำสูตรที่ดีที่สุดของข้อ 3.2.3 มาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมและคงคุณภาพประโยชน์ของเครื่องดื่มดอกดาหลา โดยบรรจุเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากดอกดาหลาลงในขวดพลาสติกพร้อมฝาปิดสนิท ขนาด 50 มิลลิลิตร และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0 3 6 9 12 และ 15 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากดอกดาหลา

3.2.4.1 ทำการตรวจวัดค่าสีด้วย เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d โปรแกรมเวอร์ชัน CM-S100 W1.70.0001 แสดงผลในรูปค่าสว่าง ( $L^*$ ) ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) และค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ )

3.2.4.2 วัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด - ค่า (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter

3.2.4.3 วิเคราะห์ค่า (anthocyanin)

### 3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องครัวร้านอาหารเทพบาร์

ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร  
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

### 3.4 ระยะเวลาการทำวิจัย

1 ตุลาคม 2564 - สิงหาคม 2565



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

#### 4.1 การศึกษาคุณสมบัติของเครื่องตีหมักดอกดาหลาจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์

ผลการศึกษาคุณสมบัติของเครื่องตีหมักดอกดาหลาจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์ โดยนำดอกดาหลาที่ได้จากแต่ละสายพันธุ์จะมีสี และกลิ่นที่แตกต่างกัน ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (ความสว่าง (L\*) ค่าสีแดง (a\*) และค่าสีเหลือง (b\*)) ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1 และผลประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความรู้สึกในปาก) และ ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) ให้ผู้ชิม 30 คน ซึ่งเป็นพนักงานร้านเทปบาร์ และลูกค้าร้านเทปบาร์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติแบบ Least Significant Difference (LSD) ลักษณะของเครื่องตีหมักดอกดาหลาจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์ที่ได้ดังภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องตีหมักดอกดาหลาจากดอกดาหลาทั้ง 3 สายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 4.2

#### ตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์คุณภาพบางส่วนของเครื่องตีหมักดอกดาหลา 3 สายพันธุ์

Quality		Torch ginger 1	Torch ginger 2	Torch ginger 3
		White	Pink	Red
Color value	L*	65.00±0.10 <sup>a</sup>	64.42±0.08 <sup>b</sup>	62.15±0.12 <sup>c</sup>
	a*	0.06±0.05 <sup>c</sup>	1.01±0.06 <sup>b</sup>	5.04±0.08 <sup>a</sup>
	b*	0.77±0.20 <sup>b</sup>	1.15±0.22 <sup>a</sup>	0.58±0.15 <sup>c</sup>
Soluble solids (°Brix)		9.00±0.00 <sup>b</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	9.50±0.00 <sup>a</sup>
pH <sup>ns</sup>		3.75±0.00	3.79±0.00	3.78±0.00
Anthocyanin (mg/L)		0.22 ±0.05 <sup>c</sup>	6.68 ±0.30 <sup>b</sup>	10.39±0.52 <sup>a</sup>

หมายเหตุ: <sup>a b c</sup> ที่กำกับแตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> ที่กำกับ หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



ปริมาณแอนโทไซยานินของเครื่องดื่มดอกดาหลา พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานินของสูตรดาหลาขาวมีค่าเฉลี่ย 0.22 (mg/L) ซึ่งมีปริมาณน้อยที่สุด ดาหลาชมพูมีค่าเฉลี่ย 6.68 (mg/L) ดาหลาสีแดงมีค่าเฉลี่ย 10.39 (mg/L) ซึ่งมีปริมาณมากที่สุด และ ดาหลาสูตรพัฒนามีค่าเฉลี่ย 9.69 (mg/L) ผลของค่า L\* มีความสว่างน้อยกว่า สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 ค่า a\* .ในสูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 ค่า b\* ในสูตรที่ 2 สูงกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 Soluble solids (°Brix) ทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสัมพันธ์ ค่า pH ในสูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 2 มากกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3

ตารางที่ 4.2 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์

Attribute	Liking score		
	Torch ginger 1 white	Torch ginger 2 pink	Torch ginger 3 red
appearance	7.23±0.97 <sup>b</sup>	7.70±1.02 <sup>b</sup>	8.46±0.93 <sup>a</sup>
color	6.86±1.10 <sup>c</sup>	7.40±1.03 <sup>b</sup>	8.20±0.84 <sup>a</sup>
smell	7.03±1.06 <sup>b</sup>	7.23±1.00 <sup>b</sup>	8.23±0.72 <sup>a</sup>
taste	7.16±1.17 <sup>b</sup>	7.40±0.77 <sup>b</sup>	8.03±1.09 <sup>a</sup>
Texture (mouth feel)	7.36±1.35 <sup>b</sup>	7.26±1.01 <sup>b</sup>	8.10±0.95 <sup>a</sup>
Overall likms	7.60±0.93 <sup>b</sup>	7.73±0.63 <sup>b</sup>	8.56±0.81 <sup>a</sup>

หมายเหตุ: <sup>a b c</sup> ที่กำกับแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปาก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยผู้ชิมให้การยอมรับเครื่องดื่มจากดาหลาสายพันธุ์ต่าง 3 สีแดง โดยมีคะแนนเฉลี่ย การยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ 8.46 ระดับความชอบชอบมาก ด้านสีคะแนนเฉลี่ย คือ 8.20 ระดับความชอบชอบมาก ด้วยสีของเครื่องดื่มมีสีแดงเข้มกว่าสายพันธุ์ต่าง 1 สีขาว และสายพันธุ์ต่าง 2 สีชมพู ด้านกลิ่นคะแนนเฉลี่ย 8.23 ระดับความชอบชอบมาก ซึ่งสายพันธุ์ต่าง 3 สีแดงมีกลิ่นแรงกว่าสายพันธุ์ต่าง 1 และ สายพันธุ์ต่าง 2 ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 8.03 ระดับความชอบชอบมาก ด้านเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปากมีคะแนนเฉลี่ย 8.10 ระดับความชอบชอบมาก และความชอบโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย 8.56 ระดับความชอบชอบมาก ผลทางคุณภาพกายภาพที่ส่งผลต่อผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูงสุดในสูตรที่ 3 สายพันธุ์ต่าง 3 สีแดง เพราะมีสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด โดยสายพันธุ์ต่าง 3 มีสีที่แดงเข้มกว่าสายพันธุ์ต่าง 1 และสายพันธุ์ต่าง 2 และมีกลิ่นของดอกดาหลาที่ชัดเจนและค่อยข้างฉุนกว่าทำให้ผู้ชิมมีความรู้สึกเหมือนได้ดื่มเครื่องดื่มจากดอกดาหลาจริงๆ ดังนั้นจึงเลือกสายพันธุ์ต่าง 3 สีแดง มาทำการศึกษาปริมาณสารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรลดพลังงานต่อไป



สายพันธุ์ต้ง 1

สายพันธุ์ต้ง 2

สายพันธุ์ต้ง 3

ภาพที่ 4.1 เครื่องดื่มดอกดาหลาจากดอกดาหลาทั้ง 3 สายพันธุ์

#### 4.2 การศึกษาปริมาณสารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน

ผลที่ได้จากการทดลองข้อ 4.1 คือสายพันธุ์ต้ง 3 สีแดง ที่ได้รับการยอมรับจากผู้ชิม จึงนำมาศึกษาปริมาณสารให้ความหวานที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มดอกดาหลา โดยการใช้ปริมาณสารให้ความหวานฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ทดแทนน้ำตาลทรายขาวบางส่วนในเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน สารให้ความหวานฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ต่อ น้ำตาลทรายขาว 10:90, 15:85, และ 20:80 จากนั้นนำไปทดสอบความชอบและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบทั้ง 6 ด้าน ของเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน มีอัตราส่วนสารให้ความหวานฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ทดแทนน้ำตาลทรายขาวบางส่วนทั้ง 3 ระดับ จากผู้ทดสอบลูกค้าร้านเทปบาร์และพนักงานร้านเทปบาร์จำนวน 30 คน มีผลการศึกษาคุนสมบัติของเครื่องดื่มดอกดาหลาที่ใช้สารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทรายขาวบางส่วนในเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน แสดงดังตารางที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.3** ผลวิเคราะห์คุณภาพบางส่วนของเครื่องดื่มดอกดาหลาที่มีอัตราส่วนของสารให้ความหวาน FOS ต่อน้ำตาลทรายขาวในสูตร 10:90 15:85 และ 20:80

Quality	FOS: Sugar		
	10:90	15:85	20:80
Color value L*	51.36±3.97 <sup>a</sup>	47.78±1.85 <sup>b</sup>	51.21±0.71 <sup>b</sup>
a*	5.94±0.68 <sup>a</sup>	3.50±0.46 <sup>b</sup>	5.03±0.31 <sup>ab</sup>
b*	3.92±0.45 <sup>a</sup>	-0.66±0.43 <sup>b</sup>	0.75±1.15 <sup>b</sup>
Soluble solids (°Brix)	9.50±0.00 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>
pH <sup>ns</sup>	3.74±0.01	3.72±0.01	3.78±0.00

**หมายเหตุ:** <sup>a b c</sup> ที่กำกับแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> ที่กำกับ หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่า ค่าสี L\* ในสูตรที่ 3 มีความสว่างน้อยที่สุด และค่า a\* b\* และ Soluble solids (°Brix) ในสูตรที่ 1 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 ค่า pH ในสูตรที่ 2 สูงกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 เครื่องดื่มดอกดาหลาที่มีปริมาณ FOS เพิ่มขึ้นทำให้มีแนวโน้มของสีเครื่องดื่มดอกดาหลาอ่อนลง และมีความหวานที่อ่อนลงไปด้วย แต่ไม่มีผลต่อค่า pH

**ตารางที่ 4.4** คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มดอกดาหลาที่มีอัตราส่วนปริมาณของสารให้ความหวาน (FOS) ต่อน้ำตาลทรายขาวในสูตร 10:90 15:85 และ 20:80

Attribute	Favor score		
	10:90	15:85	20:80
Appearance	6.83±1.28 <sup>b</sup>	<b>8.30±1.14<sup>a</sup></b>	7.30±1.20 <sup>b</sup>
Color	7.23±1.30 <sup>b</sup>	<b>8.20±1.21<sup>a</sup></b>	7.53±1.13 <sup>b</sup>
Smell	6.80±1.15 <sup>c</sup>	<b>8.20±1.15<sup>a</sup></b>	7.43±1.27 <sup>b</sup>
Taste	6.93±1.08 <sup>b</sup>	<b>8.33±0.84<sup>a</sup></b>	7.86±0.89 <sup>b</sup>
exture (feel in the mouth)	6.80±0.96 <sup>b</sup>	<b>8.16±1.14<sup>a</sup></b>	7.86±1.19 <sup>b</sup>
Overall preference	6.90±0.75 <sup>c</sup>	<b>8.50±0.82<sup>a</sup></b>	7.96±0.96 <sup>b</sup>

**หมายเหตุ:** <sup>a b c</sup> ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.4 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องตีหมักดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน ที่มีอัตราส่วนปริมาณสารให้ความหวาน (FOS) ทดแทนน้ำตาลทรายขาวบางส่วน พบว่าเครื่องตีหมักดอกดาหลาสูตรลดพลังงานที่ระดับสารให้ความหวาน (FOS) สูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ในด้านลักษณะปรากฏ โดยมีคะแนนเฉลี่ย คือ 8.30 ระดับความชอบชอบมาก ด้านสีคะแนนเฉลี่ย คือ 8.20 ระดับความชอบชอบมาก ด้านกลิ่นคะแนนเฉลี่ย 8.20 ระดับความชอบชอบมาก ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 8.33 ระดับความชอบชอบมาก ด้านเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปากมีคะแนนเฉลี่ย 8.16 ระดับความชอบชอบมาก และความชอบโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย 8.50 ระดับความชอบชอบมาก โดยมีสารให้ความหวาน (FOS) 45 กรัม ต่อ น้ำตาลทรายขาว 255 กรัม โดยผู้ชิมทั้ง 30 คน ในการคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความรู้สึกในปาก) และลักษณะปรากฏ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ผลทางกายภาพพบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับสูตรที่ 2 มากที่สุดเพราะมีค่าสี  $L^* a^* b^*$  ไม่สูงและต่ำจนเกินไป และมีค่าความหวานที่พอดี มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดีผู้ชิมจึงให้การยอมรับมากที่สุดจากนั้นนำมาศึกษาต่อในข้อ 4.3



ภาพที่ 4.2 เครื่องตีหมักดอกดาหลาสูตรลดพลังงานโดยมีอัตราส่วนปริมาณของสารให้ความหวาน (FOS) ต่อ น้ำตาลทรายขาวในสูตร 10:90 15:85 และ 20:80

#### 4.3 ผลการปรับรสชาติโดยใช้กระเจี๊ยบและกรดซิตริก

ผลที่ได้จากการทดลองข้อ 4.2 คือเครื่องตีหมักดอกดาหลาสูตรลดพลังงานที่ระดับสารให้ความหวาน (FOS) สูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับมากที่สุด จึงนำมาศึกษาเพื่อปรับรสชาติให้ดื่มง่ายและได้คะแนนความชอบจากผู้บริโภคมากขึ้น โดยการนำน้ำดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน สูตรที่ 1 คือ ดอกดาหลา 200 กรัม สูตรที่ 2 ดอกดาหลา 200 กรัม : กระเจี๊ยบ 50 กรัม และ สูตรที่ 3 ดอกดาหลา 200 กรัม : กรดซิตริก 5 กรัม จากนั้นนำไปทดสอบความชอบและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบทั้ง 6 ด้าน ของเครื่องตีหมักดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน สูตรปรับรสชาติเพื่อให้รับประทานง่ายขึ้นและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากผู้ทดสอบลูกค้าร้านเทพบาร์และพนักงานร้านเทพบาร์

จำนวน 30 คน มีผลการปรับรสชาติของเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน โดยการใช้กระเจี๊ยบ และกรดซิตริกเป็นส่วนผสมปรับรสชาติของผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพบางส่วนของเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรปรับรสเปรี้ยว

quality	Control	Okra flower mix	Citric acid mix
Color value L*	51.50±0.12 <sup>a</sup>	35.08±3.29 <sup>c</sup>	39.89±1.20 <sup>b</sup>
a*	7.80±2.16 <sup>c</sup>	37.21±2.16 <sup>a</sup>	15.09±0.93 <sup>b</sup>
b*	1.03±0.26 <sup>c</sup>	16.15±1.58 <sup>a</sup>	3.87±0.93 <sup>b</sup>
Soluble solids (°Brix)	9.50±0.00 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	9.50±0.00 <sup>b</sup>
pH	3.47±0.01 <sup>a</sup>	2.35±0.01 <sup>b</sup>	2.68±0.01 <sup>b</sup>
anthocyanin (mg/L)	9.82 ±0.52 <sup>b</sup>	12.55 ±0.45 <sup>a</sup>	9.69 ±0.32 <sup>b</sup>

หมายเหตุ: <sup>a b c</sup> ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่า ค่าสี L\* ในสูตรที่ 1 สูงกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ค่า a\* b\* และ Soluble solids (°Brix) ในสูตรที่ 2 สูงกว่าสูตรที่ 3 และสูตรที่ 1 ค่า pH ในสูตรที่ 1 สูงกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ค่าแอนโทไซยานินในสูตรที่ 2 สูงกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 การปรับค่า pH ด้วยกระเจี๊ยบและซิตริก ส่งผลต่อคุณภาพของเครื่องดื่มที่ช่วยให้มีรสเปรี้ยว ต้มได้ง่ายขึ้นและมีรสชาติมากขึ้น

ตารางที่ 4.6 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรปรับรสเปรี้ยว

Attributes	คะแนนความชอบ		
	Control formula	Okra flower mix	Citric acid mix
Appearance	6.46±1.22 <sup>c</sup>	7.20±1.42 <sup>b</sup>	8.33±0.88 <sup>a</sup>
Color	6.53±1.43 <sup>c</sup>	7.43±1.19 <sup>b</sup>	8.30±0.83 <sup>a</sup>
Smell	6.53±1.35 <sup>b</sup>	7.06±1.38 <sup>b</sup>	7.86±1.54 <sup>a</sup>
Taste	6.86±1.35 <sup>b</sup>	7.23±1.25 <sup>b</sup>	8.03±1.09 <sup>a</sup>
Texture (mouth feel)	6.63±1.47 <sup>b</sup>	7.26±1.36 <sup>b</sup>	8.10±1.06 <sup>a</sup>
Overall preference	6.83±1.53 <sup>c</sup>	7.60±1.10 <sup>b</sup>	8.43±0.85 <sup>a</sup>

หมายเหตุ: <sup>a b c</sup> ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปาก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรลดพลังงานสูตรต่างๆ เมื่อปรับรสชาติให้ผู้บริโภค พบว่าสูตรที่ปรับรสชาติด้วยกรดซิตริกได้รับการยอมรับมากที่สุดโดย ด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปาก และด้านความชอบโดยรวมโดยมีคะแนนเฉลี่ยระดับความชอบชอบมากเครื่องดื่ม ดอกดาหลาสูตรลดพลังงานปรับรสชาติด้วยกระเจี๊ยบมีผลให้เครื่องดื่มมีสีแดงเข้มขึ้น และปริมาณแอนโทไซยานินสูงขึ้น จากผลทดสอบชิม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเครื่องดื่มดอกดาหลาที่ปรับด้วยกรดซิตริกมากกว่าด้วยยังคงลักษณะของเครื่องดื่มดอกดาหลามากกว่าและมีรสชาติเปรี้ยวที่ดีกว่าการปรับรสชาติด้วยกระเจี๊ยบ ผู้วิจัยจะนำสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของเครื่องดื่มดอกดาหลาสูตรลดพลังงานต่อไปในข้อ 4.4



สูตรควบคุม

สูตรผสมกระเจี๊ยบ

สูตรผสมกรดซิตริก

ภาพที่ 4.3 เครื่องดื่มดอกดาหลาที่ปรับรสชาติด้วยกระเจี๊ยบและกรดซิตริก

#### 4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มดอกดาหลาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

นำเครื่องดื่มสูตรพัฒนาที่ได้รับการยอมรับมาวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องดื่มระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของ ค่า pH ค่าสี และปริมาณแอนโทไซยานิน ในระหว่างการเก็บรักษา ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องตีหมอดอกดาหลาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	pH	ค่าสี			ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg/L)
		L* <sup>ns</sup>	a* <sup>ns</sup>	b* <sup>ns</sup>	
0	2.68±0.01a	39.89±1.20	15.09±0.93	3.87±0.93	9.69 ±0.32 a
3	2.68±0.02a	39.31±0.26	15.44±0.32	4.28 ±0.10	9.50 ±0.13 a
6	2.72±0.01ab	39.16±0.06	15.24±0.31	4.24±0.06	9.37 ±0.09 ab
9	2.77±0.04ab	39.23±0.07	14.79±0.30	4.30±0.13	9.35 ±0.12 ab
12	2.78±0.05ab	39.16±0.10	14.76±0.23	4.19±0.12	9.30 ±0.22 ab
15	2.80±0.02b	40.02±0.53	14.77±0.28	4.30±0.08	9.16 ±0.24 b

หมายเหตุ: <sup>abc</sup> ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> ที่กำกับ หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องตีหมอดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 15 ( $p \leq 0.05$ ) ค่าสีจากการวัดค่า ค่าสี L\* a\* b\* ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และปริมาณแอนโทไซยานินมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย อย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 15 ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรัตนา และคณะ (2557) ที่ปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวโพดสีม่วงมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และดวงรัตน์ (2561) ที่รายงานว่าปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำดอกอัญชันและกระเจี๊ยบลดลงเช่นกันเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ด้วยสารแอนโทไซยานินมีการสลายตัวจึงมีปริมาณลดลง

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

##### 5.1.1 ศึกษาคุณสมบัติของเครื่องตีเมล็ดอกตาหาลาจากดอกตาหาลา 3 สายพันธุ์

ปริมาณแวนโทไซยานินของสูตรตาหาลาขาวมีค่าเฉลี่ย 0.22 (mg/L) ซึ่งมีปริมาณน้อยที่สุด ตาหาลาชมพูมีค่าเฉลี่ย 6.68 (mg/L) ตาหาลาสีแดงมีค่าเฉลี่ย 10.39 (mg/L) ซึ่งมีปริมาณมากที่สุด ผู้ชิมให้การยอมรับ ตาหาลาสายพันธุ์ตรง 3 สีแดง โดยมีคะแนนการยอมรับ ในด้านลักษณะปรากฏ โดยมีคะแนนเฉลี่ย คือ 8.46 ระดับความชอบชอบมาก ด้านสีคะแนนเฉลี่ย คือ 8.20 ระดับความชอบชอบมากซึ่งมีสีแดงเข้มกว่า สายพันธุ์ตรง 1 สีขาว และสายพันธุ์ตรง 2 สีชมพู ด้านกลิ่นคะแนนเฉลี่ย 8.23 ระดับความชอบชอบมาก ซึ่งสายพันธุ์ตรง 3 กลิ่นที่ชัดเจนและฉุนกว่าสายพันธุ์ตรง 1 และ สายพันธุ์ตรง 2 ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 8.03 ระดับความชอบชอบมาก ด้านเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปากมีคะแนนเฉลี่ย 8.10 ระดับความชอบชอบมาก และความชอบโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย 8.56 ระดับความชอบชอบมาก การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปาก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

##### 5.1.2 ศึกษาปริมาณสารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในเครื่องตีเมล็ดอกตาหาลาสสูตรลดพลังงาน

ผู้ชิมให้การยอมรับเครื่องตีเมล็ดอกตาหาลาสสูตรลดพลังงาน ที่มีอัตราส่วนปริมาณสารให้ความหวาน (FOS) ทดแทนน้ำตาลทรายขาวบางส่วน พบว่าเครื่องตีเมล็ดอกตาหาลาสสูตรลดพลังงานที่ระดับสารให้ความหวาน (FOS) สูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ในด้านลักษณะปรากฏ โดยมีคะแนนเฉลี่ย คือ 8.30 ระดับความชอบชอบมาก ด้านสีคะแนนเฉลี่ย คือ 8.20 ระดับความชอบชอบมาก ด้านกลิ่นคะแนนเฉลี่ย 8.20 ระดับความชอบชอบมาก ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 8.33 ระดับความชอบชอบมาก ด้านเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปากมีคะแนนเฉลี่ย 8.16 ระดับความชอบชอบมาก และความชอบโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย 8.50 ระดับความชอบชอบมาก โดยมีสารให้ความหวาน (FOS) 45 กรัม ต่อ น้ำตาลทรายขาว 255 กรัม โดยผู้ชิมทั้ง 30 คนในการคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความรู้สึกในปาก) และลักษณะปรากฏ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

##### 5.1.3 ศึกษาผลการปรับรสชาติของเครื่องตีเมล็ดอกตาหาลาสสูตรลดพลังงาน

เครื่องตีเมล็ดอกตาหาลาสสูตรลดพลังงานสูตรต่างๆ เพื่อปรับรสชาติให้ผู้บริโภค พบว่าสูตรที่ 3 ปรับรสชาติด้วยกรดซิตริกได้รับการยอมรับมากที่สุดโดย ด้านลักษณะปรากฏโดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.33 ระดับความชอบชอบมาก ด้านสีโดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.30 ระดับความชอบชอบมาก ด้านกลิ่นโดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.86 ระดับความชอบปานกลาง ด้านรสชาติโดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.03 ระดับ



ความชอบชอบมาก ด้านเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปากโดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.43 ระดับความชอบชอบมาก และ ด้านความชอบโดยรวมโดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.43 ระดับความชอบชอบมาก การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปาก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ปริมาณแอนโทไซยานินของเครื่องดื่มดอกดาหลา

#### 5.1.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มดอกดาหลาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสการเปลี่ยนแปลง

คุณภาพของเครื่องดื่มดอกดาหลาสู่ตรลดพลังงาน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า .ระยะเวลา 2 - 3 วัน มีค่า pH 2.68 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค่าสี  $L^* a^* b^*$  แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสี และปริมาณแอนโทไซยานิน 9.69 ระยะเวลา 6 - 12 มีค่า pH 2.72 - 2.78 มีค่า pH ที่เพิ่มขึ้น ค่าสี  $L^* a^* b^*$  เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง และปริมาณแอนโทไซยานิน 9.37 - 9.30 เริ่มมีปริมาณที่ลดลง ระยะเวลา 15 วันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบกว่า มีค่า pH ที่เพิ่มขึ้นจากวันแรกถึง 2.80 ค่าสี  $L^* a^* b^*$  ที่เพิ่มขึ้นสูง และปริมาณแอนโทไซยานินที่ลดลงถึง 9.16 ผู้ผลิตจึงแนะนำว่าให้รับประทานภายใน 1 - 3 ถึงจะได้รับประโยชน์มากที่สุด

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรพัฒนาเครื่องดื่มดอกดาหลาหลากหลายรสชาติให้รับประทานง่ายขึ้นและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5.2.2 ควรวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการทั้งหมดของเครื่องดื่มดอกดาหลา

5.2.3 ศึกษาต้นทุนการผลิตเครื่องดื่มดอกดาหลาสู่ตรพัฒนาแล้วเพื่อจะนำไปต่อยอดเป็นสินค้าชุมชน

## เอกสารอ้างอิง

- กมลทิพย์ กรรไพบรา และสุธีรา ศรีสุข. 2559. **การพัฒนาและใช้ประโยชน์จากดอกดาหลาเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิงสุขภาพ**. รายงานงานวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- กฤติยา ไชยนอก. 2556. **“ดาหลา ความงามที่กินได้”**. บทความสำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2552. **การพัฒนาเทคโนโลยีการลดสีสำหรับการผลิตน้ำตาลทรายขาวที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม**. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- ก่องกานดา ชยามฤต และลีนา ผู้พัฒนพงศ์. 2545. **สมุนไพรไทย ตอนที่ 7**. ประชาชน จำกัด, กรุงเทพมหานคร.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ คณะ. 2553. **โครงการการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลในโรงงาน: การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวขั้นตอนเดียว**. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- กัญจนา ดีวิเศษ. 2542. **ผักพื้นบ้านภาคใต้**. บรรณาธิการ. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2546. **ประมวลผลงานวิจัยด้านพิษวิทยาของสถาบันวิจัยสมุนไพร เล่ม 2**. โรงพิมพ์การศาสนา, กรุงเทพมหานคร.
- ชนิษฐา. 2549. **เคมีเกี่ยวข้องกับอะไรบ้างที่เรากินกันทุกวัน อย่ากรู้อ่าน"สารชีวโมเลกุล"**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.tpa.or.th/writer>, 22 กรกฎาคม 2565
- จริยา เดชกฤษ. 2547. **น้ำกระเจี๊ยบ น้ำใบบัวบก**. เครื่องดื่มและน้ำสมุนไพรเพื่อสุขภาพ. เพชรการเรือน, กรุงเทพฯ. หน้า 18-19, 42.
- ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง. 2559. **“การพัฒนาเครื่องต้มสกัดจากอัญชันและกระเจี๊ยบแดง”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ซอ์ลัดดา เทียงพุก และ จันทร์เพ็ญ แสงประกาย. 2563. **“การพัฒนาเครื่องต้มน้ำส้มจี๊ดผสมสารสกัดจากเปลือกส้มจี๊ดพร้อมดื่ม”**. วารสารวิจัยและการพัฒนา มจร. 43, 3 (กรกฎาคม-กันยายน)
- ไชยภร เก็บเงิน. 2562. **เครื่องดื่มผงชงพร้อมดื่ม น้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ**. งานวิจัย คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- เดชา มุทธาพุทธิพงศ์. 2559. **การศึกษาผลของการลดระดับน้ำตาลในเลือดของดอกดาหลาในผู้มีภาวะใกล้เบาหวาน**. งานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- นันทวัน บุญยะประภัสร์ และคณะ. 2542. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน (3)**. สำนักพิมพ์ประชาชน, กรุงเทพมหานคร.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พงศ์เทพ สุวรรณวารี. 2556. วอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายขาวใน  
ตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย. งานวิจัย ระบบบริหารจัดการงานวิจัย  
แห่งชาติ (NRMS) กรุงเทพมหานคร.
- พิชญาดา เจริญจิต. 2562. **เก้าเครื่องดื่มสมุนไพรเพื่อสุขภาพ.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:  
<https://www.technologychaoban.com>, สิงหาคม 2564.
- เพ็ญญา ททรัพย์เจริญ. 2547. **คู่มือประชาชนในการดูแลสุขภาพด้วยการแพทย์แผนไทย.**  
กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทย.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2555. **พลาไวโนอยด์ในพืช.** [ออนไลน์]  
เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com>, 25 มิถุนายน 2564.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2555. **Monosaccharide / มอโนแซ็กคาไรด์  
หรือน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com>, 25 มิถุนายน 2564.
- พินิจ จันทร และคณะ. 2554. **น้ำเก็กฮวย น้ำมะตูม น้ำขิง น้ำอัญชัน.** เครื่องดื่มสมุนไพรอิน  
เทรนด์. ปัญญาชน, กรุงเทพฯ. 20-21, 35-36, 97, 189-193.
- พร้อมจิตร ศรลัมพ์. 2563. **สงสัยไหมว่า ธาตุเจ้าเรือน คืออะไร.** สำนักงานข้อมูลสมุนไพร  
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พานี ศิริสะอาด. 2556. **น้ำเก็กฮวย.** ไทยนิวส์ (2 มกราคม 2556) :
- พลอยดา พร้อมมิตร. 2564. **ฟรุคโต-โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Fructo-Oligosaccharides).** [ออนไลน์]  
เข้าถึงได้จาก: <https://hellokhunmor.com>, 2 กุมภาพันธ์ 2566
- รัตน์ เตชวุฒิพร และ วาริช ศรีละออง. 2553. **การศึกษาคุณค่าทางอาหารและความสามารถในการ  
การต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้ที่รับประทานได้.** ว. วิทย์. กษ 41 (3/1).
- รัตนา ม่วงรัตน์, กรวิกา สุกุลไกรพิระ, ธัญญารัตน์ บุระคา และลีลาวดี ชมนาน. 2557. “ปัจจัยที่มี  
ผลต่อการสกัดสารแอนโทไซยานินจากข้าวโพดสีม่วง.” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.**  
22, 3 : 367-380.
- วิชัย โชควิวัฒน์ และคณะ. 2545. **ปัญหาและแนวทางแก้ไขการผลิตเครื่องดื่ม** ตามประกาศ  
กระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ. 2543 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.
- วิฑิต วัฒนาวิบูล. 2557. **น้ำตาล-พลังในร่างกาย.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [www.doctor.or.th](http://www.doctor.or.th),  
13 กันยายน 2564 .
- วินศ ภูมินาถ. 2555. **ฟรุคโตโกลิโอแซคคาไรด์.** รายงานวิจัย สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์  
อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 24 สิงหาคม 2564.
- วินศ ภูมินาถ. 2555. “ประโยชน์ของฟรุคแทนและฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ต่อสุขภาพ.”  
**วารสารอาหาร.** 42, 2 (เมษายน-มิถุนายน) : 111-116

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ศุภร์ เก็บไว้. 2562. **ดาหลापันธ์รูปตรง 1-3**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.doa.go.th/hc/yala/?p=159> ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา, 22 กรกฎาคม 2564
- ศุภฤชชญา เหมะจุลิน และ สุภาพร โสภางจร. 2558. “ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดเข้มข้นเพื่อสุขภาพจากดอกไม้หลากสี” **วารสารแก่นเกษตร**. 43 (ฉบับพิเศษ 1).
- ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ. 2563. **ดาหลา (สันติ2)**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://srdi.yru.ac.th>,
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนราธิวาส. 2559. **เคยกินปะ น้ำดอกดาหลา**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.winnews.tv/news/6541>, 22 กรกฎาคม 2564
- สายใจ แก้วอ่อน. 2561. “ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคในอาหารของสารสกัดดาหลา.” งานวิจัยคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- สาโรจน์ ศิริคันสนียกุล. 2551. **วิศวกรรมกระบวนการหมัก: กรรมวิธีการผลิต ฟรุทโทโอลิโกแซ็กคาไรด์**. 80 หน้า. Sabater-Molina, M. et al. 2009. *J. Physiol. Biochem.* 65(3): 315 - 328.
- สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2554. **การปลูกดอกดาหลา**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/flower/dahla.pdf>, 22 กรกฎาคม 2564
- สุจิตรา กุลวงษ์, 2016, **ผลผลิตและสภาวะในการผลิตกรดซิตริกจากกระบวนการหมักเศษของเสียจากผลไม้**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.siamchemi.com>, 22 กรกฎาคม 2564
- สุทธิพร นันติ. 2020. **คุณสมบัติฟรุตโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหมักยีสต์ฟรุทโตโอลิโกแซ็กคาไรด์** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://li01.tcithaijo.org/>, 22 กรกฎาคม 2564.
- สกนธ์ รัตนโกศล. 2561. **ดาหลา ฝรั่งเศสเรียก Torch ginger สวยกินได้ ทำน้ำสมุนไพร ทำไวน์ก็อร่อย** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://mgronline.com/south/detail/9610000118080>, 22 กรกฎาคม 2565.
- สำนักโภชนาการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2554. **ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.foodnetworksolution.com>, กรกฎาคม 2565.
- อรุณี ม่วงแก้วงาม และคณะ. 2559. **แนวทางการพัฒนาศักยภาพดาหลาสู่ไม้ดอกเศรษฐกิจ 3 จังหวัดชายแดนใต้**. งานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- อภิษฐา ช่างสุพรรณ. 2557. **กรดซิตริกสารเคมีใกล้ตัว**. **วารสารวิทยาศาสตร์บริการ**. 57, 4 282 - 288.
- Abdallah EM. 2016. **Antibacterial efficiency of the Sudanese Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.), a famous beverage from Sudanese folk medicine**. *J. Intercult Ethnopharmacol.* 5(2) : 186-90.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Das B, De A. 2017. **Samanta A.A new exploration of Dregea volubilis fioweers focusing on antioxidant and antidiabetic properties.** S. Afr J.Bot. 109: 16-24.
- Dontha S 2015 **Mantripragada B Phytochemical and pharmacological profile of lxoro a review UPSR 6(2): 567-584.**
- Ibarrola, J.J.,Sandoval, J. M., Garcla-Sanz., M. and Pinzolas, M. 2002. **Predictive control of a high temperature-short time pasteurisstion process.** Control Engineeringnng Practicce. 10(7): 713-725.
- Harborne, J. B. 1986. **The flavonoids–Advances in research since.** Chapman & Hall, London, U.K., 676 pp. ISBN 0-412-48070-0.
- Kunhachachan, P. 2012. **toxicity and vasodilatation effect of the flowers extract of Jasminum sambac** Evid-Based Compl. Alt. 471312.
- Medthai. 2020. **Rosella, Jamaican sorel** online <https://medthai.com/>
- Padumanonda, T. 2006. **Barakol contents in fresh and cooked Senno siomeo leaves.** Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health. 379(2): 8.
- Saravacos, G. D. and Kostaropoulos, A. E. 2002. **Handbook of food processing equipment.** Kluwer Academic/Plenum Publ. New York, USA.
- Tucker, G and Featherstone, S. 2010. **Essentials of thermal processing.** Wiley-blackwell.
- Teerarak, M. 2018. **Antioxidant activities and heat stability of edible flowers of Teloma minor and Sesbania jovonica,** 24(1): 8-98
- Wong, S.K. 2013. **Phytochemistry and pharmacology of Vallaris A short review.** 5(5): 242-246.

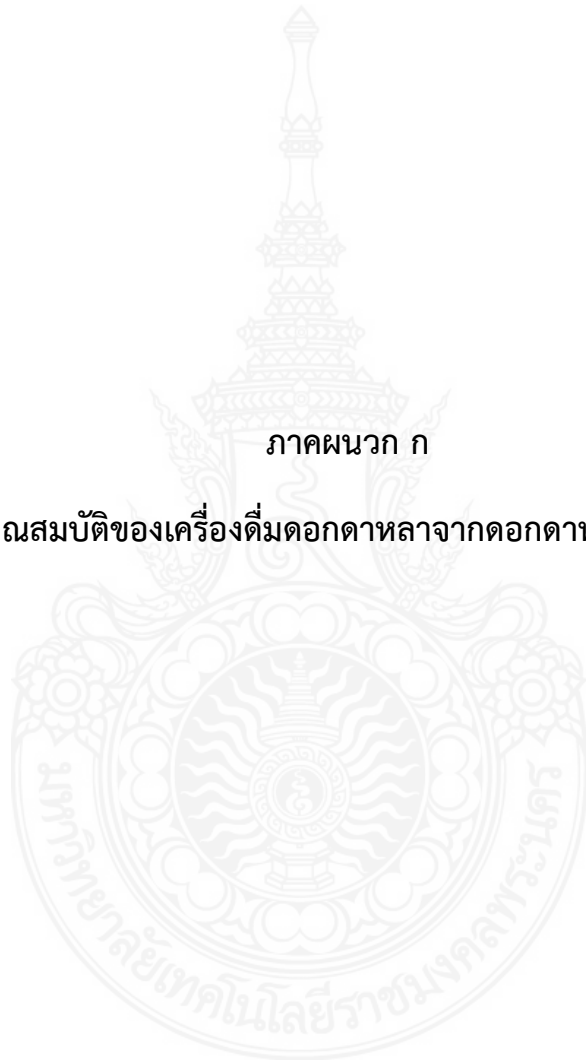


## ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก ศึกษาคุณสมบัติของเครื่องตีมดอกดาหลาจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์
- ภาคผนวก ข ศึกษาปริมาณสารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทราย บางส่วนในเครื่องตีมดอกดาหลาสูตรลดพลังงาน
- ภาคผนวก ค ศึกษาเครื่องตีมจากดอกดาหลาสูตรลดพลังงานสูตรต่างๆ เพื่อปรับ รสชาติให้ทานง่ายและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
- ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ก

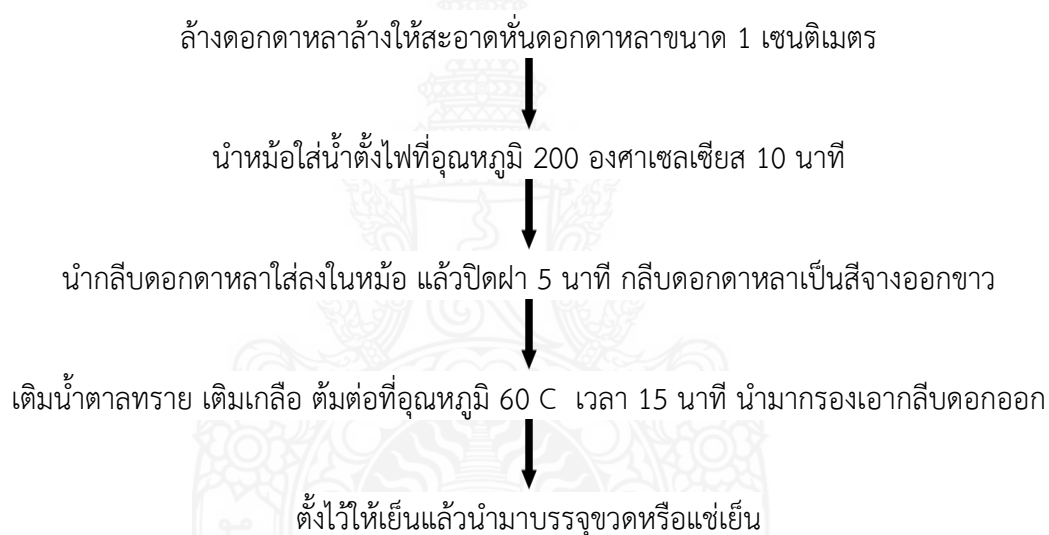
ศึกษาคุณสมบัติของเครื่องตีเม็ดดอกดาหลาจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์



ตาราง ก.1 วิธีการผลิตเครื่องดื่มดอกดาหลาจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์

วัตถุดิบ	ปริมาณส่วนผสม
ดอกดาหลา	200 กรัม
น้ำตาลทรายขาว	300 กรัม
เกลือ	½ ช้อนชา (2.5 กรัม)
น้ำสะอาด	3000 มิลลิลิตร

### วิธีการทดลอง



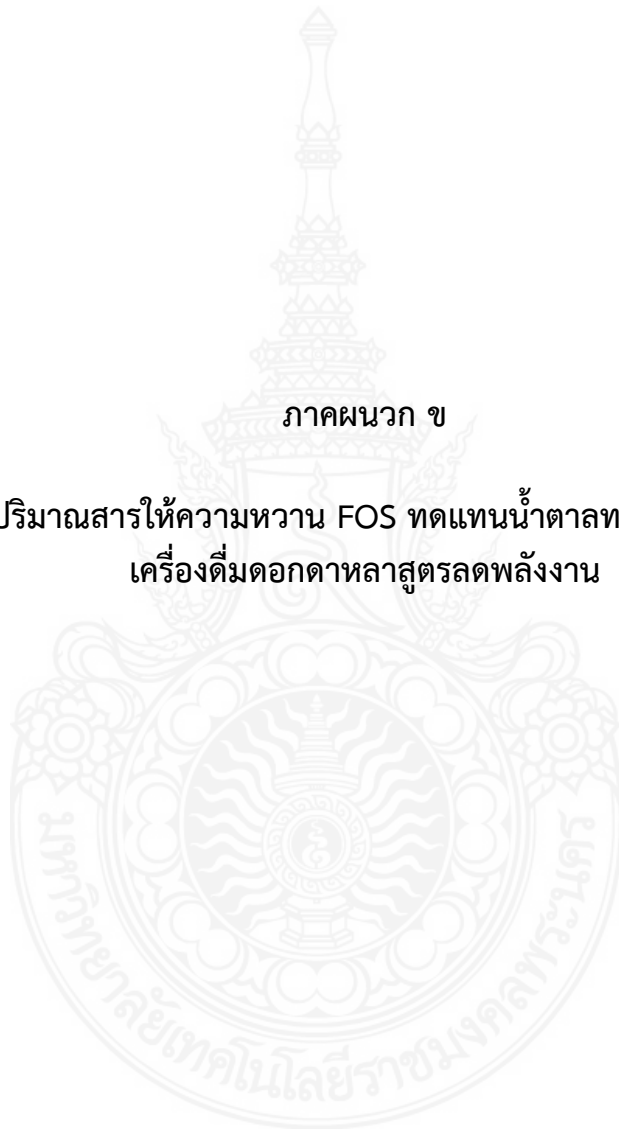
สูตร 1 สายพันธุ์ดั้งสีขา    สูตร 2 สายพันธุ์ดั้งสีชมพู    สูตร 3 สายพันธุ์ดั้งสีแดง

ภาพที่ ก.1 เครื่องดื่มดอกดาหลาจากดอกดาหลาทั้ง 3 สายพันธุ์



ภาคผนวก ข

ศึกษาปริมาณสารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนใน  
เครื่องดื่มดอกคาหลาสูตรลดพลังงาน



ตาราง ข.1 ส่วนผสมน้ำดอกดาหลาที่มีปริมาณสารให้ความหวาน FOS ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม FOS: น้ำตาลทราย (กรัม)		
	10:90	15:85	20:80
น้ำสะอาด	3000	3000	3000
ดอกดาหลา	200	200	200
เกลือ	2.5	2.5	2.5
น้ำตาลทรายขาว	270	255	240
สารให้ความหวาน FOS	30	45	60

### วิธีการทดลอง

ล้างดอกดาหลาให้สะอาดแล้วหั่นดอกดาหลาให้มีขนาด 1 เซนติเมตร



นำหม้อใส่น้ำตั้งไฟที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส 10 นาที



นำกลีบดอกดาหลาใส่ลงในหม้อ แล้วปิดฝา

ต้มดอกดาหลานาน 5 นาที กลีบดอกดาหลาเป็นสีซีดจางออกขาว



เติมน้ำตาลทราย เติมเกลือ และสารให้ความหวาน FOS

ต้มต่อที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที



กรองแยกกลีบดอกดาหลาออกด้วยผ้าขาวบาง



บรรจุขวด ปิดฝา แล้วแช่เย็นเก็บไว้



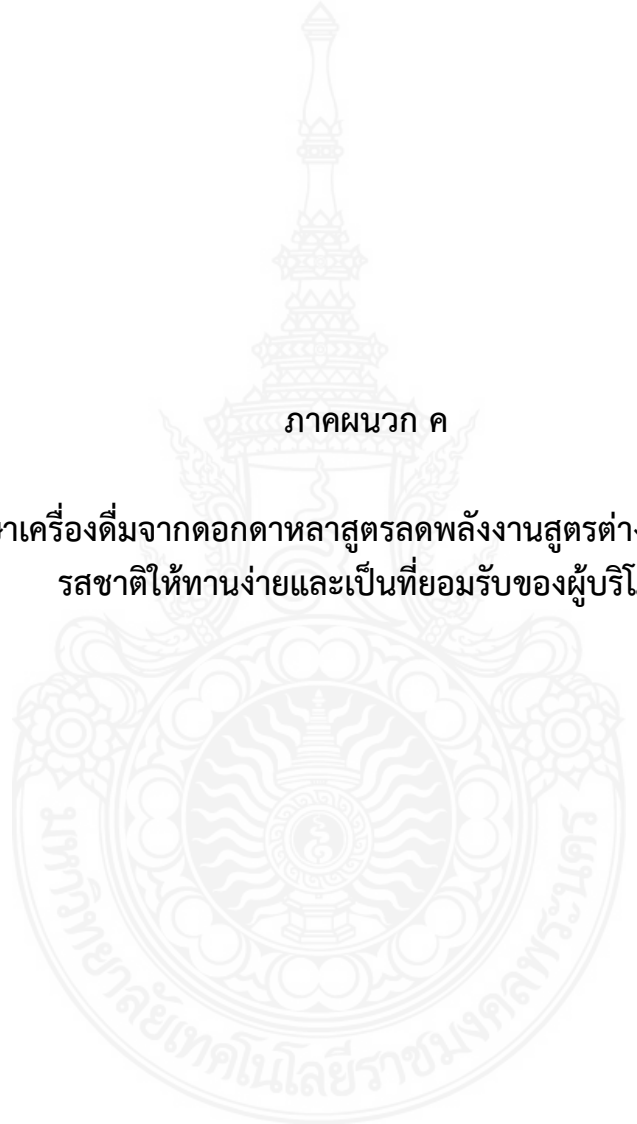
สูตร 1 10:90

สูตร 2 15:85

สูตร 3 20:80

ภาพที่ ข.1 เครื่องตีเม็ดอกตาหลาสูตรลดพลังงานโดยมีอัตราส่วนปริมาณของสารให้ความหวาน (FOS) ต่อน้ำตาลทรายขาวในสูตร 10:90 15:85 และ 20:80





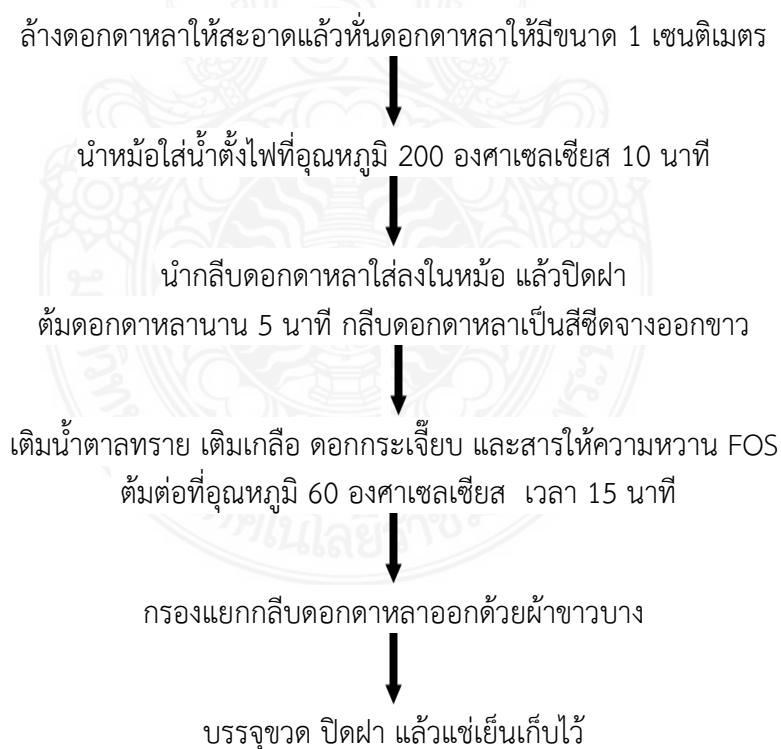
ภาคผนวก ค

ศึกษาเครื่องตี๋มจากดอกดาหลาสูตรรดพลังงานสูตรต่างๆ เพื่อปรับ  
รสชาติให้ทานง่ายและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ ค.1 ส่วนผสมเครื่องต้มดอกดาหลาสสูตรปรับรสเปรี้ยวด้วยกระเจี๊ยบแดงและกรดซิตริก

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำสะอาด	3000	3000	3000
ดอกดาหลา	200	200	200
น้ำตาลทรายขาว	255	255	255
สารให้ความหวาน (FOS)	45	45	45
เกลือ	2.5	2.5	2.5
ดอกกระเจี๊ยบแดง	-	50	-
กรดซิตริก	-	-	5

### วิธีการทดลองสูตรที่ 2



### วิธีการทดลองสูตรที่ 3

ล้างดอกดาหลาให้สะอาดแล้วหั่นดอกดาหลาให้มีขนาด 1 เซนติเมตร

นำหม้อใส่น้ำตั้งไฟที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส 10 นาที

นำกลีบดอกดาหลาใส่ลงในหม้อ แล้วปิดฝา  
ต้มดอกดาหลานาน 5 นาที กลีบดอกดาหลาเป็นสีซีดจางออกขาว

เติมน้ำตาลทราย เติมเกลือ กรดซิตริกและสารให้ความหวาน FOS  
ต้มต่อที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

กรองแยกกลีบดอกดาหลาออกด้วยผ้าขาวบาง

บรรจุขวด ปิดฝา แล้วแช่เย็นเก็บไว้



สูตร 1 ความคุม



สูตร 2 ผสมกระเจี๊ยบ

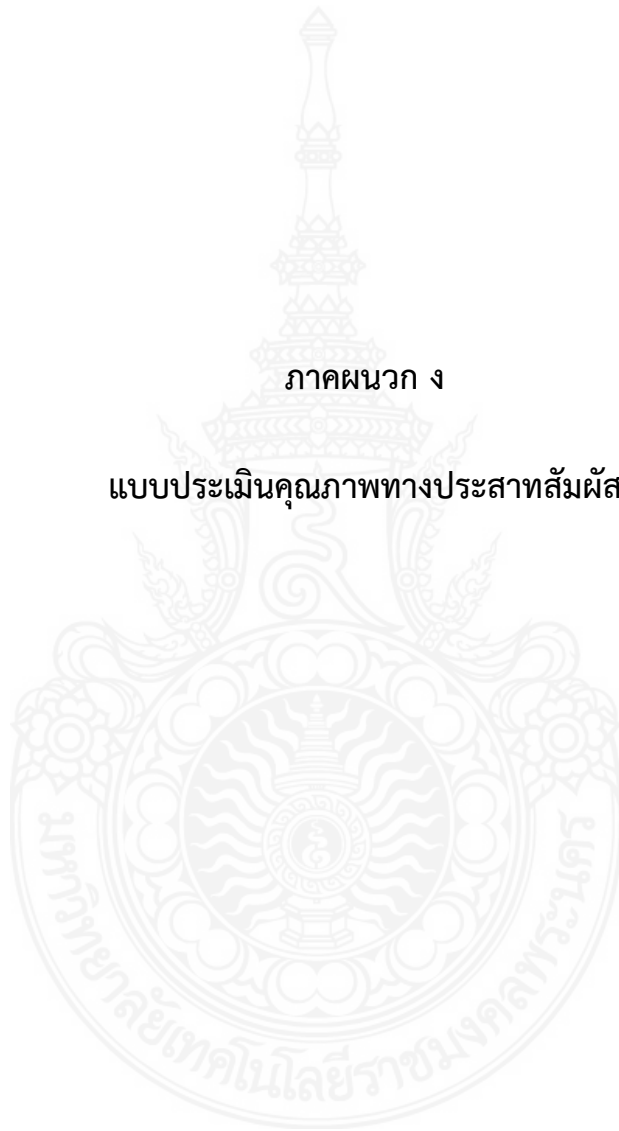


สูตร 3 ผสมกรดซิตริก

ภาพที่ ค.3 เครื่องดื่มดอกดาหลาที่ปรับรสชาติด้วยกระเจี๊ยบและกรดซิตริก

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาธสัมพันธ์



ชุดที่.....

## แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มดอกดาหลาจากดอกดาหลา 3 สายพันธุ์

วันที่ .....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

- |                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| 9 ชอบมากที่สุด              | 4 ไม่ชอบเล็กน้อย  |
| 8 ชอบมาก                    | 3 ไม่ชอบปานกลาง   |
| 7 ชอบปานกลาง                | 2 ไม่ชอบมาก       |
| 6 เล็กน้อย                  | 1 ไม่ชอบมากที่สุด |
| 5 บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                   |

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความรู้สึกในปาก)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย



### แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มจากดอกดาหลาสู่ตรลดพลังงาน (ศึกษาปริมาณสารให้ความหวาน FOS  
ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน)

วันที่ .....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนน  
ตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

- |                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| 9 ชอบมากที่สุด              | 4 ไม่ชอบเล็กน้อย  |
| 8 ชอบมาก                    | 3 ไม่ชอบปานกลาง   |
| 7 ชอบปานกลาง                | 2 ไม่ชอบมาก       |
| 6 เล็กน้อย                  | 1 ไม่ชอบมากที่สุด |
| 5 บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                   |

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความรู้สึกในปาก)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....  
.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย

### แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มจากดอกดาหลาสู่ตรลดพลังงาน ผสมกับน้ำสมุนไพรต่างๆ

วันที่ .....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

- |                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| 9 ชอบมากที่สุด              | 4 ไม่ชอบเล็กน้อย  |
| 8 ชอบมาก                    | 3 ไม่ชอบปานกลาง   |
| 7 ชอบปานกลาง                | 2 ไม่ชอบมาก       |
| 6 เล็กน้อย                  | 1 ไม่ชอบมากที่สุด |
| 5 บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                   |

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความรู้สึกในปาก)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาวรุจิรัตน์ คงขันธุ์  
วัน เดือน ปีเกิด 2 สิงหาคม 2535  
ที่อยู่ปัจจุบัน 381/4 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี  
กรุงเทพฯ 10600

### ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2558
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนโยนออฟอาร์ค	2554
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศึกษานารี	2551

### ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

หัวหน้าครัว ร้านเทพบาร์ บริษัท เทพมหานคร จำกัด

