



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเชิงสร้างสรรค์ :
การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจากตาลโตนด จังหวัดฉะเชิงเทรา

Development Prototype Community for Value - added Production
from Natural Resource of Toddy Palm: A Case Study of
Tambon Paknam Amphur Bangkra in Chachoengsao Province

โดย ดร.พลอยทราย โอฮาม่า และคณะ

เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเชิงสร้างสรรค์ :
การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจากตาลโตนด จังหวัดฉะเชิงเทรา
Development Prototype Community for Value - added Production
from Natural Resource of Toddy Palm: A Case Study of
Tambon Paknam Amphur Bangkra in Chachoengsao Province

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ดร. พลอยทราย โอฮามา	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
2. ดร. เสาวณีย์ คำพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
3. ดร. จิตรลดา ชูมี	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2562

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)
(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย สกสว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

ตาลโตนดเป็นพืชเก่าแก่ที่พบในอำเภอบางคล้า มีภูมิปัญญาที่หลากหลายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จาก ส่วนของต้นตาลในจังหวัดฉะเชิงเทรา แต่ในปัจจุบันกำลังสูญหายไปเนื่องจากชาดผู้สืบทอดอาชีพทำน้ำตาล โตนด โครงการวิจัย นวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเชิงสร้างสรรค์ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจาก ตาลโตนด จังหวัดฉะเชิงเทรา นี้ เป็นโครงการย่อยภายใต้แผนงาน “การพัฒนาชุมชนต้นแบบเพื่อสร้าง ผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด กรณีศึกษา : กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัด ฉะเชิงเทรา” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และคุณค่าทางโภชนาการของ น้ำตาลโตนดเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และเพิ่มมูลค่าแก่ผลผลิต ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการพบว่า น้ำตาลโตนดสดมีคุณค่าโภชนาการสูง มีปริมาณสารฟีนอลิกสูง และมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสสูง แสดงให้เห็นว่าน้ำตาลโตนดสดมีแนวโน้มในการลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดได้โดยผ่านทางการยับยั้ง การทำงานของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส โครงการวิจัยนี้ยังทำการแปรรูปน้ำตาลเป็นนวัตกรรมใหม่เพื่อให้มี รูปแบบที่ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นกว่าน้ำตาลโตนดสด ผลผลิตของโครงการวิจัยนี้ ได้แก่ ไซรัป จากตาลโตนด ซึ่งที่มีความหวานและความหนืดใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมกลูโคส ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจใน ภาพรวมของผู้บริโภคหลังชิมผลิตภัณฑ์ไซรับน้ำตาลโตนดอยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมาก นอกจากนี้ยังมี ค่าการต้านออกซิเดชันสูง มีศักยภาพการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพหรือ “functional food” สามารถเพิ่ม กลุ่มเป้าหมายผู้บริโภคในกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งการสนับสนุนให้นางานวิจัยนี้ไปต่อยอดเชิงพาณิชย์จะสามารถชี้ให้ ชุมชนเห็นความสำคัญของอาชีพที่เป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่นที่สร้างรายได้และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า เป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันกลับมาสนใจอาชีพทำน้ำตาลโตนด ส่งเสริมการสืบทอดวัฒนธรรมและ ภูมิปัญญา ให้เยาวชนรุ่นใหม่เกิดความภาคภูมิใจในวิถีชีวิตที่เป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่น เป็นการอนุรักษ์และ ส่งเสริมการปลูกต้นตาลโตนดในท้องถิ่น ให้เป็นพืชเศรษฐกิจ เป็นต้นทุนในการพัฒนาชุมชนอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ต่อไป

บทคัดย่อภาษาไทย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำตาลโตนด และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปใหม่ในรูปแบบที่ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้มากขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่น้ำตาลโตนดในการเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ ในหมู่บ้านน้ำตาลสดอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่ามีความแตกต่างกันทั้งค่าสี และสเปกตรัมการดูดกลืนแสง มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 13 – 16 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในระหว่าง 4.24 – 4.85 มีความเป็นกรดอ่อน จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการพบว่าประกอบด้วยปริมาณคาร์โบไฮเดรต น้ำตาล และโปรตีน เท่ากับ 21.6, 21.0, และ 0.4 กรัมต่อน้ำตาลสด 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ พบปริมาณแร่ธาตุในน้ำตาลสดได้แก่ โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียมและเหล็กในปริมาณ 161, 10, 44 และ 0.52 มิลลิกรัมต่อน้ำตาลสด 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ

ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไซรับน้ำตาลโตนด โดยใช้กระบวนการทำน้ำตาลให้เข้มข้น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) วิธีการต้มเคี่ยวน้ำตาลสด 2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก และ 3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึกและเติมสารเพิ่มความหนืด พบว่าวิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก (น้ำตาลก้อน) และเติมสารเพิ่มความหนืด จะได้ไซรัปที่มีความหวานและความหนืดใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมกลูโคส ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของแซนแทนกัม กัวร์กัม และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ที่มีต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของไซรัป พบว่าเมื่อเติมสารเพิ่มความหนืดจะทำให้ไซรัปมีความหนืดและมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น สัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ สูตรที่มีการเติมแซนแทนกัม ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่าประกอบด้วยปริมาณคาร์โบไฮเดรต น้ำตาล ไขมันอิ่มตัว เส้นใย และเถ้า เท่ากับ 75.8, 70.2, 0.1, 0.1 และ 0.23 กรัมต่อไซรัป 100 กรัม ตามลำดับ พบปริมาณแร่ธาตุในไซรัปได้แก่ โซเดียมและแคลเซียมในปริมาณ 72, และ 13 มิลลิกรัมต่อไซรัป 100 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำไปให้กับผู้บริโภคทั่วไปชิม เพื่อทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของผู้บริโภคหลังชิมผลิตภัณฑ์ไซรับน้ำตาลโตนดเท่ากับ 7.53 อยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมาก โดยผู้บริโภคชอบสีของไซรัปมากที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 8.10 คะแนน ชอบกลิ่นน้อยที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 7.03 คะแนน ผลการทดสอบร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส พบว่าในน้ำตาลโตนดมีค่าเท่ากับ 11.01%, 214.0 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง และ 65.92% ตามลำดับ ส่วนในไซรับน้ำตาลโตนดมีค่าเท่ากับ 46.06%, 73.3 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง และ 12.85% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำตาลโตนดสดมีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าน้ำผลไม้ และยังมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสสูง ส่วนไซรับน้ำตาลโตนดมีค่าการต้านออกซิเดชันสูง มีศักยภาพการเป็นอาหารสุขภาพได้

Abstract

This research investigated the physical, chemical, bioactivities and nutritional properties of Toddy palm sugar and product from Toddy palm sugar in Chachoengsao Province in order to produce a new, modern processed food product, which can extend shelf life of Toddy palm sugar and add value to palm sugar as a health product.

From the physical properties analysis of Toddy palm sugar from various raw material sources in Tambon Paknam Amphur Bangkra in Chachoengsao Province, it was found that there are differences in both color and absorption spectrum. The total amount of soluble solids was between 13-16 Brix. The pH value is between 4.24 - 4.85 with a mild acidity. The carbohydrate, sugar, protein, and ash contents of Toddy palm sugar are 21.6, 21.0, 0.4 and 0.47 g per 100 mL, respectively. Toddy palm sugar contains potassium, sodium, calcium and iron 161, 10, 44 and 0.52 mg per 100 mL, respectively.

Developed palm sugar syrup product by using three concentration processes, which are 1) boiling method 2) dilution method and 3) dilution with thickening agent addition. It was found that dilution with thickening agent addition process was the best way to make syrup with a sweetness and viscosity similar to those of glucose syrup. Comparative studies of the effects of thickening agent such as xanthan gums, gum and CMC on viscosity have been done. The results showed that adding thickening agent will increase viscosity and brightness. The optimum formula is the formula that contains 0.5 wt% xanthan gum. The carbohydrate, sugar, saturated fat, dietary fiber and ash contents of Toddy palm sugar syrup are 75.8, 70.2, 0.1, 0.1 and 0.23 g per 100 g syrup, respectively. Toddy palm sugar syrup contains sodium and calcium 72 and 13 mg per 100 g syrup, respectively. The result from consumer survey reveals that the average score (9-Point Hedonic Scale) of the overall satisfaction of consumers was 7.53, in grade "Like very much". The consumers like the "color" of the syrup the most, with an average score of 8.10 points. And the lowest score was the "smell" with an average score of 7.03 points. The antioxidant activity, total phenolic content and % α glucosidase Inhibition were 11.01%, 214.0 μ gGAE/mL and 65.92% respectively for Toddy palm sugar and 46.06%, 73.3 μ gGAE/mL and 12.85% respectively for Toddy palm syrup. Toddy palm sugar showed the significantly high total phenolic content and high % α glucosidase Inhibition and Toddy palm syrup presents an antioxidant activity. It was found that Toddy palm sugar and Toddy palm syrup have the potential to be a functional food.

สารบัญ

หัวข้อ		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		2
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		3
สารบัญ		4
สารบัญตาราง		6
สารบัญภาพ		7
บทที่ 1	บทนำ	
1.1	ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	9
1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	11
1.3	ขอบเขตของการวิจัย	11
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	12
1.5	กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย	13
1.6	แผนงานโครงการ	14
บทที่ 2	ทบทวนวรรณกรรม	
2.1	บริบทของชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา	17
2.2	ชุมชนผู้ประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา	17
2.3	ตาลโตนด	18
2.4	ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลสด และการทำน้ำตาลโตนด	20
2.5	สารให้ความหวาน	21
2.6	วิธีการทำน้ำผลไม้เข้มข้น	24
2.7	สารให้ความคงตัว	24
2.8	ค่าวอเตอร์แอคติวิตีและการเสื่อมเสียของอาหาร	26
2.9	สารประกอบฟีนอลิก	28
2.10	สารต้านอนุมูลอิสระ	28
2.11	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	
ตอนที่ 1	ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด	33
ตอนที่ 2	การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด	33
ตอนที่ 3	การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ	34
ตอนที่ 4	การวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซรี่ปั่นน้ำตาลโตนด	34
ตอนที่ 5	การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไซรี่ปั่นน้ำตาลโตนด	35
	การถ่ายทอดเทคโนโลยี	36

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย	
	ตอนที่ 1 การศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด	
	1. สภาพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดของอำเภอปากน้ำในอดีตจนถึงปัจจุบัน	38
	2. พันธุ์ตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ	41
	3. กระบวนการผลิตตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ	41
	ตอนที่ 2 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด	
	1. การศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพของน้ำตาลโตนดสด	42
	2. การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด	43
	ตอนที่ 3 การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ	45
	ตอนที่ 4 การวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซร้ปน้ำตาลโตนด และการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส	47
	1. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ไซร้ปน้ำตาลโตนด	47
	2. การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของไซร้ปน้ำตาลโตนด	51
	3. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส	52
	ตอนที่ 5 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไซร้ปน้ำตาลโตนดเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์	55
	1. การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ	55
	2. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดโดย วิธี Folin-Ciocalteu	55
	3. การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส	56
	การถ่ายทอดเทคโนโลยี	57
บทที่ 5	สรุปและอภิปรายผล	
	5.1 สรุปผลการวิจัย	59
	5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต	60
บรรณานุกรม		
ภาคผนวก		
	ก ภาพกิจกรรม	
	ข TEST REPORT รายงานผลข้อมูลทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดและไซร้ปน้ำตาลโตนด	
	ค ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ	

สารบัญตาราง

		หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1			
บทที่ 2			
ตารางที่	2.1	สารให้ความหวานที่มีการใช้ทั่วไป น้ำหนักโมเลกุลจุดเยือกแข็งและความหวานของผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครส	22
ตารางที่	2.2	ระดับความหนืด 4 ระดับตามการจัดจำแนกของ American Dietetic Association Recommendations ปี ค.ศ. 2000	26
ตารางที่	2.3	Approximate water activity values of some foods	27
ตารางที่	4.1	ผลการวัดค่าสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา	43
ตารางที่	4.2	องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา	44
ตารางที่	4.3	องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสดต่อ 1 หน่วยบริโภค	45
ตารางที่	4.4	แสดงจำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ	46
ตารางที่	4.5	ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม รูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการพิจารณาตัดสินใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด ในภาพรวม	46
ตารางที่	4.6	ผลการทดลองการระเหยน้ำตาลสดให้งวดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	47
ตารางที่	4.7	ผลการวัดความหนืดตัวอย่างไซรับน้ำตาลโตนด 4 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับน้ำเชื่อมการค้า	48
ตารางที่	4.8	ปริมาณสารเพิ่มความข้นหนืดที่ผสมในไซรัปแต่ละตัวอย่าง	49
ตารางที่	4.9	คุณภาพทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของไซรัปตาลโตนด	50
ตารางที่	4.10	คุณลักษณะด้านสีของไซรับน้ำตาลโตนด	50
ตารางที่	4.11	องค์ประกอบทางโภชนาการของไซรับน้ำตาลโตนด สูตรที่ 7	51
ตารางที่	4.12	องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสดต่อ 1 หน่วยบริโภค	52
ตารางที่	4.13	การทดสอบทางประสาทสัมผัสของไซรับน้ำตาลโตนด 3 สูตร	52
ตารางที่	4.14	จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ	53
ตารางที่	4.15	จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ	53
ตารางที่	4.16	จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประเภทน้ำหวานเข้มข้นที่รับประทานเป็นประจำ	53
ตารางที่	4.17	คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไซรับน้ำตาลสด	53
ตารางที่	4.18	ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ	55
ตารางที่	4.19	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด	55
ตารางที่	4.20	ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส	56

สารบัญภาพ

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1		
บทที่ 2		
ภาพที่	2.1 sucrose chemical structure	21
ภาพที่	2.2 ปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชันของกลูโคส	23
ภาพที่	2.3 ผลของค่าออกเตอร์แอกติวิตีต่อความคงตัวของอาหาร	26
ภาพที่	4.1 ผลการเปรียบเทียบสีของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา	42
ภาพที่	4.2 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของน้ำตาลสด	42
ภาพที่	4.3 ร้อยละคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของไซรับน้ำตาลโตนด	54
ภาพที่	4.4 การอบรมเชิงปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิตไซรับน้ำตาลโตนด ณ หมู่บ้านน้ำตาลสด	57

บทที่ 1

บทนำ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

จังหวัดฉะเชิงเทรามีเขตการปกครองออกเป็น 11 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอเมือง อำเภอบางคล้า อำเภอบางน้ำเปรี้ยว อำเภอบางปะกง อำเภอบ้านโพธิ์ อำเภอพนมสารคาม อำเภอราชสาส์น อำเภอสนมชัยเขต อำเภอแปลงยาว อำเภอท่าตะเกียบ และอำเภอคลองเขื่อน โดยที่ “ชุมชนอำเภอบางคล้า” เป็นจุดยุทธศาสตร์ของจังหวัดแห่งหนึ่งที่มีแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ เช่น วัดสมานรัตนาราม ตลาดน้ำบางคล้า วัดปากน้ำ วัดหัวสวน วัดปากน้ำโจ้โล่ วัดโพธิ์บางคล้า อนุสรณ์สถานพระสุปเจดีย์สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช ฯลฯ ทำให้อำเภอบางคล้าเป็นพื้นที่ที่มีนักท่องเที่ยวให้ความสนใจเป็นจำนวนมาก (สำนักงานท่องเที่ยวจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2560) รวมทั้งอยู่ใกล้กับสนามบินสุวรรณภูมิ ทำให้มีแนวโน้มในการได้รับการพัฒนาส่งเสริมเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ (มีปรากฏในแผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติฉบับที่ 2 พ.ศ. 2560-2564) นอกจากนั้นอำเภอบางคล้ายังเป็นอำเภอที่มีความโดดเด่นด้านการเกษตรกรรม เช่น การทำสวน ปศุสัตว์ ประมง เป็นต้น โดยมีแม่น้ำสายสำคัญได้แก่ แม่น้ำบางปะกง มีความยาวถึง 122 กิโลเมตร วิถีชีวิตของชาวพื้นเมืองเป็นแบบชุมชนริมแม่น้ำ ซึ่งไม่เพียงแต่มีความเก่าแก่เป็นที่น่าสนใจ แต่ยังมีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นในเรื่องตาลโตนดซึ่งมีขึ้นชุกชุมอยู่เพียงแห่งเดียวในจังหวัดฉะเชิงเทราและภาคตะวันออก (สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2561)

ตาลโตนดเป็นพืชเก่าแก่ที่พบในอำเภอบางคล้ามานานจนเป็นเอกลักษณ์ของอำเภอบางคล้าก่อให้เกิดรายได้จากภาชีน้ำตาลโตนดในสมัยโบราณ และเกิดภูมิปัญญาที่หลากหลายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากส่วนของต้นตาล อาทิ น้ำตาล สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการทำขนมหวานนานาชนิด ผลตาล นำมาประกอบอาหารได้หลากหลาย เมล็ดแก่นำมาแกะให้งอกแล้วผ่าจะได้อาหารตาล นิยมนำมาเชื่อมน้ำตาลรับประทานได้ ใบตาลอ่อน นำมาจักสานเป็นตะกร้า หมวก เสื่อ กระเป๋า พัด ฯลฯ ได้เช่นเดียวกับใบลาน ลำต้นนำมาทำเป็นเครื่องใช้ต่างๆ เช่น แก้ว อีโตะ ด้ามร่ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีคุณประโยชน์ในด้านสมุนไพรแผนโบราณใช้ชงชา (ช่อดอก) แก้กามโรคในเด็ก แก้กษิตานซาง ขับพยาธิ ใช้แก้คันจากก้นใบสดย่างไฟแก้ท้องร่วง แก้ปากเปื่อย ส่วนรากเป็นยาชูกำลัง ขับเลือด แก้พิษต่าง ๆ แต่จากการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจในปัจจุบันได้ส่งผลกระทบในการสืบทอดภูมิปัญญาตาลโตนดของบรรพบุรุษ (สำนักงานพัฒนาชุมชน, 2559) ในชุมชนอำเภอบางคล้า เกิดปัญหาการไม่มีผู้สืบทอดอาชีพการขึ้นตาล และทำน้ำตาล ทำให้อาชีพที่เกี่ยวกับตาลโตนดของจังหวัดฉะเชิงเทราและภาคตะวันออกกำลังเริ่มสูญหายไปตามกาลเวลา

จากข้อมูลการลงพื้นที่และการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการและเกษตรกรในพื้นที่ชุมชนตำบลปากน้ำอำเภอบางคล้า ซึ่งเป็นแหล่งปลูกต้นตาลและจำหน่ายน้ำตาลสด พบว่าในปัจจุบันชุมชนมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากตาลอยู่บ้าง แต่ยังไม่มีการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ชุมชนของสำนักงานพัฒนาชุมชน ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์สด เช่น ผลตาลสด น้ำตาลโตนดสด และผลิตภัณฑ์อาหารแบบดั้งเดิม เช่น ผลตาลเชื่อม ขนมตาล จาวตาลเชื่อม น้ำตาลปึก เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ซื้อมาขายไป ผลิตัววันต่อวัน ปัญหาการขาดผู้สืบทอดอาชีพการขึ้นตาล และทำน้ำตาล ทำให้มีแรงงานไม่เพียงพอ ผลผลิตต่อวันมีจำกัด นอกจากนี้น้ำตาลสดยัง

มีอายุการเก็บรักษาสั้น บุคและเสียง่าย ต้องเก็บในตู้เย็นจึงรับประทานยาก ไม่สามารถวางจำหน่ายได้อย่างแพร่หลาย มีการทำประชาสัมพันธ์ร้านค้าในสื่อโซเชียล แต่ไม่สามารถก้าวไปถึงการทำการค้าออนไลน์ได้จากข้อจำกัดด้านการขนส่งและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ อีกทั้งผู้ประกอบการขาดความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานการผลิตทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถพัฒนาให้เข้าสู่มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับได้

คณะผู้วิจัยเล็งเห็นศักยภาพในด้านการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพของน้ำตาลโตนด เนื่องจากน้ำตาลโตนดมีองค์ประกอบของฟรุกโตสซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันที ไม่มีสารฟอสเฟตเหมือนน้ำตาลทรายให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายจึงสามารถใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าเพื่อให้ได้ความหวานที่เท่ากัน และยังมีค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index, GI) ต่ำ ดูดซึมได้ช้าลดการหลังของอินซูลินหลังการรับประทานได้ดีกว่าน้ำตาลทราย น้ำตาลทรายซึ่งเป็นน้ำตาลซูโครส มีค่า GI อยู่ในช่วง 58-65 ในขณะที่น้ำตาลโตนดจะมีค่า GI อยู่ในช่วง 12-25 จะเห็นได้ว่าน้ำตาลโตนดมีประโยชน์ต่อสุขภาพเหมาะสมกับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมน้ำตาลหรือผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานมากกว่าน้ำตาลทราย

งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจากตาลโตนดให้สามารถดำรงอยู่ในภาวะสังคมปัจจุบันและระบบเศรษฐกิจแบบตลาดออนไลน์ โดยการพัฒนาเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนอาชีพการทำน้ำตาลโตนด รวมทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบที่ได้จากตาลโตนดเป็นพื้นฐาน โดยเน้นการผลิตน้ำตาลสดในรูปแบบน้ำเชื่อมไซรัปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น สามารถนำไปผสมน้ำเพื่อดื่มเป็นน้ำตาลสด โดยยังคงกลิ่นและรสชาติดั้งเดิมไว้ หรือนำไปเป็นน้ำเชื่อมราดขนม ชงในเครื่องดื่มชา กาแฟ ซึ่งการแปรรูปให้เก็บรักษาได้นานนี้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัยเหมาะสมกับการผลิตเป็นสินค้าเอกลักษณ์ท้องถิ่นเป็นของฝาก ขายออนไลน์ และผลิตเป็นการค้าเพื่อส่งออก และทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลโตนด ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส เพื่อยืนยันประโยชน์ต่อสุขภาพของน้ำตาลโตนด และจากการที่พื้นที่ชุมชนปากน้ำอำเภอบางคล้า เป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีลักษณะเป็นดินเปรี้ยว มีผลทำให้ผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่มีรสชาติดี กลมกล่อม ยกตัวอย่างเช่น มะม่วงบางคล้า เป็นต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาคุณค่าโภชนาการที่สำคัญของน้ำตาลโตนดที่น่าจะมีความแตกต่างจากผลผลิตในพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ในแง่ของการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพหรือ “functional food” เพื่อเพิ่มกลุ่มเป้าหมายผู้บริโภคในกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งจะสามารถชี้ให้ชุมชนเห็นความสำคัญของอาชีพที่เป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่นที่สร้างรายได้และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า เพื่อเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันกลับมาสนใจอาชีพทำน้ำตาลโตนด ส่งเสริมการสืบทอดวัฒนธรรมและภูมิปัญญาให้เยาวชนรุ่นใหม่เกิดความภาคภูมิใจในวิถีชีวิตที่เป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่น เป็นการอนุรักษ์และส่งเสริมการปลูกต้นตาลโตนดในท้องถิ่น ให้เป็นพืชเศรษฐกิจ เป็นต้นทุนในการพัฒนาชุมชนอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ต่อไป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำตาลโตนด และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นการเพิ่มมูลค่าแก่น้ำตาลโตนดในด้านการเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ 2) เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดแบบเข้มข้น หรือน้ำเชื่อมไซรัปจากตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทราเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น 3) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไซรับน้ำตาลโตนด และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มสู่อาหารเพื่อสุขภาพรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ เพื่อเพิ่มโอกาสในการบริโภคของนักท่องเที่ยวกลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มชมรมผู้สูงอายุของอำเภอบางคล้า และกลุ่มของผู้สูงอายุของศูนย์สุขภาพของผู้สูงอายุของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าเกษตรของ

ชุมชนชาวปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และสร้างนวัตกรรมใหม่ รวมทั้งสร้างความภาคภูมิใจในสินค้าท้องถิ่นที่เป็นอัตลักษณ์ โดยอาศัยกระบวนการวิจัยและพัฒนา การสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกที่มีศักยภาพในจังหวัด และสร้างช่องทางการตลาดนำไปสู่การสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจของจังหวัดฉะเชิงเทราซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ที่กำหนดวิสัยทัศน์ภาคเกษตรก้าวไกลด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตลาดนำการผลิต ชีวิตเกษตรกรรมมีคุณภาพ ทรัพยากรการเกษตรมีความสมดุลและยั่งยืน โดยเน้นส่งเสริมให้เกษตรกรและสถาบันเกษตรกรยกระดับผลิตภาพ ประสิทธิภาพ คุณภาพมาตรฐาน รวมทั้งสอดคล้องและสนับสนุนในการพัฒนาแผนงานพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (พ.ศ. 2560-2564) ในการพัฒนาคลัสเตอร์เกษตรแปรรูป ซึ่งเป็นคลัสเตอร์เป้าหมายในการพัฒนาพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก และสอดคล้องกับนโยบายของประเทศในเรื่องการเข้าถึงอาหารและการได้มาซึ่งอาหารที่เหมาะสมของผู้สูงอายุ กำลังเป็นปัญหาสำคัญในสังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) ทั่วโลก ซึ่งรัฐบาลมีแนวนโยบายรองรับกับสถานการณ์ดังกล่าวโดยการสนับสนุนทั้งในภาคสังคมและเศรษฐกิจควบคู่กันไป (นโยบายยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำตาลโตนด และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นการเพิ่มมูลค่าแก่น้ำตาลโตนดในด้านการเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ
- 2) เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดแบบเข้มข้น หรือน้ำเชื่อมไซรัปจากตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทราเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น
- 3) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้จะเน้นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและสารสำคัญของน้ำตาลโตนดเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการผลิตน้ำเชื่อมไซรัปจากตาลโตนด เพื่อเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ มีรูปแบบที่ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นกว่าน้ำตาลโตนดสด หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ รวมทั้งถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่เหมาะสม นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังมีการบูรณาการของรูปแบบและกระบวนการผลิตตามความต้องการของธุรกิจการแปรรูปในระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของผลผลิต โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างนักวิจัยกับเกษตรกร ผู้ประกอบการ นักศึกษาและภาครัฐ แบ่งประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

- 1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา
- 2) กลุ่มตัวอย่างตาลโตนดที่ได้มาจากชุมชนปากน้ำ เขตอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา
- 3) ระยะเวลาการเก็บข้อมูลและทำวิจัย ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 ธันวาคม

พ.ศ. 2563 (1 ปี)

4) การวิจัยเรื่องนวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเชิงสร้างสรรค์ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจากตาลโตนด จังหวัดฉะเชิงเทรา ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมีส่วนร่วม คัดเลือกหมู่บ้านที่มีครัวเรือนประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด รวมทั้งคัดเลือกแหล่งวัตถุดิบน้ำตาลสดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด กรณีศึกษา : กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตอนที่ 3 การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 4 เป็นการวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซรับน้ำตาลโตนด วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบจาก 1-9 คะแนน (9-point Hedonic Scale) ต่อคุณลักษณะทั้ง 4 ประการคือ กลิ่น สี รสชาติ ความพึงพอใจโดยรวม

ตอนที่ 5 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไซรับน้ำตาลโตนดเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการค้าออนไลน์และการส่งออก โดยทำการวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu และศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy

ซึ่งจากขั้นตอนการวิจัยทั้ง 5 ขั้นตอน จะได้ต้นแบบของนวัตกรรมไซรับน้ำตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มแก่น้ำตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

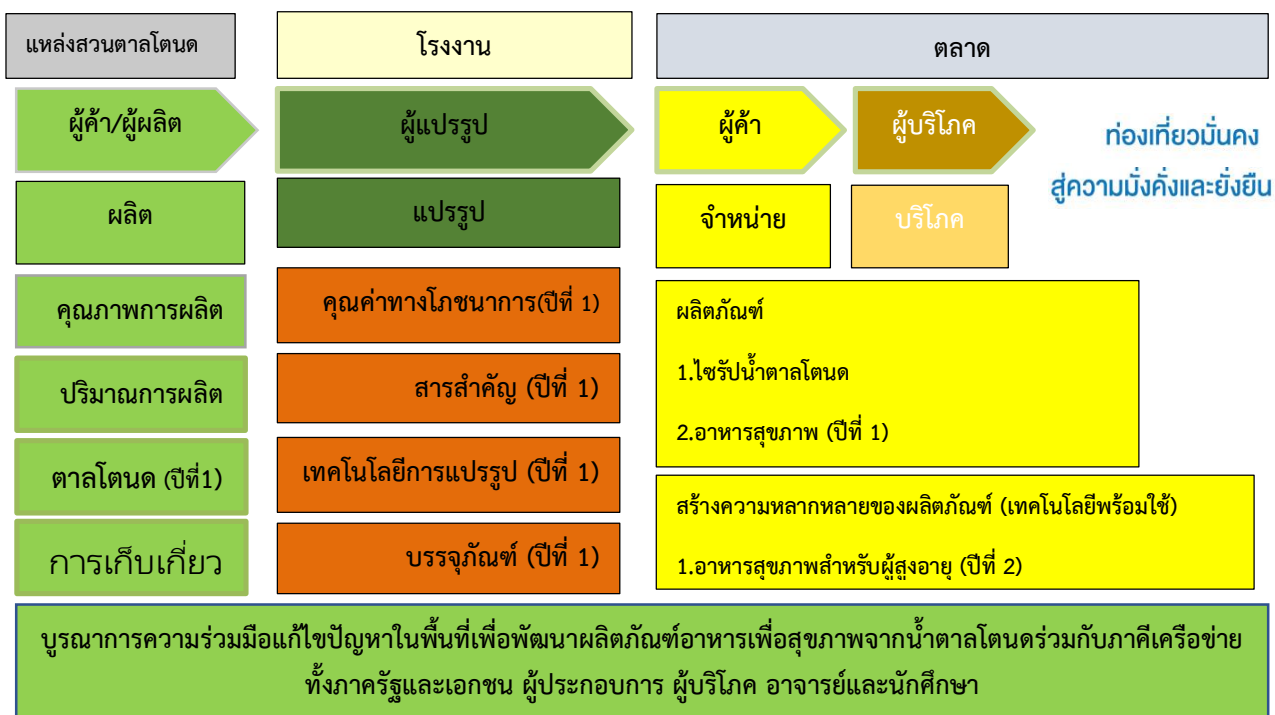
1) ประโยชน์ด้านสังคมและชุมชน กระตุ้นให้ชุมชนอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เกิดพลังแห่งการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และวัฒนธรรมอาชีพการนำผลผลิตจากตาลโตนดมาใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่ม ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ทรงคุณค่าได้รับการถ่ายทอด พัฒนาและต่อยอดบนฐานวิถีชีวิตชุมชน มีการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับภูมิปัญญาสมัยใหม่โดยไม่ถูกตัดตอน

2) ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนดในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และยกระดับคุณภาพให้ได้มาตรฐานสากลเพื่อประโยชน์ในการส่งออก เกิดแนวทางการจัดการทรัพยากรชีวภาพและการพัฒนาชุมชนบนต้นทุนของชุมชน สร้างรายได้ให้กับชุมชน เพื่อประชาชนมีความสุขตามนโยบายสานพลังประชารัฐ

3) ประโยชน์ด้านวิชาการ ได้บทความวิจัย ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ จดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ และบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กและเยาวชน ถ่ายทอดสู่สังคม

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



เป้าหมายที่ 1 น้ำตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา มีมูลค่าเพิ่มขึ้น มีช่องทางการจำหน่ายเพิ่มขึ้น และสามารถส่งออกได้

เป้าหมายที่ 2 การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) และเพิ่มโอกาสการเข้าถึงอาหารและการได้มาซึ่งอาหารที่มีคุณค่าทางสุขภาพ เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

Output 1 : พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากน้ำตาลโตนดสำหรับผู้สูงอายุร่วมกับผู้ประกอบการเพื่อเพิ่มมูลค่าของน้ำตาลโตนด (เป้าหมายที่ 1 และ 2)

1.6 แผนงานโครงการ

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมใน ปีงบประมาณ
2562	ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทราโดยชุมชนมีส่วนร่วม	x	x	x										10
2562	วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลโตนดสดด้านปริมาณไขมันปริมาณโปรตีนปริมาณความชื้นค่ากรด-ด่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ปริมาณน้ำตาลชนิดต่างๆด้วยเครื่องHPLC การวิเคราะห์ค่าสีในระบบCIE L* a* b* ค่าความหนืดด้วยเครื่อง viscometer			x	X	x	x	x						25
2562	การวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยวิธีFolin-Ciocalteu ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิคUV-Visible spectroscopy					x	x	x	x	x				25
2562	ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้โดยศึกษาในประเด็น1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย2)							x	x	x				10

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมใน ปีงบประมาณ
	รับประทานง่าย3) ผู้ดูแลสามารถจัดหาให้รับประทานได้สะดวกและรวดเร็ว4) สะดวกในการพกพา ฯลฯ													
2562	พัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและผู้สูงอายุ จากตาลโตนดให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์							x	x	x	x	x		25
2562	จัดกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยี											x	x	5
	รวม													100

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 บริบทของชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

ชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นพื้นที่ตั้งอยู่ในหมู่ 11 บ้านปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นตำบลหนึ่งของอำเภอบางคล้า ตั้งอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดฉะเชิงเทรา อยู่ริมฝั่งแม่น้ำบางปะกงด้านทิศตะวันออก โดยห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 107.2 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 16,723 ไร่ (สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2561)

สภาพพื้นที่ชุมชนปากน้ำเป็นที่ราบลุ่ม มีการทับถมของตะกอนน้ำจากแม่น้ำบางปะกง ทำให้พื้นที่ในปัจจุบันมีระดับความสูง 4-9 เมตรจากระดับน้ำทะเล นอกจากนี้มีคลองเล็กๆต่างๆที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และขุดขึ้นเพื่อให้ประกอบอาชีพเกษตรกรรมรวมทั้งการอุปโภคและบริโภค สภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว มีสภาพเป็นกรดและถูกยกพื้นที่ให้เป็นร่องสวนเพื่อกักเก็บน้ำจืดไว้ใช้ในช่วงที่มีปริมาณน้ำเค็มหนุน โดยจะมีช่วงน้ำจืดระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม และช่วงน้ำเค็มในระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน สำหรับภูมิอากาศของชุมชนปากน้ำ มีสภาพเช่นเดียวกับพื้นที่แห่งอื่น ๆ คือ แบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือฤดูร้อนในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม หรือบางปีอาจเริ่มฤดูร้อนตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูฝนในช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม และฤดูหนาวในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์

การประกอบอาชีพของชุมชนปากน้ำ จากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน และชาวบ้านในชุมชนปากน้ำ พบว่า ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพหลากหลาย เช่น ทำสวน เลี้ยงสัตว์ โดยพืชสวนที่นิยมได้แก่ มะม่วง ซึ่งมะม่วงพันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย ฟัลลัน และมันเดือนกั้ว นอกจากนี้ยังมีมะพร้าว พืช หนาก ส่วนตาลโตนดนั้นมีปลูกทั้งในพื้นที่สาธารณะ และพื้นที่ในครอบครองของเกษตรกร มีผลผลิตตลอดทั้งปีแต่มีมากในฤดูหนาว นอกจากนํ้าตาลและผลตาลมารับประทานแล้ว ชาวสวนยังใช้ประโยชน์จากต้นตาลโดยทำคันทินตามร่องสวนให้สูงขึ้น แล้วนำลำต้นตาลมาเจาะทะลุตรงกลางให้เป็นรูกลวง ใช้แทนท่อน้ำฝังไว้ในคันดินเป็นทางระบายน้ำเข้าสวน คันทินนี้ยังมีประโยชน์ในการป้องกันน้ำท่วมได้อีกด้วย

2.2 ชุมชนผู้ประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

อำเภอบางคล้า อยู่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ระยะทางจากอำเภอบางคล้า ถึง จังหวัดฉะเชิงเทรา ประมาณ 25 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งอำเภอประมาณ 227.9 ตารางกิโลเมตร ตำบลปากน้ำ มีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำบางปะกงไหลผ่าน พื้นที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การทำอาชีพเกษตรกรรม จากการศึกษาของ ลักษณะพร โรจน์พิทักษ์กุล (2550) พบว่าประชาชนในตำบลปากน้ำมีอาชีพรับจ้างทั่วไปร้อยละ 39 ในจำนวนนี้ ร้อยละ 18 อดีตเคยประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดแต่เลิกไป รองลงมาคือค้าขาย ร้อยละ 17 รับจ้างในโรงงานอุตสาหกรรมร้อยละ 11 ส่วนรายได้ภายในครอบครัว ร้อยละ 60 มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 24 มีรายได้ 5,001-10,000 บาทต่อเดือน และพบว่าในอดีตชุมชนประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 1 ปัจจุบันเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 9 ที่นิยมคือการเลี้ยงกิ้งก่าดำตามกระแสที่ให้ผลกำไรสูงในช่วงแรก ต่อมาหลายครัวเรือนต้องประสบกับปัญหาขาดทุน มีหนี้สินจำนวนมากจากการนำเงินมาลงทุนเลี้ยงกิ้งก่าดำแล้วไม่มีกำไร จึงส่งผลให้ครัวเรือนไม่สามารถปลดภาระหนี้สินได้ หนี้สินร้อยละ 58.16 เป็นหนี้

กองทุนหมู่บ้าน ร้อยละ 22.67 เป็นหนี้ในระบบและร้อยละ 21.33 เป็นหนี้จากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร

การประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดเริ่มเสื่อมถอยลงนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา ในปี พ.ศ. 2546 หน่วยงานภาครัฐได้เข้ามาส่งเสริมฟื้นฟูการประกอบอาชีพแนววัฒนธรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นตามนโยบายของประเทศ ส่งผลให้การประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลเริ่มฟื้นตัวอีกครั้ง ผลผลิตน้ำตาลที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือ น้ำตาลสด มาตรฐานเลขที่ มผช. 38/2546 และน้ำตาลโตนด มาตรฐานเลขที่ มผช. 113/2546 ผู้ประกอบอาชีพผลิตน้ำตาล มีการรวมกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชนใช้ชื่อว่า “หมู่บ้านน้ำตาลสด”

หมู่บ้านน้ำตาลสดตั้งอยู่ริมถนนระภูติ ระหว่างถนนบางตลาดสวนปาล์ม กับวัดปากน้ำโจ้โล่ โดยมีอาชีพทำน้ำตาลจะนำน้ำตาลสด น้ำตาลปึก และผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดมาวางขายตามเพิงซึ่งตั้งอยู่ตลอดริมถนนระภูติ ซึ่งจะมีของขายมากและขายดีในวันเสาร์อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ในปัจจุบันหมู่บ้านน้ำตาลสดมีการประชาสัมพันธ์เป็นแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดยะลาผ่านทางเว็บไซต์การท่องเที่ยวต่างๆ ผู้ประกอบการมีการสร้างแฟนเพจ facebook “น้ำตาลตาลโตนดแท้ 100% - หมู่บ้านน้ำตาลสดปากน้ำบางคล้า” โฆษณาสินค้าน้ำตาลสดและสินค้าอื่น ๆ เช่น ขนมจาก ขนมตาล วุ้นลูกตาล ลูกตาลลอยแก้ว มีการประกาศจำหน่ายน้ำตาลสดขวดละ 20 – 25 บาท แต่เนื่องจากเป็นของสดเก็บไว้ได้ไม่นาน จึงไม่มีการจำหน่ายออนไลน์ หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลที่ยืดอายุการเก็บรักษาได้ นอกจากจะจำหน่ายในพื้นที่เป็นสินค้า OTOP แล้ว แฟนเพจจะเป็นหนึ่งในช่องทางจำหน่ายที่มีประสิทธิภาพได้ในอนาคต

ปัจจัยที่เอื้อต่อการอนุรักษ์และส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดให้มีมาตรฐานมีหลายประการ เช่น 1) ในชุมชนมีเกษตรกรที่ประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนดเป็นอาชีพหลัก มีการสืบทอดวัฒนธรรมภูมิปัญญาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สร้างรายได้ให้กับครัวเรือน สร้างการพัฒนาสังคมและชุมชน เกิดความรักความสามัคคีของคนในชุมชนมาช้านาน 2) มีความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มอย่างเป็นรูปธรรมและชัดเจน มีคนรุ่นใหม่ในชุมชนที่มีแนวโน้มจะหันมาสืบทอดอาชีพเพิ่มขึ้น 3) ตันตาลโตนดเป็นผลผลิตของชุมชนปากน้ำซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยว สามารถสร้างเอกลักษณ์ พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประจำท้องถิ่นที่ตอบสนองต่อความต้องการของคนยุคใหม่ การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม และการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

2.3 ตาลโตนด

ตาลโตนด (*Borassus flabellifer* Linn.) เป็นพืชตระกูลปาล์มที่สามารถขึ้นได้ในเขตร้อน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* L. จัดอยู่ในสกุล *Borassus* ชื่อสามัญว่า Palmyra Palm หรือ Toddy Palm พบโดยทั่วไปในประเทศอินเดีย ไทย พม่า ศรีลังกา และเขมร (กีย่ ตรีบุลย์, 2527 อ้างถึงใน มนัสวีร์ โพชำนาญ, 2552) เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดในเอเชียตอนใต้แถบฝั่งตะวันออกของอินเดียและกระจายตัวทั่วภูมิภาคเอเชียได้แก่ อินเดีย ศรีลังกา สหภาพเมียนมาร์ กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย สำหรับประเทศไทยนั้น คาดว่ามีการปลูกตาลโตนดมาตั้งแต่ก่อนสมัยทวารวดี เพราะจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่าเมื่อประมาณพุทธศตวรรษที่ 11-16 ได้มีตราประทับรูปคนป็นต้นตาล แสดงว่าในสมัยนั้นได้รู้จักวิธีใช้ประโยชน์จากต้นตาลแล้ว นอกจากนี้ตาลยังถูกบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรมาตั้งแต่สมัยโบราณ เช่น จารึกวัดแดนเมือง จารึกวัดศรีคุณเมือง จารึกวัดศรีเมือง จารึกวัดถ้ำสุวรรณคูหา เป็นต้น (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี)

ตาลโตนดในประเทศไทยพบมากที่จังหวัดเพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ส่วนภาคใต้พบมากที่อำเภอสตูล อำเภอรือเสาะ จังหวัดสงขลา และภาคตะวันออกพบมากในเขตอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา จากการสำรวจของกรมส่งเสริมการเกษตรพบว่า สถานการณ์ปลูกตาลโตนดที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในประเทศไทยเรียงตามลำดับเนื้อที่ปลูกมากไปหาน้อยรายจังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา เพชรบุรี นครสวรรค์ และฉะเชิงเทรา ตามลำดับ

ตาลโตนดมีชื่อเรียกกันหลายชื่อด้วยกันเช่น ตาลใหญ่ ตาลนาไทย ภาคเหนือเรียกปลีตาล ภาคใต้เรียกโนด เขมรเรียกตะนอย มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้

ต้น : เป็นพืชลำต้นเดี่ยวไม่แตกกิ่งก้านสาขาลักษณะเป็นสัณฐานตาลเข็ม - ลำต้นขนาดใหญ่เส้นรอบวงประมาณ 2 - 4 ฟุตมีความสูงจากพื้นดินถึงยอดประมาณ 25 - 30 เมตร ลักษณะของเนื้อไม้เป็นไม้เนื้อแข็งมีเสี้ยนสีน้ำตาลดำกันแน่นด้านในมีใบออกที่ยอด

ใบ : มีลักษณะยาวใหญ่คล้ายพัดปลายใบแหลมสีเขียวใบมีใบย่อยเรียกว่า Segment จะแตกจากจุด ๆ เดียวเชื่อมติดกันคล้ายรูปตัววี ลักษณะก้านใบสีเขียวเมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาลเข็ม ขอบก้านใบมีหนามแข็งและคม ติดอยู่เป็นแนวยาวคล้ายใบเลื่อย ความยาวประมาณ 1.5 - 2 เมตร ยอดตาลประกอบด้วยใบตาลประมาณ 25 - 40 ใบ การเรียงตัวของใบอัดกันแน่นเป็นเกลียว ใบแก่จะมีสีน้ำตาลอ่อนและจะห้อยแนบกับลำต้น และคลุมบริเวณส่วนคอของตาล เมื่อใบแก่เต็มที่จะร่วงหล่นทั้งก้านและใบ

ราก : รากตาลเป็นเสี้ยนกลมยาว เป็นกระจุกคล้ายมะพร้าวแต่ยังลึกลงไปดินและไม่แผ่ไปตามผิวดินเหมือนรากมะพร้าว เมื่อปลูกลงบนคันนาจึงไม่รบกวนต้นข้าว รากของตาลโตนดสามารถหยั่งลงไปดินได้ลึกมาก จึงยึดกับดินได้ดี โอกาสที่จะโค่นล้มหรือถอนรากเป็นไปได้น้อย จึงมักปลูกเพื่อเป็นหลักในการแบ่งเขตของคันนาหรือเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับดินในบริเวณทำการทดน้ำเข้านา

ดอก : สีขาวอมเหลืองออกเป็นช่อแบบช่อแยกแขนงระหว่างกาบใบ ดอกแยกเพศอยู่ต่างต้น ช่อดอกตัวผู้จะมีลักษณะเป็นวงยาวประมาณ 30 - 40 เซนติเมตร ในแต่ละวงจะมีดอกเล็ก ๆ ต้นผู้ต้นหนึ่งจะมีช่อดอก 3 - 9 ช่อ ดอกตัวเมียจะออกช่อดอกหลังดอกตัวผู้เล็กน้อย ประมาณ 10 กว่าช่อ ดอกมีขนาดเล็กและชุ่มหวนมากกว่า ในแต่ละช่อจะมีดอกน้อยกว่าตัวผู้

ผล : ผลสดแบบมีเนื้อเมล็ดเดี่ยวผลติดเป็นกลุ่มแน่นทรงกลมสีน้ำตาลถึงม่วงเข้มปลายผลสีเหลือง ผิวมันขนาด 15 - 20 เซนติเมตร เนื้อผลเมื่อสุกจะเป็นสีเหลืองแก่ ประกอบด้วยแบ่งและน้ำตาล ทะลายหนึ่งมีผลประมาณ 10 - 15 ผล ผลหนึ่งจะมีเมล็ด 1 - 4 เมล็ด อยู่ภายใน เมล็ดมีลักษณะแบน ยาวประมาณ 3 นิ้ว กว้าง 2 นิ้ว และหนาประมาณครึ่งนิ้ว

ส่วนประกอบของผล แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. เปลือกชั้นนอก (Exocarp) ผิวเรียบเป็นมัน
2. ส่วนที่เป็นเส้นใย (Mesocarp)
3. ส่วนที่เป็นกะลาแข็งหุ้มเมล็ด (Endocarp)

ตาลโตนดสืบพันธุ์จากเมล็ดอย่างเดียวทำได้โดยนำเมล็ดแก่ที่ตกอยู่ตามโคนต้นมาฝังดิน ลึกประมาณ 10 เซนติเมตรหลังจากนั้น 2 - 3 เดือนก็จะเริ่มงอก ในระยะแรกการเจริญเติบโตของตาลโตนดจะเป็นไปอย่างช้า ๆ โดยเฉลี่ยแล้วปีหนึ่งจะมีใบใหม่เพิ่มขึ้นเพียง 1 ใบเท่านั้น เมื่อตาลโตนดอายุ 5 - 6 ปี ลำต้นจะสูงเพียง 1 เมตร หลังจากระยะนี้จะเป็นลำต้นยืดยาวขึ้นปีละ 30 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร ดังนั้นตาลโตนดอายุ 10 - 15 ปี ระยะเริ่มให้ดอก จะมีความสูงเพียง 4 - 5 เมตร เท่านั้น

การงอกของตาลโตนด เยื่อหุ้มเมล็ดหรือหน่อ (Opocolon) จะเจริญข้างล่างขณะที่ใบแรกของผลจะงอกออกมา จากนั้นส่วนที่สะสมอาหารภายในเมล็ดก็จะถูกย่อยเป็นคาร์โบไฮเดรตอย่างง่าย โดยส่วนที่สะสมอาหารของใบเลี้ยงและคาร์โบไฮเดรตก็จะถูกนำไปสร้าง Plunule และรากแขนงให้เจริญเติบโตขึ้น แมนโนเซลลูโลส (Mannocellulose) ของส่วนที่สะสมอาหารภายในเมล็ด เกิดการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลกลูโคสโดยอาศัยน้ำตาลแมนโนสเข้าช่วย

2.4 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลสด และการทำน้ำตาลโตนด

ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลสด และทำน้ำตาลโตนดตามกฎหมายปัญหาดั้งเดิมของไทย มีดังนี้

(1) การเลือกต้นตาล ต้นตาลที่ใช้ทำน้ำตาลโตนดนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นต้นที่มีอายุ 10 ปีขึ้นไป ตาลโตนดมีช่อดอก 2 ชนิดคือ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ส่วนของดอกตัวผู้ที่แตกแขนงออกเรียกว่า “วงตาล” ส่วนช่อดอกตัวเมียเรียกว่า “ปลีตาล” ซึ่งทั้งสองชนิดให้น้ำหวานได้โดยผ่านกรรมวิธีการปาดวงตาลและปลีตาล น้ำหวานนี้เรียกว่า “น้ำตาลใส” หรือ “น้ำตาลสด” ที่สามารถดื่มสดได้ทันที โดยทั่วไปเกษตรกรไม่นิยมเก็บน้ำหวานจากต้นตัวเมีย แต่จะปล่อยให้ออกจันทดผลเพื่อเก็บผลตาลมากกว่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) การเลือกต้นตาลคนปาดตาลจะเลือกต้นตาลที่ออกวงหรือปลีพร้อมที่จะให้น้ำตาลได้

(2) การนวดตาล เป็นการกระตุ้นให้ต้นตาลรีดน้ำหวานออกมาไว้ที่ดอก หรือวงตาล ช่วยให้ได้น้ำตาลเยอะ ซึ่งจะใช้เครื่องมือตามแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน มีลักษณะเป็นไม้ 2 ท่อน ผูกติดกันด้านหนึ่ง เหมือนตะเกียบ หรือตัวหนีบขนาดใหญ่ ช่วงเวลาที่เหมาะในการเก็บน้ำหวานคือ หลังจากช่อดอกบานเป็นจั่นแล้ว ขนาดเท่าลูกมะยมหรือใหญ่กว่า คนทำตาลจะนำไม้มาวาง ขึ้นไปนวดวงตาลบนต้นทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 5-7 วัน ให้น้ำหวาน เมื่อเวลาเสร็จต้องเอาน้ำเปล่าใส่กระบอกล้างไม้ฝ่ แฉ่งวงไว้ในน้ำเพื่อเป็นการบ่มวงตาล และป้องกันแมลงมากินก่อนการปาด

(3) การขึ้นตาล ปาดตาล ช่วงเวลาในการเก็บน้ำตาลโตนดอยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงปลายเดือนพฤษภาคม โดยคนปาดจะขึ้นตาลวันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้ามืดกับช่วงบ่าย เพื่อปาดและรองน้ำตาลเอาไว้ในกระบอกล้างไม้ฝ่ โดยกระบอกล้างไม้ฝ่ที่นำมารองน้ำหวานจากวงตาล จะต้องนำไปต้มไฟเพื่อฆ่าเชื้อ และต้องนำไปตากให้แห้งก่อน หากใช้กระบอกล้างไม้ฝ่จะทำให้น้ำตาลสดบูดได้ ก่อนจะรองน้ำตาลต้องใส่เศษไม้พะยอมชิ้นเล็กๆ ลงไปเพื่อถ่วงน้ำตาลบูด คนปาดตาลจะขึ้นไปพร้อมกระบอกล้างไม้ฝ่ ใช้มีดกรีดที่ปลายวงตาลเพื่อให้น้ำจากวงไหลออกมา แล้วใช้กระบอกล้างไม้ฝ่รองไว้ ปล่อยให้ น้ำหวานไหลลงกระบอกล้างไม้ฝ่จนเต็มถึงข้างขึ้นไปเก็บ จากนั้นก็ปาดและรองน้ำหวานต่อ ทำอย่างนี้ทุกวันเรื่อยไปจนน้ำตาลหมด โดยภายใน 1 ปี การทำน้ำตาลสด จะมีเพียงช่วงเดียว หลังจากนั้นเกษตรกรจะหยุดเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนมีฝนตกชุก และเป็นช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตน้อยลง โดยเฉลี่ยต้นตาลตัวเมียจะให้น้ำตาลสดวันละ 4-5 ลิตร ต้นตัวผู้จะให้น้ำตาลสดวันละ 3 ลิตร ต่อต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)

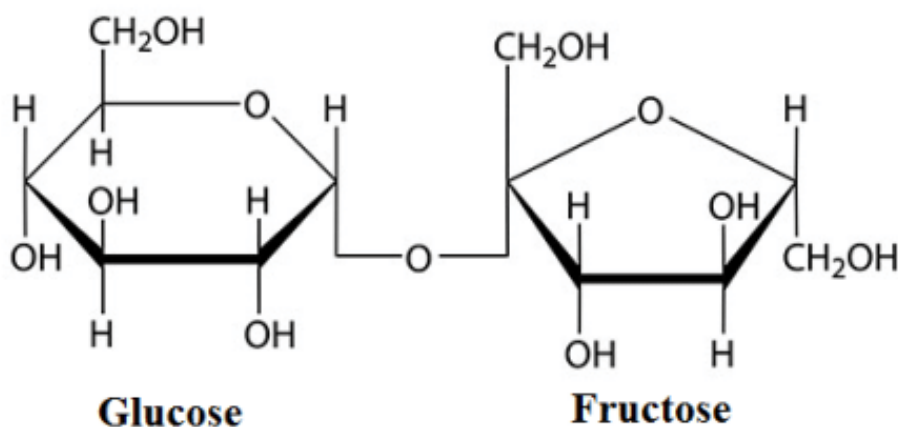
(4) การต้มตาล เมื่อรองน้ำตาลลงมาจากต้นตาลแล้ว จะกรองน้ำตาลที่ได้ผ่านผ้าขาวบางใส่กระช่ใบบัว เพื่อกรองเศษไม้พะยอมออกก่อนนำไปขึ้นตั้งไฟ (มักใช้เตาถ่าน) น้ำตาลที่รองมาได้จากต้นตาล หากยังไม่ได้ผ่านการต้ม รสชาติจะหวานอ่อนๆ มีกลิ่นไหม้ฉุนๆ เป็นกลิ่นที่มาจากกระบอกล้างไม้ฝ่ที่รองน้ำตาลลงมา การทำน้ำตาลสดให้เก็บได้นานขึ้น จะต้องนำไปต้มให้พอเดือด น้ำตาลสดที่ผ่านการต้มแล้ว จะมีสีเข้มขึ้น ให้รสชาติหวานขึ้น และมีกลิ่นหอม

(5) การทำน้ำตาลก้อน ขั้นตอนการทำน้ำตาลปึก หรือน้ำตาลปี๊บ จะต้องเคี่ยวน้ำตาลให้เดือดอยู่ประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง เพื่อให้ น้ำระเหยออกไปให้มากที่สุด ระหว่างต้มต้องคอยตักฟองทิ้ง จากนั้นก็เคี่ยวให้ข้น และกลายเป็นน้ำตาลเหลว สีเข้ม จึงนำไปใส่เบ้าพิมพ์คล้ายถ้วย จะได้น้ำตาลปึก หากนำไปใส่ปี๊บก็จะได้ น้ำตาลปี๊บ น้ำตาลโตนด จะมีกลิ่นหอม และมีรสชาติกลมกล่อมกว่าน้ำตาลอ้อย และน้ำตาลมะพร้าว

2.5 สารให้ความหวาน

2.5.1 น้ำตาลซูโครส

น้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 ชนิดคือน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตสเป็นผลึกสีขาวมีรสหวานซูโครสเป็นสารให้ความหวานที่ใช้กันมากเพราะมีราคาถูกโดยอาจใช้เพียงอย่างเดียวหรือใช้ผสมกับสารให้ความหวานตัวอื่น น้ำตาลซูโครสมิมีหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากที่มีคุณสมบัติจับกับน้ำได้ดีจึงทำให้น้ำตาลซูโครสสามารถแตกตัวและกระจายตัวได้ดีในน้ำ (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538) ทำให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของอาหารลดลง น้ำตาลซูโครสจึงใช้เป็นสารลดความชื้นได้ ความสามารถในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ของซูโครสขึ้นกับความเข้มข้น โดยน้ำตาลซูโครสประมาณร้อยละ 60 สามารถป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ ขณะที่น้ำตาลซูโครสปริมาณเล็กน้อยจะกลายเป็นสารอาหารสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ (Lueck, 1980 อ้างโดยไพบุลย ธรรมรัตน์วาลิก, 2532)



ภาพที่ 2.1 sucrose chemical structure

ที่มา : Fatima Zahra Amchra (2018)

ตารางที่ 2.1 สารให้ความหวานที่มีการใช้ทั่วไปน้ำหนักโมเลกุลจุดเยือกแข็งและความหวานของผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครส

ชนิดสารให้ความหวาน	น้ำหนักโมเลกุล	แฟกเตอร์ของจุดเยือกแข็งที่ต่ำลง	ความหวานสัมพัทธ์
ซูโครส	342	1.0	1.0
น้ำเชื่อมกลูโคส 42 DE	445	0.8	0.3
High Fructose Corn Syrup ; HFCS (42% ฟรุคโทส)	190	1.8	1.0
เด็กซ์โทส	180	1.9	0.8
ฟรุคโทส	180	1.9	1.7
น้ำตาลอินเวิร์ท	180	1.9	1.3
แอลกอฮอล์	342	1.0	0.2
ซอร์บิทอล	182	1.9	0.5
กลีเซอรอล	92	3.7	0.8

แหล่งที่มา นันทพร อัครนิจ (2554)

2.5.2 ไชรป์

ไชรป์หมายถึง สารให้ความหวานที่อยู่ในรูปของเหลวเพื่อใช้แทนน้ำตาลทราย ส่วนใหญ่จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบร้อยละ 20 – 30 (มะลิวัลย์ ไชโย, 2554) ไชรป์มีหลายประเภท ได้แก่ กลูโคสไชรป์ ฟรุคโทสไชรป์หรือน้ำเชื่อมข้าวโพด เมเปิ้ลไชรป์ และไชรป์ผลไม้

(1) กลูโคสไชรป์

กลูโคสไชรป์ หรือน้ำเชื่อมกลูโคส หรือเรียกอีกชื่อว่าแบะแซ มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นหนืดใส ไม่มีสี เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ชให้เล็กลง การผลิตน้ำเชื่อมกลูโคสมีวัตถุประสงค์คือ สตาร์ช (starch) จากแป้ง เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า นำมาผสมกับน้ำแล้วทำให้สุก (gelatinization) หลังจากนั้นน้ำแป้งจะถูกย่อย (hydrolysis) ด้วยกรดหรือเอนไซม์ (enzyme) ที่ย่อยสตาร์ชได้เช่น amylase ทำให้สตาร์ชมีขนาดโมเลกุลเล็กลงน้ำเชื่อมกลูโคสที่ถูกย่อยแล้วมีส่วนประกอบเป็นน้ำตาลกลูโคส (glucose) มอลโทส (maltose) และโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) ปัจจุบันนิยมผลิตกลูโคสไชรป์ด้วยการย่อยด้วยเอนไซม์เนื่องจากให้ความบริสุทธิ์ของกลูโคสมากกว่าการย่อยด้วยกรด

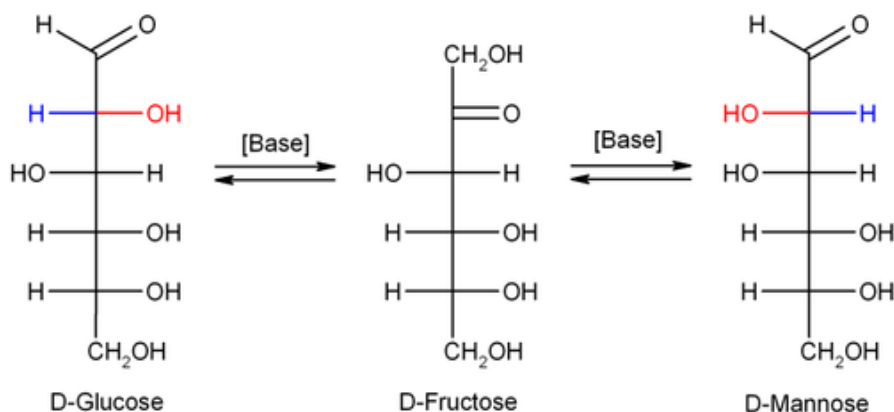
กลูโคสไชรป์ใช้เป็นสารให้ความหวานเหมือนน้ำตาล ความหวานความใสและความหนืด (viscosity) ของน้ำเชื่อมกลูโคสขึ้นอยู่กับค่า Dextrose Equivalent (D.E.) หรือน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย ซึ่งโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 20 – 80 น้ำเชื่อมกลูโคสที่มีค่า DE มากจะมีปริมาณกลูโคสมากจะมีรสหวานและใสมากขึ้นแต่ความหนืดน้อยลง (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2010) กลูโคสไชรป์ที่มีค่า D.E. สูง (น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยต่ำ) จะสามารถลดความชื้นสัมพัทธ์สมดุล (Equilibrium relative humidity, ERH) และลดการเกิดลักษณะแห้งของผลิตภัณฑ์ที่กลูโคสไชรป์ที่มีค่า D.E. ต่ำจะเพิ่มค่า ERH และลดการดูดซับความชื้นของผลิตภัณฑ์

เมวากลูโคสไชรป์มีลักษณะใสไม่มีสี แต่จะเกิดสีได้เมื่อได้รับความร้อนทั้งนี้เนื่องจากความร้อนจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีของสว่นประกอบต่างๆในกลูโคสไชรป์ (Birch, 1977) โดยมีสารประกอบ hydroxymethylfurfural (HAF) เกิดขึ้นและเพิ่มปริมาณขึ้นพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของสีในกลูโคสไชรป์ใน

ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Ramchander and Feather, 1975) Palmer (1970) กลาวว่ากลูโคสไซรัปสามารถนำมาใช้ในสูตรอาหารเพื่อทำให้อาหารมีความหนืดหรือความคงตัว ช่วยในการดูดความชื้น ช่วยเพิ่มกลิ่นรส ยับยั้งการตกผลึกหรือควบคุมขนาดของผลึก ทำให้เกิดแรงดันออสโมติกและช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะดีเป็นมันเงา

(2) ฟรักโทสไซรัป

ฟรักโทสไซรัป (Fructose syrup) หรือน้ำเชื่อมข้าวโพด (high fructose corn syrup (HFCS)) เป็นน้ำเชื่อมที่ได้จากการย่อยสลายจากข้าวโพดได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นฟรักโทสโดยปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชัน (isomerization) โดยใช้เอนไซม์กลูโคสไอโซเมอเรส ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชันของกลูโคส

ที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1349/fructose-syrup>

ฟรักโทสไซรัปแบ่งออกได้หลายชนิดตามสัดส่วนของน้ำตาลฟรักโทส เช่น HFCS 90 ประกอบด้วยน้ำตาลฟรักโทสประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์และน้ำตาลกลูโคส 10 เปอร์เซ็นต์ HFCS 55 ประกอบด้วยน้ำตาลฟรักโทสประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์และน้ำตาลกลูโคส 42 เปอร์เซ็นต์นิยมใช้เติมในเครื่องดื่ม HFCS 42 ประกอบด้วยน้ำตาลฟรักโทสประมาณ 42 เปอร์เซ็นต์และน้ำตาลกลูโคส 53 เปอร์เซ็นต์นิยมใช้เติมในเครื่องดื่มและขนมอบ ฟรักโทสไซรัปมีรสหวานมากกว่าน้ำเชื่อมจากน้ำตาลซูโครสหรือกลูโคส ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหาร เช่น ไอศกรีม การใช้สารให้ความหวานอื่น ๆ ที่ได้จากแป้งข้าวโพด เช่น เด็กซ์โทส น้ำเชื่อมข้าวโพดฟรักโทสสูง ยังมีความสำคัญในการผลิตอาหารสำหรับผู้ควบคุมน้ำหนักอีกด้วย (นันทพร อัครนิจ, 2554)

(3) เมเปิลไซรัป

เมเปิลไซรัปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากต้นเมเปิลซึ่งมีปริมาณน้ำตาลสูง มีต้นกำเนิดจากประเทศแคนาดา ผลิตในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน โดยเจาะรูต้นเมเปิลและใช้สายยางดูดน้ำหวานจากต้นเมเปิล จากนั้นนำมาต้มเคี่ยวจนหมดฟองจะได้เมเปิลไซรัป มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 66 – 67 องศาบริกซ์

(4) ไซรัปผลไม้

ไซรัปผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้มาทำให้เข้มข้น มีลักษณะเป็นน้ำตาลเหลว มีความข้นหนืด มีกลิ่นและรสผลไม้ อาจมีลักษณะขุ่นหรือใสก็ได้ แต่ต้องมีอัตราส่วนของผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 มีปริมาณสารที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าร้อยละ 65 ความเป็นกรดต่ำ สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเนื่องจากมี

ความเข้มข้นของน้ำตาลสูง ถ้ามีน้ำตาลน้อยกว่าร้อยละ 68 ต้องใช้สารเคมีช่วยในการเก็บรักษา ไซรัปผลไม้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นสารให้ความหวาน สารให้กลิ่นรส ตกแต่งหน้าผลิตภัณฑ์ และยังสามารถเจือจางเป็นเครื่องดื่มได้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำหวานเข้มข้น มผช.489/2547 ได้นิยามผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมหรือน้ำหวานเข้มข้นไว้ว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมน้ำตาลกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม นำไปต้มจนได้ความเข้มข้นตามต้องการ แต่งสี กลิ่น รส นำไปทำให้เจือจางด้วยน้ำหรือโซดาก่อนบริโภค มีคุณลักษณะที่ต้องการคือ ต้องเป็นของเหลวข้น เนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ปราศจากผลึกน้ำตาล มีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้สม่ำเสมอ มีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหมัก กลิ่นเหม็นเปรี้ยว สารที่ละลายได้ทั้งหมดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก

2.6 วิธีการทำน้ำผลไม้เข้มข้น

การให้น้ำผลไม้เข้มข้นขึ้นมีประโยชน์คือช่วยถนอมอาหาร เนื่องจากสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบรรจุการขนส่งและการกระจายสินค้าเนื่องจากปริมาตรที่ลดลง วิธีการทำน้ำผลไม้ให้เข้มข้นมีหลายวิธี ได้แก่

(1) การให้ความร้อนโดยตรงคือการต้มเคี่ยวในภาชนะเป็นวิธีการที่ทำได้ง่ายแต่มีข้อด้อยคือควบคุมความร้อนได้ยากมีการเปลี่ยนแปลงของรสชาติกลืนสีเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารให้กลืนจากการถูกออกซิไดส์และกรดอะมิโนจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับน้ำตาลรีดิวซ์ (ชอลัดดา เทียงพุทและสายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2542) การระเหยแบบกระเพาะเปิด (pan evaporation) เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น ในการทำน้ำตาลจากน้ำหวานดอกมะพร้าว หรือตาลโตนด เช่นในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม หรือเพชรบุรี โดยการเคี่ยวน้ำตาลสดจนได้เป็นน้ำตาลก้อน ใช้เวลามากกว่า 2.5 ชั่วโมง จากนั้นต้องใช้เครื่องตีให้น้ำตาลคงตัว

(2) การทำให้เข้มข้นโดยวิธีแช่เยือกแข็งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ให้ผลดีแต่มีค่าใช้จ่ายสูงมากและทำให้เข้มข้นได้สูงสุดเพียงร้อยละ 50 (ชอลัดดา เทียงพุทและสายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2542)

(3) รีเวอร์ออสโมซิส (Reverse osmosis:RO) หรือไฮเปอร์ฟิลเตรชัน (Ultrafiltration) เป็นวิธีการแยกซับซ้อนขึ้นบางครั้งเรียกว่าการเอาน้ำออก (dewatering) เพราะวิธีนี้จะใช้การกรองผ่านเยื่อที่ยอมให้น้ำเท่านั้นผ่านไป แต่สารที่ละลายน้ำได้เช่นเกลือน้ำตาลและไอออนต่างๆที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 150 ดาลตัน (daltons) จะไม่สามารถผ่านไป (ชอลัดดา เทียงพุทและสายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2542)

(4) การระเหยภายใต้ระบบสุญญากาศ (Vacuum evaporation) การแยกน้ำออกจากอาหารโดยใช้ความร้อนเพื่อให้ระเหยนั่นจำเป็นต้องใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานาน จึงอาจทำให้อาหารสูญเสียคุณภาพได้ ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นวิธีการทำให้น้ำระเหย โดยการลดอุณหภูมิลงภายใต้ความดันต่ำโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ เรียกวิธีการนี้ว่าการระเหยภายใต้ระบบสุญญากาศ ในวิธีนี้น้ำจะถูกแยกออกไปที่อุณหภูมิต่ำพอที่จะไม่ทำให้อาหารสูญเสียคุณภาพ อาจใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 21 ถึง 50 องศาเซลเซียส (Potter; & Hotchkiss. 1997) วิธีการนี้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่จะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับชนิดของผลไม้ ซึ่งมีข้อจำกัดแตกต่างกัน เช่น การไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง การมีสิ่งเจือปนทำให้เกิดการอุดตัน มีความหนืดสูง เป็นต้น (Ramteke; et al. 1993)

2.7 สารให้ความคงตัว

สารให้ความคงตัว (Stabilizer) หรือสารเพิ่มความหนืดมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำเป็นผลมาจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนและการสร้างร่างแหสามมิติในส่วนของเหลวทำให้น้ำไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ซึ่งจะช่วยเพิ่มความข้นหนืด และปรับปรุงความคงตัวของน้ำเชื่อมระหว่างการเก็บรักษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่

(1) **คาราจีแนน (Carrageenan)** เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ซัลเฟตที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดงคือ *Chondrus crispus* และ *Gigartina stellata* คาราจีแนนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ แคปปา (kappa) ไอโอตา (iota) และแลมบ์ดา (lambda) แคปปาและไอโอตามีสสมบัติเกิดเจลได้เมื่อมีโพแทสเซียมไอออน ส่วนแลมบ์ดาเกิดเจลไม่ได้ คาราจีแนนละลายได้ดีและมีความคงตัวที่ pH สูงกว่า 7 ถ้า pH ต่ำกว่า 7 ความคงตัวจะลดลงโดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในภาวะที่มีน้ำตาลความเข้มข้นสูงปนอยู่ในสารละลาย (นิธิยา, 2545) มักใช้ร่วมกับสารให้ความคงตัวชนิดอื่นเพื่อป้องกันการแยกตัวของน้ำระหว่างการละลาย และเพื่อให้ได้ผลเต็มที่ควรได้รับความร้อนสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส (Andreasen and Nielsen, 1992)

(2) **อัลจิเนต (Alginate)** เป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลคือ *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria cloustoni* และ *Laminaria digitata* อัลจิเนตที่ผลิตทางการค้ามีหลายอนุพันธ์ เช่น อนุพันธ์ของเกลียวโซเดียมโพแทสเซียมแอมโมเนียและโพพิลีน ซึ่งมีสมบัติการละลายในน้ำที่ต่างกัน (นิธิยา, 2545) โดยใช้ต้องใช้ความร้อนในการละลายอัลจิเนตก่อน

(3) **อนุพันธ์ของเซลลูโลส** มีการใช้กันมากในไอศกรีมในรูปโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxy methyl cellulose, Na-CMC) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสอีเทอร์ อาจเรียกว่าเซลลูโลสกัม (cellulose gum) ละลายได้ในน้ำเย็นช่วยอุ้มน้ำลดการเคลื่อนตัวของน้ำทำให้อาหารมีความหนืดเพิ่มขึ้น

(4) **โลคัสทีนัม (Locust bean gum)** ได้มาจากพืชในส่วนเอนโดสเปิร์มของเมล็ดจากต้น carob หรือ locust bean (*Ceratonia siliqua*) ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นในพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่ง โลคัสทีนัมไม่ละลายในน้ำเย็นต้องใช้ความร้อนช่วยในการละลาย จะให้สารละลายที่มีความหนืดสูงที่สุดเมื่อได้รับความร้อนสูงถึง 95 องศาเซลเซียสแล้วจึงทำให้เย็นลง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้สมบัติพองตัวได้ในน้ำเย็นและนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์นม (นิธิยา, 2545) โดยทั่วไปการละลายต้องใช้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาทีและจะละลายอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์

(5) **กัวร์กัม (Guar gum)** ได้จากเอนโดสเปิร์มของเมล็ดจากต้น guar (*Cyamopsis tetragonolobus*) ซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่ว โครงสร้างโมเลกุลของกัวร์กัมเป็นพอลิเมอร์สายยาวของกาแล็กโทแมนแนน มีน้ำหนักโมเลกุล 220,000-250,000 ดาลตัน ในโมเลกุลประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนสต่อกาแล็กโทสเป็น 2:1 มีแขนงของน้ำตาลกาแล็กโทสมากกว่าโลคัสทีนัม กัวร์กัมไม่สามารถเกิดเจลได้แต่อุ้มน้ำและกระจายตัวได้ดีในน้ำเย็น สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงและให้ความหนืดสูงสุดภายหลังเวลานาน 2 ชั่วโมงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะอุ้มน้ำได้มากขึ้นและมีความหนืดเพิ่มขึ้นด้วยจึงใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด ความหนืดของสารละลายกัวร์กัมจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ pH เวลา ความเข้มข้น การคน และขนาดอนุภาค (นิธิยา, 2545) การใช้กัวร์กัมทำให้ลักษณะเนื้อมีความข้นมากแต่ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไปจะทำให้เกิดลักษณะเป็นเมือกและยาง

เนื่องจากกัวร์กัมจะไม่แตกตัวเป็นไอออน และทนต่อการเป็นกรด-เบสได้ในช่วงกว้าง คือ pH 4-10 โดยที่ความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้สามารถเติมอิเล็กโทรไลต์ได้เป็นจำนวนมาก แต่ถ้ามีความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์สูงกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลต่อการอุ้มน้ำ และการเกิดเจล กัวร์กัมจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้สูงที่สุดที่ความเป็นกรด-เบส 7.5-9.0

ผลิตภัณฑ์เพิ่มความข้นหนืดสามารถจำแนกตามความข้นหนืดได้ 4 ระดับ ได้แก่ 1. ความข้นหนืดระดับต่ำ (thin) 2. ความข้นหนืดระดับน้ำเชื่อม (nectar-like) 3. ความข้นหนืดระดับน้ำผึ้ง (honey-like) และ ความข้นหนืดระดับสูง (spoon-thick) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับความหนืด 4 ระดับตามการจัดจำแนกของ American Dietetic Association Recommendations ป.ค.ศ. 2000

Consistency class	Minimum (cP)	Maximum (cP)
Thin	1	50
Nectar – like	51	350
Honey – like	351	1750
Spoon – thick	1750	

ที่มา : ปิยะดา อาชายุทธการ (2554)

2.8 ค่าวอเตอร์แอคติวิตีและการเสื่อมเสียของอาหาร

อาหารประกอบด้วยน้ำอยู่ 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นน้ำที่อาหารยึดไว้เรียกว่า Bound Water จุลินทรีย์จะนำน้ำส่วนนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ค่อนข้างยาก อีกส่วนหนึ่งคือน้ำอิสระที่อยู่รอบ ๆ องค์ประกอบของอาหาร เรียกว่าน้ำส่วนที่ใช้น้ำที่เป็นประโยชน์ (Available Water) หรือวอเตอร์แอคติวิตี จุลินทรีย์จะสามารถนำน้ำส่วนนี้ไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2539)

ค่าวอเตอร์แอคติวิตีสามารถคำนวณได้ดังนี้ (McLaughlin and Magee, 1998)

$$a_w = p/p_o = E.R.H / 100$$

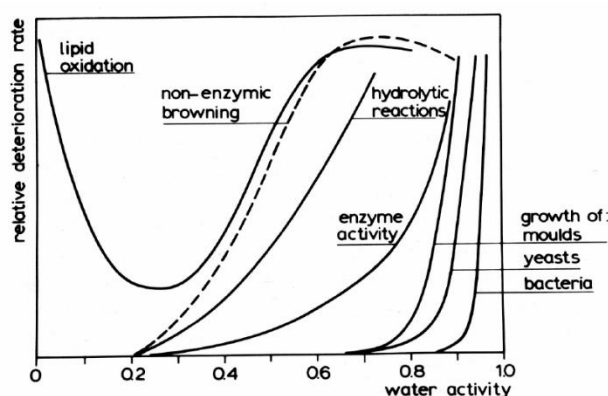
เมื่อ a_w = วอเตอร์แอคติวิตี

P = ความดันไอของน้ำในอาหาร

p_o = ความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิเดียวกัน

E.R.H = ความชื้นสัมพัทธ์ที่จุดสมดุล

อัตราของปฏิกิริยาการเสื่อมเสียในอาหารมีความสัมพันธ์กับค่าวอเตอร์แอคติวิตีดังรูป จากรูปจะเห็นว่าเมื่อค่าวอเตอร์แอคติวิตีต่ำกว่า 1 ปฏิกิริยาการเสื่อมเสียทางเคมีและการเจริญของจุลินทรีย์จะลดลงอย่างช้า ๆ จนถึงระดับที่ปฏิกิริยาเกือบทั้งหมดถูกยับยั้ง เช่นเดียวกับความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งเมื่อมีค่าวอเตอร์แอคติวิตีต่ำกว่า 0.35 (รัชนี ตันทะพานิชกุล, 2537; นิธิยา รัตนพานนท์, 2545)



ภาพที่ 2.3 ผลของค่าวอเตอร์แอคติวิตีต่อความคงตัวของอาหาร

ที่มา : Reaction rates in food as function of water activity (Rockland and Stewart 1981 อ้างถึงใน Ariyawansa, 2000)

Food safety authority of Ireland (2019) ได้ระบุข้อมูลของค่าวอเตอร์แอกติวิตีของอาหารประเภทต่างๆ ไว้ดังตารางที่ 2.3 จากตารางจะเห็นว่า ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของเมเปิ้ลไซรัปโดยทั่วไปอยู่ในระหว่าง 0.80 – 0.93

ตารางที่ 2.3 Approximate water activity values of some foods

Approx. aw range	Food
1.0	Distilled water
≥ 0.98	Fresh meats, poultry, fish and eggs Fresh milk Fresh fruit and vegetables Fruit and vegetable juices
$\geq 0.93 - 0.98$	Cured meats Fresh breads Cheddar cheese Cold-smoked salmon
$\geq 0.8 - 0.93$	Dry and fermented sausages Dry cheeses Margarine Fruit juice concentrate Maple syrup
0.7 – 0.8	Soy sauce (will vary depending on salt concentration)
≥ 0.65	Dried meat, e.g. beef jerky
$\geq 0.6 - 0.85$	Dried fruit Jam Honey Flour
$\geq 0.3 - 0.6$	Biscuits Dry noodles, Dry pasta Crisps
0.4 – 0.5	Whole egg powder
$\geq 0.2 - 0.3$	Dried vegetables Dried soups Breakfast cereals Milk powders
≤ 0.2	Coffee powder

ที่มา : fsai.ie https://www.fsai.ie/training/micro_criteria/story_content/external_files/Water%20activity%20list.pdf

2.9 สารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) เป็นกลุ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสำคัญที่พบในผัก ผลไม้ และธัญพืชชนิดต่าง ๆ ทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารสำคัญต่าง ๆ ของพืช ทั้งยังมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ในเชิงสุขภาพและการแพทย์อีกด้วย สารประกอบในกลุ่มนี้สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มหลักที่พบมากในพืช ได้แก่ กรดฟีนอลิก (Phenolic acid) สารประกอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และสารประกอบแทนนิน (Tannins) (Dykes และ Rooney, 2007) กลไกในการต้านอนุมูลอิสระของสารในสารประกอบฟีนอลิกมี 3 กลไก (โอภา วัชรคุปต์ และคณะ, 2549) คือ

- 1) เป็นสารคีเลต (chelating agent) ทำหน้าที่จับกับโลหะหนักที่ส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ เช่น ทองแดง และเหล็ก เป็นต้น
- 2) เป็นสารต้านออกซิเดชันโดยหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ ได้อนุมูลของสารประกอบฟีนอลที่มีความเสถียร
- 3) ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปวิตามินอีกลับมาใหม่ โดยจะรีดิวซ์อนุมูลของวิตามินอีกลับเป็นวิตามินอีเหมือนเดิม ทำให้วิตามินอีสามารถทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ต่อไป

2.10 สารต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (free radical) คือ โมเลกุลที่ไม่เสถียรและว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการทำลายโมเลกุลอื่น ๆ ต่อเนื่องกันไปเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน อนุมูลอิสระจึงเป็นสารพิษต่อเซลล์ของร่างกาย ถ้ามีมากเกินไปจะเป็นอันตรายโดยจะทำลายดีเอ็นเอ เยื่อหุ้มเซลล์ และอื่น ๆ ในระยะสั้นอนุมูลอิสระมีผลต่อการอักเสบและการทำลายเนื้อเยื่อ ในระยะยาวมีผลต่อความเสื่อมหรือการแก่ของเซลล์ ปัจจุบันผลการศึกษาพบว่าอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเรื้อรังชนิดไม่ติดต่อหลายชนิด โดยเฉพาะโรคมะเร็ง (เนตรนภา, 2014)

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระโดยตรง เพื่อกำจัดอนุมูลให้หมดไป หรือหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชันไม่ให้ดำเนินต่อไป โดยทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ หรือทำหน้าที่ป้องกันกระบวนการออกซิเดชัน ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (Gordon, 2001) การตรวจวัดแอกทิวิตีที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระ (Radical scavenging methods) มีหลายวิธี ได้แก่ วิธี DPPH และวิธี ABIS เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้การกำจัดอนุมูลอิสระสังเคราะห์ในตัวทำละลายที่มีขั้ว เช่น เมทานอล ที่อุณหภูมิห้อง สารอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่นิยมใช้ ได้แก่ 2,2-Diphenyl -1-picrylhydrazyl (DPPH) (Michael, 2001) โดยวิธี DPPH (DPPH assay) จะใช้ออนุมูล DPPH• ซึ่งมีสีม่วงเป็นสารอนุมูลอิสระ แล้วติดตามการกำจัดอนุมูลอิสระจากค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ที่ลดลง ซึ่งเนื่องจากสารต้านออกซิเดชันทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชัน หรือเกิดปฏิกิริยากับสารอนุมูลอิสระอื่น ๆ และเปลี่ยนสารสีม่วงให้เป็นสารที่ไม่มีสี

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เรณูภา แจ่มฟ้า (2545) ทำการวิจัยการผลิตไซรัปจากน้ำตาลสดโดยใช้กรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน 2 วิธีคือการให้ความร้อนโดยใช้กระทะเปิดและการใช้เครื่องระเหยที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 60 70 และ 80°C และศึกษาการทำให้ใส 3 วิธีคือการกรองด้วยกระดาษกรองการใช้เบนโทโนต์และการใช้ผงถ่านกัมมันต์โดยใช้น้ำตาลสดเริ่มต้นที่มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 12-14 องศาบริกซ์และ pH 4.5-5 นำมาให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสุดท้าย 68 องศาบริกซ์ นำไซรับน้ำตาลสดที่ได้ไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสและคัดเลือกไซรับน้ำตาลสดที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดมาใช้เป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์โดยใช้น้ำตาลทรายในอัตราส่วนเดียวกัน พบว่าการผลิตไซรัป

น้ำตาลสดด้วยกรรมวิธี (1) การทำให้ใสโดยการใช้น้ำโทไนท์และให้ความร้อนโดยใช้เครื่องระเหยที่อุณหภูมิ 80°C (2) ทำให้ใสโดยใช้ผงถ่านและให้ความร้อนโดยใช้กระทะเปิดที่อุณหภูมิ 70°C และ (3) ทำให้ใสโดยการใช้น้ำโทไนท์และให้ความร้อนโดยใช้กระทะเปิดที่อุณหภูมิ 80°C ได้ใช้รับน้ำตาลสดที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดตามลำดับ

จิตชัย ปัญญาสุวรรณ และคณะ (2546) ทำการวิจัยพัฒนาไซรัปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองโดยการใช้น้ำเชื่อมที่ได้พัฒนากระบวนการผลิตไซรัปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองที่สุกเกินรับประทานสดโดยการใช้น้ำเชื่อมศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดน้ำกล้วยหอมได้แก่เอนไซม์เพคตินเนสเอนไซม์เซลลูเลสอุณหภูมิและเวลาในการบ่มพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยหอมคือการใช้เอนไซม์เพคตินเนส 0.06 % เอนไซม์เซลลูเลส 0.13% ของเนื้อกล้วยบด (ปริมาตร/น้ำหนัก) บ่มที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 150 นาทีแล้วทำให้น้ำกล้วยหอมเข้มข้นโดยวิธีระเหยแบบสูญญากาศที่อุณหภูมิ 60 °C ไซรัปกล้วยหอมที่พัฒนาได้มีลักษณะเป็นสีเหลืองใสโดยมีค่าสี $L^* a^* b^*$ เท่ากับ 78.10 6.44 และ 84.29 ตามลำดับมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.67 ความเป็นกรด-ด่าง 5.05 ของแข็งที่ละลายน้ำได้ 72 องศาบริกซ์และพลังงาน 270 Kcal/100 g น้ำหนักสด มีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีนกรด และแทนนิน 24.01, 5.29, 1.99, 0.69 และ 0.08 % (น้ำหนักสด) ตามลำดับมีปริมาณน้ำตาล กลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส และฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ 24.70, 20.06, 12.60 และ 2.25 % (น้ำหนักสด) ตามลำดับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราต่ำกว่า 25 และ 10 CFU/g ตามลำดับ ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่ากลุ่มตัวอย่างให้คะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

นอกจากนี้ยังได้สำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีสัดส่วนของผู้ที่เคยรับประทานน้ำผึ้งหรือไซรัปผลไม้มากกว่าร้อยละ 80 พบว่าผู้บริโภคเป้าหมาย คือกลุ่มที่มีอายุ 25-64 ปี พบว่า รูปแบบในการรับประทานส่วนใหญ่จะใช้ผสมเครื่องดื่ม รองลงมาคือรับประทานกับขนมเค้กและขนมปังแผ่น โดยจะรับประทานเป็นอาหารเช้า โดยบรรจุในขวดแก้วขนาด 100-300 กรัม ราคาต่อขนาด 101-200 บาท

จุฑามาศ ธีระสาโรช และเฉลิมพล ถนอมวงศ์ (2548) ทำการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดไซรัปจากกล้วยโดยใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ การสกัดโดยใช้ความร้อน และการสกัดโดยวิธีการบีบอัด โดยศึกษากับกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของไซรัปในด้านความข้นหนืด ค่าสีความเป็นกรด-เบส วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในด้านปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย ไขมัน ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ ผลการทดลองพบว่า ไซรัปที่สกัดโดยวิธีการใช้ความร้อน จะมีความข้นหนืดและความเข้มข้นของสีสูงกว่าไซรัปที่สกัดโดยวิธีการใช้วิธีการบีบอัด แต่องค์ประกอบทางเคมีจะไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและผลการทดสอบการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมพบว่าไซรัปจากกล้วยน้ำว้าที่สกัดโดยวิธีการใช้ความร้อนได้รับการยอมรับสูงสุด โดยมีคะแนนการยอมรับในระดับที่ชอบเล็กน้อย

สุคันธรส ธาดากิตติสาร (2550) ศึกษากระบวนการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมทองเพื่อเพิ่มมูลค่ากล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกพบว่าผู้บริโภคสนใจไซรัปกล้วยหอมโดยวิธีเตรียมจากการสกัดน้ำกล้วยโดยใช้เอนไซม์เพคตินเนสเข้มข้นร้อยละ 0.15 เวลาในการย่อย 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 50 °C ให้ผลผลิตน้ำกล้วยร้อยละ 62±0.72 พบว่าไซรัปกล้วยหอมทองมีสีเหลืองทองและใสมีความหนืดมีความเป็นกรดต่าง 5.0 มีองค์ประกอบโดยประมาณประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 1.98 ไขมันร้อยละ 0.86 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 71.6 เถ้าร้อยละ 3.56 พลังงาน 300 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัมโดยต้องเก็บรักษาไซรัปกล้วยหอมทองในขวดแก้วใสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคยอมรับไซรัปกล้วยหอมทองร้อยละ 90

สุนทรี สุวรรณสิขณ (2553) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปโดยใช้กากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ (65 องศาบริกซ์, pH 4.5) เป็นส่วนผสม ทำการศึกษาผลของแซนแทนกัม (0, 0.05, 0.1%) และ

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสแกม (CMC) (0, 0.4, 0.8%) ต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลพบว่า การเติม แชนแทนแกม 0.05% หรือ CMC 0.4% เพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาล ($p > 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแชนแทนแกมเป็น 0.1% หรือ CMC เป็น 0.8% มีผลให้ความหนืด ความสามารถในการเกาะตัวกันและความสามารถในการยืดเป็นสายของกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นการใช้แชนแทนแกม ร่วมกับ CMC ให้ผลแบบเสริมกัน (synergistic) ในการทำให้ความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสต่างๆของกากน้ำตาล เพิ่มขึ้นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 95 คนต่อไซรัปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลที่เตรียมจาก กากน้ำตาลพบว่าตัวอย่างที่ใช้แชนแทนแกม 0.05% ร่วมกับ CMC 0.8% เป็นสารเพิ่มความข้นหนืดมีคะแนน การยอมรับด้านความหนืดรสชาติและการยอมรับโดยรวมสูงกว่าน้ำเชื่อมจากกากน้ำตาลตัวอื่น ๆ และไม่ แตกต่างจากเมเปิ้ลไซรัปทางการค้า

มะลิวัลย์ ไชโย (2554) ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของไซรัปกล้วยที่ผลิตจากน้ำตาลทรายและ น้ำตาลอ้อยโดยศึกษาการเตรียมไซรัปจากกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ที่หมักกับน้ำตาลทรายขาวน้ำตาลทรายแดง และน้ำตาลอ้อยรวม 6 สูตร ทั้งนี้ได้เตรียมไซรัปตามวิธีของภูมิปัญญาชาวบ้านและทำการศึกษาคุณภาพของ ไซรัปกล้วยทั้ง 2 ชนิดที่ผลิตได้โดยผ่านการหมักนาน 30 วัน ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณ กรดปริมาณแอลกอฮอล์และค่า pH พบว่าผลการใช้กล้วยน้ำว้าเหมือนกับกล้วยไข่และผลการใช้น้ำตาลทั้ง 3 ชนิดให้ผลเหมือนกัน ไซรัปกล้วยมีปริมาณน้ำตาลกลูโคส 5.72 – 9.54 มิลลิกรัมต่อลิตรไม่มีปริมาณแอลกอฮอล์ หรือมีปริมาณน้อยมาก มีปริมาณกรดทาร์ทาริกร้อยละ 26.33 – 75.57 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.29 – 4.79 เมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจในสีกลิ่นและรสชาติของไซรัปกล้วยที่เตรียมได้พบว่าไซรัปกล้วย สูตรที่ 5 ซึ่งเป็นไซรัปที่เตรียมจากกล้วยไข่ : น้ำตาลทรายแดงได้รับความพึงพอใจมากที่สุด

เนตรนภา เมบกลาง และ เฉลิม เรืองวิริยะชัย (2557) ทำการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ 10 ตัวอย่าง โดยทำการศึกษาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu และศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-Diphenyl -1-picrylhydrazyl (DPPH) พบว่า เครื่องดื่มน้ำผลไม้ที่นำมาทดสอบมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ในระหว่าง 126 – 2765 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระอยู่ในระหว่าง 522 – 2454 ไมโครกรัมบีเอชทีต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง โดยเครื่องดื่มน้ำสมไทยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือ 2765.00 ± 0.00 ไมโครกรัมกรดแกลลิก ต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง และ 2453.32 ± 0.08 ไมโครกรัมบีเอชทีต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ตามลำดับ

รพีพร เอี่ยมสะอาด (2557) ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลโตนดสดจากสวน ตาลโตนดจังหวัดเพชรบุรี ด้านปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้นด้วยวิธี AOAC (2000) ค่ากรด- ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี AOAC (2000) และปริมาณ น้ำตาลชนิดต่างๆ ด้วยเครื่อง HPLC (1200 Series Agilent Technology, USA) ใช้คอลัมน์ Zorbax Carbohydrate Analysis Column ขนาด 4.6×250 mm, 5 μ m, flow rate 1.4 mL/min ปริมาตร 20 ไมโครลิตร การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสีในระบบ CIE $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Associates Laboratory, Inc., USA) ค่า a_w และความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield synchrolectic viscometer (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., USA) โดยเลือกใช้หัวเข็มขนาดเบอร์ 1 ปรับ ความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที ให้หัวเข็มหมุนเป็นเวลา 1 นาที ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และความสามารถต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลโตนดสดซึ่งใช้และไม่ใช้ไม้พะยอมเป็นวัตถุดิบเสีย (ชุดควบคุม) โดยองค์ประกอบทางเคมีกายภาพของน้ำตาลโตนดสดและชุดควบคุมมีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 6.50 และ 6.04 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 14.32 และ 15.68 น้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากับร้อยละ 1.85 และ 2.63 ของแข็ง

ที่ละลายได้ทั้งหมด 12.08 และ 13.94 °Brix และโปรตีนร้อยละ 0.33 และ 0.38 ปริมาณไขมันมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.01 น้ำตาลโตนดมีค่าสีเหลืองน้ำตาล เท่ากับ 86.54° และ 86.74° แต่มีค่าความหนืดแตกต่างกัน เล็กน้อยคือ 936.33 และ 987 cP ตามลำดับ กิจกรรมความสามารถต้านอนุมูลอิสระเมื่อวัดโดยวิธี DPPH พบว่าน้ำตาลโตนดมีค่าสูงกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากสารประกอบฟีนอลิกที่พบในไม้พะยอม

David (2007) ทำการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของเมเปิ้ลไซรัป พบว่าประกอบด้วย ซูโครส กลูโคส ฟรักโทส น้ำ กรดมาลิก กรดฟumaric ในสัดส่วนร้อยละ 68, 0.43, 0.30, 31.7, 0.47 และ 0.004 ตามลำดับ มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ 775 mg/L แมกนีเซียมและโพแทสเซียม 167 และ 2026 mg/L ตามลำดับ

M.V. Reshma และคณะ (2017) ทำการแยกและวิเคราะห์คุณลักษณะของ 2,3,4-trihydroxy-5-methylacetophenonenicotinamide และ uracil จากน้ำเชื่อมปาล์มพบว่าปริมาณฟีนอลิกรวม (TPC) และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (TFC) ของน้ำเชื่อมปาล์มเท่ากับ 244.70 ± 5.77 (mg gallic acid/kg of syrup) และ 658.45 ± 27.86 (mg quercetin/kg of syrup) ตามลำดับทำการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ 2,3,4-trihydroxy-5-methylacetophenone ด้วยวิธี DPPH scavenging activity ได้ค่า IC₅₀ เท่ากับ 20.02 ± 0.14 μM ซึ่งสูงกว่ากรดแอสคอร์บิก (IC₅₀ = 22.59 ± 0.30 μM) และยังพบสมบัตินิการต้านเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli*, *Mycobacterium smegmatis*, *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus simulans*

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด เพื่อพัฒนาความสามารถในการปรับตัวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมและกระบวนการเรียนรู้ในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมีส่วนร่วม คัดเลือกหมู่บ้านที่มีครัวเรือนประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด รวมทั้งคัดเลือกแหล่งวัตถุดิบน้ำตาลสดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 2 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด กรณีศึกษา : กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

วิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้ตัวอย่างน้ำตาลโตนด โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เนื่องจากเป็นตลาดที่มีการจำหน่ายน้ำตาลโตนดจำนวนมาก ทำการเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการกรองด้วยผ้าขาวบางแยกส่วนที่เป็นตะกอนออกก่อนทำการทดลองอื่นๆต่อไป

2.2 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด และผลิตภัณฑ์ใช้รับน้ำตาลโตนด ด้วยวิธีมาตรฐานดังต่อไปนี้

- วิเคราะห์พลังงานโดยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labelling 1993
- วิเคราะห์ไขมันโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 922.06
- วิเคราะห์ปริมาณไขมันอิ่มตัวโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 922.06
- วิเคราะห์ปริมาณไขมันทรานส์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 922.06
- วิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลโดยอ้างอิงจากวิธีที่ระบุใน Journal of AOAC International Vol.76, No.4, 1993
- วิเคราะห์โซเดียมโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 984.27
- วิเคราะห์โพแทสเซียมโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 984.27
- วิเคราะห์คาร์โบไฮเดรตโดยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labelling 1993
- วิเคราะห์ใยอาหารโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 985.29

- วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 982.14
- วิเคราะห์โปรตีนโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 991.20
- วิเคราะห์วิตามินดีโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 995.05
- วิเคราะห์แคลเซียมโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 984.27
- วิเคราะห์เหล็กโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 984.27
- วิเคราะห์ความชื้นโดยวิธี AOAC (2016) 920.1518
- วิเคราะห์ปริมาณเถ้าโดยวิธี AOAC (2016) 940.26

2.3 การวัดความหนืด

ทำการวัดความหนืดของน้ำตาลสดและไซรับน้ำตาลสด โดยนำของเหลวปริมาตร 600 มิลลิลิตรใส่ในบีกเกอร์แล้ววัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยใช้หัวเข็มเบอร์ (spindle number) 2 – 4 ความเร็วรอบ 100 rpm

2.4 การวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH)

ทำการวัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำตาลสดและไซรับน้ำตาลสดด้วยเครื่อง pH meter

2.5 การวัดค่าสี

ทำการวัดค่าสีตัวอย่างน้ำตาลสด และไซรับน้ำตาลสดในระบบ CIELab ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE

ตอนที่ 3 การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ทำการศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุโดยศึกษาในประเด็น 1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย 2) รับประทานง่าย 3) ผู้ดูแลสามารถจัดหาให้รับประทานได้สะดวกและรวดเร็ว 4) สะดวกในการพกพา โดยใช้แบบสอบถาม

ตอนที่ 4 การวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซรับน้ำตาลโดนด วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบจาก 1-9 คะแนน (9-point Hedonic Scale) ต่อคุณลักษณะทั้ง 4 ประการคือ กลิ่น สี รสชาติ ความพึงพอใจโดยรวม

ทำการศึกษากระบวนการทำให้หนืดที่เหมาะสมต่อการผลิตไซรับน้ำตาลสด โดยคำนึงถึงต้นทุน ปริมาณวัตถุดิบ และการถ่ายทอดกระบวนการสู่ชุมชนเพื่อให้ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้ โดยเลือกปริมาณการระเหยน้ำที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ไซรัปที่มีความหนืด และความหวานที่เหมาะสม ปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.489/2547 น้ำหวานเข้มข้น)

วิธีการทดลอง

4.1 วิธีการเคี่ยวให้ววดด้วยความร้อน

นำน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบมาผ่านการต้มให้เดือด เมื่อเย็นลงเก็บไว้ในตู้เย็นช่องปกติเป็นเวลา 1 ค่ำ แล้วนำออกมาใส่ในภาชนะ ระเหยน้ำออกโดยการให้ความร้อนโดยตรงที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนต่าง ๆ วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS)

4.2 วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก

นำน้ำตาลตกผลึก (น้ำตาลโตนดที่ผ่านการเคี่ยวจนววด ตกผลึกเป็นก้อนแข็ง) มาเจือจางโดยการเติมน้ำ และนำไปให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสุดท้ายประมาณ 70-75 องศาบริกซ์ ใช้เป็น starter หรือสารเริ่มต้น

ตวง starter ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ละลายสารเพิ่มความข้นหนืดได้แก่ แชนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัมในสัดส่วนต่าง ๆ นำไปให้ความร้อนจนกระทั่งสารละลายววดลงเหลือปริมาตร 300 มิลลิลิตร เติมน้ำหรือกลั่นเคียง โดยควบคุม TSS สุดท้ายของทุกตัวอย่างให้อยู่ในช่วง 68 – 75 องศาบริกซ์

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบจาก 1-9 คะแนน (9-point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ประเมินคุณลักษณะทั้ง 4 ประการคือ กลิ่น สี ความหนืด รสชาติ ความพึงพอใจโดยรวม วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยใช้เฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์คะแนน ดังนี้ 8.20 – 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด 7.30 – 8.19 หมายถึง ชอบมาก 6.40 – 7.29 หมายถึง ชอบปานกลาง 5.50 – 6.39 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 4.60 – 5.49 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 3.70 – 4.59 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 2.80 – 3.69 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 2.90 – 2.79 หมายถึง ไม่ชอบมาก 1 – 1.89 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

จากนั้นนำไซรัปตาลโตนดสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไซรัปตาลโตนดโดยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale

ตอนที่ 5 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไซรัปน้ำตาลโตนดเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการค้าออนไลน์และการส่งออก โดยทำการวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu และศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy

วิธีการทดลอง

5.1 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก

ทำการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolics) โดยวิธี Folin-Ciocalteu โดยดัดแปลงวิธีของ Zhou and Yu. (2004); Kubola และ Siriamornpun (2008)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในตัวอย่างน้ำตาลสด ถ้าสารละลายชุนนำไปปั่นเหวี่ยงและนำ ส่วนใสมาวิเคราะห์ โดยปิเปตส่วนใสมา 0.5 มิลลิลิตร ผสมกับสารมาตรฐาน Folin- Ciocalteu reagent 2.5 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตอิ่มตัว 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร เขย่าให้ สารละลายผสมกันแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีในที่มืด หากเกิดปฏิกิริยาสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโต มิเตอร์โดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด จากกราฟมาตรฐาน ปริมาณกรดแกลลิก

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในตัวอย่างไซรัป โดยชั่งตัวอย่างไซรัปน้ำตาลโตนดมา 1 กรัม ละลายในน้ำ 10 มิลลิลิตร ถ้าสารละลายชุนนำไปปั่นเหวี่ยงและนำส่วนใสมาวิเคราะห์ โดยปิเปตส่วนใสมา 0.5 มิลลิลิตร ทำการทดลองเช่นเดียวกับการวิเคราะห์น้ำตาลสดโดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด จากกราฟมาตรฐานปริมาณกรดแกลลิก

5.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ทำการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity ดัดแปลงจาก วิธีของ Dasgupta และ De (2006), Kubola และ Siriamornpun (2008) โดยเตรียม 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ โดยการชั่ง DPPH 0.04 g /ml ปรับปริมาตร ด้วยเอทานอลให้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปผสมด้วยเครื่อง Vortex ปิดด้วยฟอยล์เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C หลังจากนั้นทำการทดสอบตัวอย่างสารสกัดโดยดูดสารสกัดอย่างละ 0.1 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง อย่างละ 3 หลอด จากนั้นปิเปตสารละลาย DPPH ที่เตรียมไว้ใส่หลอดที่ใส่สารสกัดตัวอย่างไปแล้วหลอดละ 3 มิลลิลิตร เพื่อให้ทำปฏิกิริยากัน แล้วทำการเขย่า ทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

5.3 ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

ทำการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 nm ด้วยวิธีของ Ahmed และคณะ, (2001)

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

โครงการวิจัยใช้กระบวนการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมเพื่อผลิตนวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์ อาหารจากตาลโตนด โดยคณะผู้วิจัยมีแผนการประชุม และอบรมเชิงปฏิบัติการ กรรมวิธีการผลิตไซรับน้ำตาล โตนดให้กับผู้ผลิต และผู้ประกอบการ ตัวแทนชุมชนที่มีอาชีพทำน้ำตาลโตนด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้นำเสนอผลการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด จากกระบวนการวิจัยแบบผสมผสาน ทั้งผลการวิเคราะห์ทดสอบในห้องปฏิบัติการ ผลการสัมภาษณ์เชิงลึกของผู้เชี่ยวชาญ การจับประชุมกลุ่มย่อย และผลการยอมรับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไซร้ปน้ำตาลโตนด การวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของตารางและแปลผลด้วยการบรรยาย ดังนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมีส่วนร่วม

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมีส่วนร่วม โดยประชากรในการศึกษาครั้งนี้ เป็นประชากรตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการคัดเลือกประชากรเป้าหมาย และเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ได้แก่ หมู่บ้านที่มีครัวเรือนประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด จำนวน 5 หมู่บ้าน ได้แก่ 1) หมู่ 1 ปากน้ำโจ้โล้ 2) หมู่ 7 หลังวัด 3) หมู่ 8 บ้านไร่ 4) หมู่ 10 ท่าลานล่าง และ 5) หมู่ 11 บางทองหลวง พิจารณาเลือกจากบุคคลในพื้นที่ที่เป็นผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต ผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ประกอบอาชีพผลิต ผู้ประกอบการจำหน่ายผลผลิต และ ผู้ประกอบการรายย่อยที่นำซื้อผลผลิต ผู้นำชุมชนที่มีบทบาทในชุมชน โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และสำรวจบริบทของตาลโตนดในพื้นที่ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา จากการสำรวจและดำเนินการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลที่ประกอบอาชีพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดทั้งในอดีตและปัจจุบัน สรุปได้ดังนี้

1. สภาพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดของอำเภอบางคล้าในอดีตจนถึงปัจจุบัน

จากการสำรวจและการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักที่ประกอบอาชีพการผลิตจากตาลโตนดทั้งในอดีตและปัจจุบัน ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ สภาพการผลิตน้ำตาลในช่วงปีที่ผู้ให้สัมภาษณ์พอระลึกได้ ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นยุคแรกที่มีการประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดกันอย่างเฟื่องฟู เป็นช่วงที่การผลิตน้ำตาลเจริญรุ่งเรืองถึงขีดสุด ต่อมาเป็นสภาพการผลิตน้ำตาลในช่วงกลาง ช่วงเวลานี้นับได้ว่าเป็นช่วงเวลาที่อาชีพการผลิตน้ำตาลเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง มีจำนวนลดน้อยลง และช่วงที่สาม ได้แก่ช่วงเวลาในปัจจุบันของชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

ยุคแรก : ช่วงที่การผลิตน้ำตาลโตนดเจริญรุ่งเรืองถึงขีดสุด

จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักซึ่งเป็นปราชญ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการทำน้ำตาลจากตาลโตนด ได้ข้อมูลว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2502-2529 เป็นยุคที่การทำน้ำตาลที่บ้านมีความเจริญรุ่งเรืองที่สุด มีการทำตาลกันแทบทุกหลังคาเรือนตลอดลำคลองในตำบลปากน้ำ โดยทำตาลสลับกับการทำนา ในฤดูหนาวประมาณเดือนธันวาคมไปจนถึงเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่น้ำตาลให้ผลผลิตมาก ผู้ประกอบการอาชีพนี้ บางครัวเรือนถึงกับกินนอนอยู่ในป่าตาล หัวหน้าครอบครัวเรือนจะทำหน้าที่ขึ้นตาลเพื่อนำกระบอกล้างน้ำตาลสดที่รองไว้ลงมาและวางไว้

ที่พื้นโดยรอบต้นตาลแต่ละต้น สมาชิกในครอบครัว ได้แก่ ภรรยาและบุตร จะทำหน้าที่มาหิ้วหรือหาบกระบอกลูกตาลที่มีน้ำตาลสดไปต้มเคี่ยวที่บ้าน โดยแต่ละเที่ยวจะต้องนำกระบอกลูกตาลไปต้มเคี่ยวจนงวดเสร็จแล้วนำมาห่อด้วยกาบกล้วยตากแห้งเพื่อกันชื้น ชาวบ้านเรียกว่าน้ำตาลบ สำหรับต้นตาลโตในรุ่นแรกที่ได้สืบทอดมาจากบรรพบุรุษเมื่อมีลำต้นสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ ไม่เหมาะกับการขึ้นไประองน้ำตาลแล้ว ชาวบ้านจะทำการตัดขาย มีทหารนำธมาบรรทุกต้นตาลไปทำเชือกกันน้ำในแม่น้ำบางปะกงที่บางขนาก ชาวบ้านบางรายรับจ้างเลื่อยต้นตาลราคาต้นละ 100 บาท โดยที่มีผู้ประกอบการอาชีพนี้จะใช้ต้นตาลโตรุ่นที่สองที่ปล่อยให้ขึ้นและต้นไม่สูงมากนักในการผลิตน้ำตาลโตนดแทน

การทำอาชีพน้ำตาลพื้นบ้านจากตาลโตนดในตำบลปากน้ำนี้มีอยู่ 2 แบบ แบบแรกคือการทำน้ำตาลบนพื้นที่ของตนเอง แบบที่สอง คือ การเช่าทำ และการจองทำในที่สาธารณะ สำหรับการเช่าทำนั้นเรียกว่า การเช่าเหมาป่า ราคาเช่ามีทั้งการจ่ายเป็นเงินและการแลกด้วยน้ำตาล กรณีจ่ายด้วยเงินถ้าเช่าเหมา มีราคาป่าละ 500 บาท 800 บาท 900 บาท หรือ 1,000 บาทต่อปีโดยจะตกลงในราคาเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของจำนวนต้นตาล ในยุคนี้ผู้ที่ประกอบอาชีพทำน้ำตาลที่รู้จักเก็บบอมน จะมีเงินเหลือให้คนในหมู่บ้านนำไปใช้ลงทุนทำตาลในช่วงหมดที่ฤดูการทำนาโดยคิดดอกเบี้ยเป็นน้ำตาลสดเคี้ยวเข้มข้น

การจำหน่ายน้ำตาลและการตลาดในยุคแรก

การตลาดในยุคแรกจะมีลูกค้าที่อยู่นอกตำบลมารับซื้อ ทั้งที่พายเรือมารับทางแม่น้ำบางปะกง และมีโรงงานมารับซื้อไปครั้งละเป็นจำนวนมาก การจำหน่ายมีด้วยกันหลายแบบ เช่น ขายเป็นห่อ ห่อละ 1 งบ จำนวน 5 ห่อ ราคา 75 สตางค์ หรือถ้าซื้อมาก จำนวน 100 งบ (ห่อ) ราคา 8-10 บาท ต่อมาจึงเปลี่ยนมาขายเป็นกิโลกรัม เริ่มต้นจากกิโลกรัมละ 1 บาท และขึ้นราคาเรื่อยมาเป็น 1.5 บาท 2 บาท 2.5 บาท 3 บาท 4 บาท 8 บาท ตามลำดับ การขนส่งผู้ผลิตจะหาบน้ำตาลไปส่งพ่อค้าคนกลางที่ทำเรืออ่าวบางคล้าทุกสัปดาห์ ในฤดูหนาวที่น้ำตาลให้ผลผลิตมากชาวบ้านจะเคี้ยวน้ำตาลเข้มข้นใส่โองเก็บไว้ขายในช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตน้อย

ยุคที่สอง : สภาพการผลิตน้ำตาลโตนดในช่วงเริ่มเสื่อม

ในราวปี พ.ศ. 2530-2540 นับเป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงอาชีพที่เกิดขึ้นในตำบลปากน้ำ มีการโค่นต้นตาลโตนดไปเป็นจำนวนมากเพื่อทำเป็นสวนมะม่วง จึงเป็นปีที่ผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดเริ่มลดลงถือเป็นช่วงกลางของความเสื่อมในการประกอบอาชีพนี้ คนแก่ในรุ่นแรกได้เลิกอาชีพไปตามวัย ความเจริญเริ่มเข้ามาสู่หมู่บ้าน มีการจัดสรรที่ดินเพื่อปลูกเป็นที่อยู่อาศัย การคมนาคมสะดวกขึ้น มีถนนลาดยางตัดผ่านหมู่บ้าน ในปี พ.ศ. 2531 มีไฟฟ้าเข้าหมู่บ้าน ได้มีการเปลี่ยนแปลงอาชีพจากการทำตาลมาเป็นการทำสวนมะม่วง และการไปประกอบอาชีพนอกหมู่บ้าน อาชีพรับจ้างหรือประกอบธุรกิจเล็ก ๆ เป็นของตนเอง เช่น ตัดเย็บเสื้อผ้า ค้าขาย เริ่มมีให้เห็นชัดเจนมากขึ้น ทรัพยากรต้นตาลเริ่มลดน้อยลง การเช่าเหมาป่ายังคงมีอยู่แต่บางรายอาจเช่าเป็นต้น ราคาต้นละ 100 บาทต่อปี อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2532 ได้เกิดอุทกภัยน้ำท่วมใหญ่อีกครั้งหนึ่ง หลังจากที่เคยเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2526 น้ำท่วมครั้งนี้ส่งผลถึงให้ผู้ประกอบการอาชีพทำสวนมะม่วง สวนผักต่าง ๆ รวมทั้งนาข้าวได้รับความเสียหาย บางรายกล่าวว่าต้นมะม่วง 30 ไร่ ตายหมดเหลืออยู่แต่ต้นตาล ชาวบ้านบางรายจึงหันมาประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดอีกครั้งหนึ่งเนื่องจากไม่สามารถรื้อฟื้นสวนมะม่วงได้อีก

การจำหน่ายและการตลาด

การตลาดในยุคที่สองนี้ ราคาน้ำตาลได้ถีบตัวสูงขึ้นเป็นราคากิโลกรัมละ 10 บาท 12 บาท 15 บาท และ 20 บาท ส่วนน้ำตาลสดราคาปีบละ 60-80 บาท พ่อค้าคนกลางที่มีรับซื้อเริ่มมีเพิ่มขึ้น มีโรงงานมารับซื้อน้ำตาลสดครั้งละจำนวนมากในบริเวณพื้นที่ 4-5 หลังคาเรือน เพื่อนำไปบรรจุขวด แต่มารับ

ซื้ออยู่ได้ 2 ปีก็เลิกไป วิธีการหาลูกค้ารายต่อไปของชุมชน จึงต้องใช้วิธีการบอกต่อกันไปในหมู่บ้านผู้ทำอาชีพเดียวกัน หากครัวเรือนใดมีน้ำตาลไม่พอต่อความต้องการของลูกค้า ก็จะบอกให้ลูกค้าไปรับน้ำตาลที่บ้านนั้น ๆ ตามที่ได้มีการบอกกล่าวกันเอาไว้แล้ว

ยุคปัจจุบัน : สภาพการผลิตน้ำตาลสดจากตาลโตนดในปัจจุบัน

ในปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา อาจกล่าวได้ว่ายุคนี้เป็นยุคของความเสื่อมในการประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดอย่างแท้จริง เนื่องมาจากความเจริญที่แผ่ขยายเข้ามาในพื้นที่รอบ ๆ ชุมชน และการเปลี่ยนแปลงการปกครองจากสุขาภิบาล มาเป็นเทศบาล คนในชุมชนเริ่มนำพื้นที่ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น มีการโค่นล้มต้นตาลเป็นจำนวนมากเพื่อทำบ่อกัก ปลูกบ้าน ขยายให้นายทุน คนหนุ่มสาวในหมู่บ้านเริ่มไปทำงานโรงงาน รับราชการ ไปทำงานต่างถิ่น ด้วยเหตุนี้ ในปี พ.ศ. 2546 หน่วยงานภาครัฐและชุมชนได้ประชุมร่วมกันเพื่อขอความร่วมมือในการอนุรักษ์ต้นตาลโตนด ไม่ให้มีการโค่นล้ม บางครัวเรือนประสบปัญหาขาดทุน มีหนี้สินจากการเลี้ยงกุ้ง ก็หันกลับมาประกอบอาชีพนี้บนพื้นที่ของตนเอง ที่จะสามารถอนุรักษ์และส่งเสริมการทำน้ำตาลพื้นบ้านให้เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนได้

ในช่วงปี พ.ศ. 2560 เป็นต้นมา เป็นยุคที่อาชีพทำน้ำตาลโตนดกลับมาเป็นที่จับตามองมากขึ้น จากกระแสการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม มีการจำหน่ายน้ำตาลโตนดให้กับพ่อค้าคนกลาง แต่ก็ยังมีผู้ประกอบการน้ำตาลโตนดที่ยังจำหน่ายในหมู่บ้านเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว การจำหน่ายน้ำตาลในช่วง 2-3 ปีนี้ราคาขายส่ง กิโลกรัมละ 50 บาท ขายปลีกกิโลกรัมละ 60 บาท และมีการจำหน่ายกันมากขึ้นเนื่องจากมีราคาดี วิธีการผลิตไม่ซับซ้อน ทำให้ได้ผู้ประกอบการเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่เป็นการซื้อมาขายไป ผู้ที่สามารถขึ้นตาลได้เองนั้นยังมีจำนวนน้อยอยู่ ครอบครัวยี่สิบเจ็ดอาจมีเพียง 1 คนและมีอายุมากขึ้นเรื่อย ๆ มีบางครอบครัวที่ลูกหลานหันมาช่วยกิจการทำน้ำตาลสด และน้ำตาลแปรรูปบ้าง แต่ยังไม่สามารถขึ้นตาลได้

การจำหน่ายน้ำตาลและการตลาด

การตลาดในยุคปัจจุบัน พ.ศ. 2551 ราคาน้ำตาลดิบหรือน้ำตาลเข้มข้นขายส่งกิโลกรัมละ 25 บาท ราคาขายปลีกกิโลกรัมละ 30 บาท และเริ่มมีการขายน้ำตาลสดกันมากขึ้น เพราะได้ราคาดี วิธีการไม่ยุ่งยากเหมือนน้ำตาลดิบที่ต้องเคี้ยวน้ำตาลเป็นเวลานาน ทำให้น้ำตาลมีปริมาณมาก ขายส่งราคาถังละ 150-200 บาท ในช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตมาก แต่ในช่วงหน้าร้อน ต้นตาลให้น้ำตาลน้อย และผู้ซื้อเป็นผู้กำหนดราคา สูงตั้งแต่ถังละ 220-250 บาท ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ซื้อ หากเปรียบเทียบกับการขายน้ำตาลในอดีตกับปัจจุบันจะพบว่า ถ้าขายน้ำตาลในอดีตได้ จำนวน 13 ถัง ราคาถังละ 80 บาทต่อวันจะรายได้วันละประมาณ 1,050 บาท เช่นกัน ชาวบ้านกล่าว “สมัยก่อนหาน้ำตาลมากจึงได้มาก แต่ปัจจุบันขึ้นน้ำตาลน้อยกว่า แต่สามารถหารายได้เท่าสมัยก่อน” แม้ค่าเงินในปัจจุบันจะไม่เหมือนในอดีต สินค้ามีราคาแพงขึ้น แต่ชาวบ้านก็ยังยืนยันว่า รายได้ในปัจจุบันดีกว่าในอดีต เพราะเหนื่อยน้อยกว่า และตลาดการจำหน่ายในปัจจุบันของชุมชนได้ขยายมากขึ้นด้วย มีลูกค้าที่มารับน้ำตาลจากทั้งในตำบล อำเภอ และจังหวัดข้างเคียง

ปัจจุบันแหล่งท่องเที่ยวหมู่บ้านน้ำตาลสดตั้งอยู่ริมถนนระภูติ ระหว่างถนนบางตลาดสวนปาล์ม กับวัดปากน้ำโจ้โล้ โดยผู้มีอาชีพทำน้ำตาลจะนำน้ำตาลสด น้ำตาลปึก และผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดมาวางขายตามเพิงซึ่งตั้งอยู่เรียงรายตลอดริมถนนระภูติ ซึ่งจะมีมากและขายดีในวันเสาร์อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ นอกจากลูกค้าประจำในท้องถิ่นแล้วยังมีนักท่องเที่ยวที่สัญจรผ่านไปมา เมื่อเห็นร้านค้าปลีกเรียงรายอยู่ริมทางจะจอดรถซื้อที่หน้าร้าน

2. พันธุ์ตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ

จากการสำรวจและสัมภาษณ์นายมนัส กล่อมเกลี้ยง นายเอก โลหะเจริญ นางสมหมาย โลหะเจริญ และผู้ใหญ่ฉ่อง แพต่วน ได้ให้ข้อมูลหลักในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่ามีพันธุ์ตาลโตนดแตกต่างไปจากที่คณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารวิชาการอยู่บ้าง ซึ่งอาจจะเกิดจากการกลายพันธุ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) **ตาลหม้อ** เป็นตาลที่มีลำต้นแข็งแรง ถ้าดูจากลำต้นภายนอกไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นตาลพันธุ์อะไร นอกจากตาลต้นนั้นจะให้ผลแล้วจึงจะสามารถสังเกตได้จากผล ตาลหม้อยังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1) ตาลหม้อใหญ่ เป็นตาลที่ให้ผลใหญ่ ผิวดำมันแทบไม่มีสีอื่นปนเลย เวลาแก่มีรอยขีดตามแนวยาวของผล เมล็ดหนา ใน 1 ผลจะมี 2-4 เมล็ด ใน 1 ทะลายจะมีประมาณ 15-10 ผล จะให้ผลเมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไป ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของต้น

1.2) ตาลหม้อเล็ก ลักษณะคล้ายตาลหม้อใหญ่ ผลมีขนาดเล็กสีดำ ผลจะมีรอยขีดเมื่อแก่ ใน 1 ผลจะมี 2-4 เมล็ด ใน 1 ทะลาย จะมีประมาณ 15-20 ผล ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากผลมีขนาดเล็กและเต้าที่ได้จะมีขนาดเล็กตามไปด้วย

2) **ตาลไข่** ลำต้นแข็งแรง ลูกมีขนาดเล็กสีค่อนข้างเหลือง ตาลไข่แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.1) ไข่เล็ก ลูกค่อนข้างเล็ก ใน 1 ทะลายจะมีผล 20-30 ผล เนื่องจากผลเล็กจึงทำให้เต้ามีขนาดเล็กตามไปด้วย จะให้ผลเมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไป

2.2) ไข่ใหญ่ ผลมีขนาดใหญ่กว่าไข่เล็ก สีค่อนข้างเหลือง ใน 1 ทะลายจะมีผล 10-20 ผล เต้ามีขนาดใหญ่กว่าไข่เล็ก 1 ผลจะมี 2-3 เต้า จะให้ผลเมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไป

3) **ตาลพันธุ์ลูกผสม** มีลำต้นตรงใหญ่แข็งแรง ลูกค่อนข้างใหญ่เกือบเท่าตาลพันธุ์หม้อ มีสีดำผสมน้ำตาล (เหลืองดำ) ในผลจะมี 2-3 เต้า ให้ผลประมาณ 15-20 ผลต่อทะลาย

3. กระบวนการผลิตตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ

การผลิตตาลโตนดของชุมชนปากน้ำ มีกรรมวิธีและอุปกรณ์ที่ใช้สืบทอดกันมาตามวิถีชีวิตและภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งผู้ประกอบการอาชีพตาลโตนดนำมาใช้รุ่นต่อรุ่นแล้วดัดแปลงตามความเหมาะสมกับพื้นที่และการทำงาน เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต มีดังนี้

1) ตะเกียบวงดงตาล มี 2 ชนิด ได้แก่ ตะเกียบวงตาลตัวเมีย และตะเกียบวงตาลตัวผู้ ทำด้วยไม้พุทราหรือไม้ขนุน เพราะลักษณะของไม้ทั้งสองนี้จะมีลักษณะแข็งและเหนียว

2) กระบอกรองน้ำตาล โดยปกติชุมชนจะใช้ไม้ไผ่สูกปล้องขนาดใหญ่ เป็นไม้ไผ่ที่มีอายุอย่างน้อย 3-4 ปี โดยแต่ละปล้องจะตัดข้างหนึ่งทำเป็นปากกระบอกรอง เจาะส่วนที่เป็นกระบอกรองเพื่อร้อยเชือกหูกกระบอกรอง และเมื่อนำไปรองน้ำตาลจะได้ใช้เชือกผูกไว้กับวงตาล ซึ่งในปัจจุบันมีการเปลี่ยนมาใช้ท่อพีวีซีที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3.5-4.5 นิ้ว

3) เชือกหูกกระบอกรอง แต่เดิมนิยมใช้เชือกที่ทำจากกาบต้นมะพร้าว หรือต้นปอกระเจา ปัจจุบันนิยมใช้เชือกไนลอน เนื่องจากมีความคงทน ไม่ขาดง่าย

4) มีดปาดตาล ในสมัยอดีตชุมชนจะทำมีดปาดตาลเอง แต่ระยะต่อมามีขายในท้องตลาดทั่วไป มีขนาดประมาณ 35-40 เซนติเมตร กว้างประมาณ 2.5-3.5 นิ้ว แล้วแต่ขนาด

5) พะอง ลักษณะคล้ายกับบันได ทำมาจากไม้ไผ่ทั้งต้น มีลักษณะแข็งแรง เรียวยาว ใช้พาดสำหรับขึ้นต้นตาลเพื่อขึ้นไปตัดวงตาล มีความยาวแตกต่างกันตามความสูงของลำต้นตาล ประมาณ 5-15 เมตร

6) เชือกรัดตาล สมัยก่อนมักใช้เส้นใยจากต้นหวายหลายชนิด เช่น หวายขบ หวายนก หรือหวายซี่ไก่อ้นามาตากแห้ง และแช่น้ำให้นิ่ม โดยมักจะใช้พันลำต้นตาลหลายรอบเพื่อไม่ให้ขาดได้ง่าย และมัดติดกับลำต้นตาลโตนดให้แน่น พาดจากโคนต้นตาลไปถึงยอดตาล ปัจจุบันชาวบ้านเปลี่ยนมาใช้เชือกไนลอน

7) เตาเคี้ยวตาล เป็นลักษณะเตาขนาดใหญ่ สำหรับใช้เคี้ยวน้ำตาล ก่อด้วยอิฐสีแดง และฉาบด้วยปูนตรงส่วนกลางกระทะ จะก่อเป็นหลุมลึกเป็นช่องบรรจุถ่านหรือฟืน ด้านข้างของเตาจะเป็นท่อต่อก่อด้วยอิฐสีแดงเป็นแนวยาว เพื่อใช้บรรจุถ่านและจุดไฟ

8) เตาต้มกระบอก ทำมาจากไม้ไผ่ซึ่งให้เป็นสี่เหลี่ยมเพื่อใส่ฟืนและจุดไฟ ใช้สำหรับต้มควันให้กระบอกไม้ไผ่ที่ใช้รองน้ำตาลแห้ง ซึ่งในอดีตจะทำด้วยดินเหนียว สูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร

9) กระทะเคี้ยวน้ำตาล ใช้กระทะเหล็กขนาดใหญ่ ปากกว้างประมาณ 90 เซนติเมตร สูงประมาณ 40-50 เซนติเมตร ใช้สำหรับเคี้ยวน้ำตาล

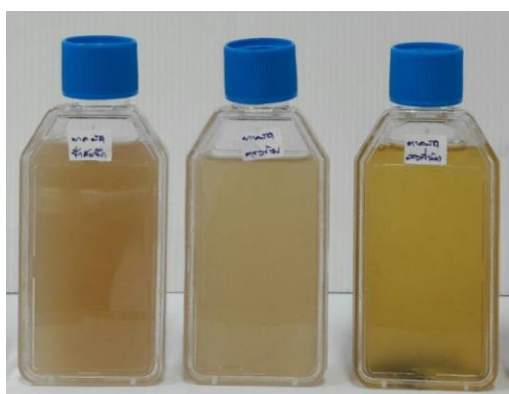
10) ที่รองน้ำตาล ทำจากผ้าดิบหนาเย็บติดกับลวดวง และมีด้ามจับทำด้วยไม้ไผ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร ใช้ป้องกันไม่ให้น้ำตาลเดือดล้นออกมานอกกระทะ และยังใช้กรองเศษไม้พะยอม เศษน้ำตาลที่เป็นฟอง หรือกากน้ำตาลที่ไม่ต้องการ เป็นต้น

11) เชื้อเพลิง ชุมชนมักจะใช้กะลามะพร้าว หรือกาบตาล เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ โดยใส่ไปในเตาที่ใช้เคี้ยวน้ำตาล

ตอนที่ 2 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด กรณีศึกษา : กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

1. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำตาลโตนดสด

ผู้วิจัยทำการเก็บน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบในชุมชนหมู่บ้านน้ำตาลสด ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จำนวน 3 ร้าน พบว่ามีสี ความหอม และรสชาติแตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบสีของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา (ภาพเรียงจากซ้ายไปขวา ร้านที่ 1 ร้านที่ 2 และร้านที่ 3)

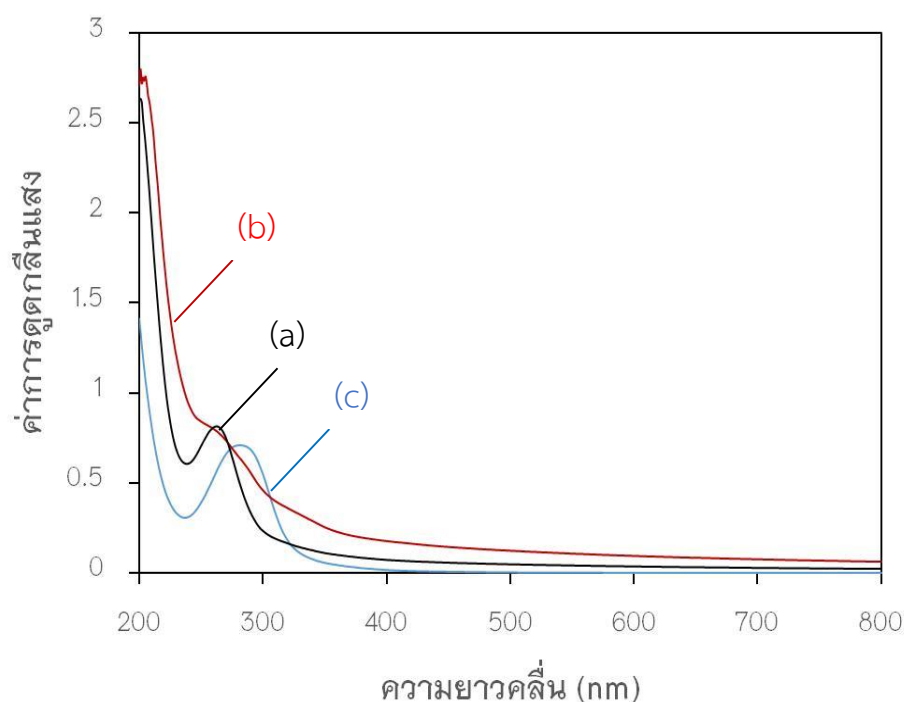
นำน้ำตาลสดทั้ง 3 ตัวอย่างไปวัดค่าสีในหน่วย $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE ได้ผลดังตารางที่ 4.1 จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เพื่อแยกของแข็งขนาดใหญ่ออก และนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง นำเฉพาะส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 200 – 800 นาโนเมตร โดยไม่ได้ทำการเจือจาง ได้ผลดังภาพที่ 4.2 พบว่าแต่ละตัวอย่างมีสี

ต่างกัน และมีสเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่แตกต่างกันโดยเฉพาะในช่วงรังสียูวี ซึ่งบ่งชี้ว่าน้ำตาลแต่ละแหล่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกัน

นำตัวอย่างไซรัปที่ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid; TSS) หรือการวัดค่าการหักเหของแสงของของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายตัวอย่างโดยใช้ refractometer อ่านค่าได้เป็นค่าการหักเหของแสงหรือองศาบริกซ์ ($^{\circ}\text{Brix}$) ซึ่งเป็นการหาปริมาณน้ำตาลในน้ำตาลโตนดทางอ้อมได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดค่าสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

	Color co-ordinates			pH	TSS ($^{\circ}\text{Brix}$)
	L*	a*	b*		
ร้านที่ 1	70.83	3.71	29.29	4.24	16.0
ร้านที่ 2	73.63	2.02	50.93	4.57	13.0
ร้านที่ 3	40.23	7.56	32.17	4.85	14.4



ภาพที่ 4.2 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของน้ำตาลสดจาก (a) ร้านที่ 1 (b) ร้านที่ 2 และ (c) ร้านที่ 3 ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด

ในการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการ ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดจากร้านที่ 1 ซึ่งเป็นร้านที่ทำการขึ้นตาลและทำน้ำตาลสดด้วยตัวเอง สามารถควบคุมกระบวนการผลิตและคุณภาพวัตถุดิบให้คงที่ตลอดระยะเวลาการวิจัยได้ น้ำตาลสดนี้เก็บลงจากต้นตาลด้วยวิธีภูมิปัญญาชาวบ้าน ผ่านการต้มให้เดือด เมื่อเย็นลงเก็บใส่ถุงพลาสติก แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นช่องปกติอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน แล้วส่งทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐาน โดยสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ ดังตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าน้ำตาลโตนดมีองค์ประกอบทางเคมีซึ่งมีปริมาณคุณค่าโภชนาการสูง มีแร่ธาตุ ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม และธาตุเหล็ก ข้อมูลโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (160 มิลลิลิตร) แสดงดังตารางที่ 4.3 และในภาคผนวก

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

Test Item	Units	Result
Total Calories	Calories/100 mL	88
Total Fat	g/100mL	Not detected
Saturated Fat	g/100mL	Not detected
Trans Fat	g/100mL	Not detected
Cholesterol	mg/100 mL	Not detected
Sodium	mg/100 mL	10
Potassium	mg/100 mL	161
Total Carbohydrates	g/100mL	21.6
Dietary Fiber	g/100mL	Not detected
Total Sugars	g/100mL	21.0
Protein	g/100mL	0.4
Vitamin D	µg/100 mL	Not detected
Calcium	mg/100 mL	44
Iron	mg/100 mL	0.52
Moisture	g/100mL	77.57
Ash	g/100mL	0.47

ทำการยืนยันผลโดย สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม เมื่อ 17 ต.ค. 2562

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสดต่อ 1 หน่วยบริโภค (1/2 ขวด หรือ 160 มิลลิลิตร)

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*
พลังงานทั้งหมด	140 กิโลแคลอรี	
ไขมันทั้งหมด (Total fat)	0 g	0%
ไขมันอิ่มตัว (Saturated fat)	0 g	0 %
โคเลสเตอรอล (Cholesterol)	0 mg	0 %
โปรตีน (Protein)	0 g	0 %
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total carbohydrate)	35 g	12 %
ใยอาหาร (Dietary fiber)	0 g	0 %
น้ำตาล (Sugar)	34 g	
โซเดียม (Sodium)	15 mg	1 %

*ร้อยละสารอาหารที่แนะนำในบริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) ตามบัญชีแบบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2541 โดยคิดจากความต้องการพลังงานต่อวัน 2,000 กิโลแคลอรี

ตอนที่ 3 การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ทำการศึกษาแนวทางในการพัฒนาไซรัปตาลโตนดเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งจากผู้ประกอบการและผู้บริโภคเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สรุปได้ดังนี้

1) การแปรรูปผลิตภัณฑ์ตาลโตนดส่วนใหญ่จะประกอบกิจการในรูปแบบผู้ประกอบการรายเดียว มีเพียงส่วนน้อยที่มีการดำเนินการเป็นกลุ่มเกษตรกร ซึ่งในกลุ่มชุมชนมีเป้าหมายในการจัดตั้งกลุ่มผลิตน้ำตาลโตนดแท้ ๆ เพื่อส่งเสริมอาชีพการทำโตนด อนุรักษ์ต้นตาล คนขึ้นตาล และมีความต้องการที่จะหารายได้จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของพื้นที่ สำหรับชุมชนที่ยังผลิตน้ำตาลสดแบบดั้งเดิมได้นั้นเนื่องจากมีความต้องการรักษาและอนุรักษ์ภูมิปัญญาของรุ่นพ่อแม่ เพื่อการส่งเสริมการท่องเที่ยวและรักษาความเป็นชุมชนดั้งเดิมที่กำลังหายไป โดยพบว่าชุมชนเหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ สำนักงานพัฒนาชุมชน สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทรา ฯลฯ และภาคเอกชน ในการพัฒนากระบวนการผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ การขอเอกสารรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ และงบประมาณในการพัฒนาธุรกิจ ซึ่งชุมชนมีความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ มากกว่าที่จะเป็นผลิตภัณฑ์แบบเดิม ๆ

2) ลักษณะพฤติกรรมของผู้ซื้อ โดยทำแบบสำรวจรูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการพิจารณาตัดสินใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด จากผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 170 คน สรุปผลการสำรวจได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
หญิง	138	81.18
ชาย	32	18.82
รวม	170	100.00

จากตารางที่ 4.4 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีเพศหญิง 138 คนคิดเป็นร้อยละ 81.18 เพศชายคิดเป็นร้อยละ 18.82

ข้อมูลทั่วไปด้านอื่นๆ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุตั้งแต่ 20-35 ปี จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 56.47 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัท จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 71.76 และร้อยละ 24.12 ไม่ได้ประกอบอาชีพและได้เกษียณอายุจากราชการและบริษัทเอกชน รายได้ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนเดือนละ 15,000 บาทหรือต่ำกว่า จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 65.88 และส่วนใหญ่มียานพาหนะ 2-3 คน จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 82.94

ตารางที่ 4.5 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม รูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการพิจารณาตัดสินใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด ในภาพรวม

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
มีความสนใจบริโภคน้ำตาลสด	141	82.94
มีความสนใจผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับดูแลสุขภาพ	159	93.35
ชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พร้อมรับประทาน	160	94.11

ในด้านพฤติกรรมของผู้บริโภคในการพิจารณาตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด ผลการสำรวจพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจบริโภคน้ำตาลสด จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 82.94 และสนใจผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับดูแลสุขภาพ จำนวน 159 คน คิดเป็นร้อยละ 93.35 โดยชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พร้อมรับประทาน จำนวน 160 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11

ตอนที่ 2 ปัจจัยในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ใหม่ของตาลโตนด

จากการสำรวจพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ประสงค์จะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ใหม่ของตาลโตนดที่เน้นถึงความหอมหวานของรสชาติตาลโตนด จำนวน 164 คน คิดเป็นร้อยละ 95.12 ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่าไม่ควรเพิ่มการปรุงแต่งใดๆ เป็นจำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 95.27 ในด้านปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนดพร้อมบริโภค จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 (S.D. = 1.09) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านราคา มีผลต่อการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนดมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.97 (S.D. = 1.14) อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมา คือด้านผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ย 3.84 (S.D. = 1.21) อยู่ในระดับปานกลาง ด้านการจัดจำหน่ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 (S.D. = 1.06) อยู่ในระดับปานกลาง ตามลำดับ

3) แนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตาลโตนด จากผลการศึกษาและสัมภาษณ์ชุมชนผู้ผลิตตาลโตนด คณะผู้วิจัยสรุปแนวคิดของชุมชนได้ดังนี้

3.1) การพัฒนาด้านผลิตภัณฑ์ ชุมชนสนใจผลิตผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดรูปแบบใหม่ให้มีรสชาติและสีสันทันใจจากธรรมชาติอย่างแท้จริง สะอาดและถูกสุขลักษณะ ไร้การเจือปนจากสารสังเคราะห์ทั้งสีและกลิ่น แต่ถ้ามมีการปรุงแต่งก็ควรมีการเพิ่มการปรุงแต่งในผลิตภัณฑ์ต่างๆเพียงเล็กน้อย และยังคงรักษาอัตลักษณ์ของพื้นที่ และควรมีการแสดงมาตรฐานการรับรองผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

3.2) การพัฒนาด้านราคา ชุมชนสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อยกระดับสินค้าให้มีมูลค่าสูงขึ้น และถ้าเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการรักษาสุขภาพหรือดูแลสุขภาพในทุกกลุ่มคน คาดว่าจะเป็นที่ต้องการในกลุ่มผู้บริโภคมากขึ้น แต่อยากให้พิจารณาต้นทุนการผลิตเป็นหลัก ถ้าขายหรือจำหน่ายได้ ก็สามารถลงทุนด้วยราคาต้นทุนที่สูงได้ แต่ขอให้ชุมชนได้กำไร และได้ของดีมีคุณภาพ

3.3) การพัฒนาด้านการตลาด ชุมชนอยากให้มีช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลาย เน้นการขายสินค้าผ่านมือถือให้เข้ากับยุคสมัย สามารถเข้าหาคนทุกวัยที่สนใจผลิตภัณฑ์รักษาสุขภาพ

จากผลการสำรวจความต้องการของทั้งผู้ประกอบการ และผู้บริโภค สามารถสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ต้องการได้แก่ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่มีสี กลิ่น รสชาติของน้ำตาลโตนดแท้ที่ไม่ผ่านการปรุงแต่งด้วยสี และกลิ่นสังเคราะห์ มีความเป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่ มีมาตรฐานรับรอง ต้นทุนการผลิตไม่สูงอยู่ในระดับที่ชุมชนสามารถลงทุนได้ และหากมีข้อมูลแสดงว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพได้ก็จะเพิ่มแรงจูงใจในการเลือกซื้อ

ตอนที่ 4 การวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซรบน้ำตาลโตนด และการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ไซรบน้ำตาลโตนด

ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลโตนด ที่มีรูปแบบทันสมัย เก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิห้อง และตอบโต้ความต้องการของผู้ประกอบการและผู้บริโภค โดยใช้กระบวนการทำน้ำตาลให้เข้มข้น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) วิธีการต้มเคี่ยวน้ำตาลสด 2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกลึก และ 3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกลึกและเติมสารเพิ่มความหนืด

1) วิธีการต้มเคี่ยวน้ำตาลสด

นำน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ผ่านการต้มให้เดือด เมื่อเย็นลงเก็บไว้ในตู้เย็นเป็นเวลา 1 คืน แล้วนำออกมาใส่ในภาชนะ ระเหยน้ำออกโดยการให้ความร้อนโดยตรงในกระทะเปิดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนต่าง ๆ 3 ตัวอย่าง (A01 – A03) ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการระเหยน้ำตาลสดให้งวดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำที่ระเหยออก (%)	ลักษณะทางกายภาพที่มองด้วยตาเปล่า	TSS (°Brix)
A – 01	90	มีความข้นหนืดเหมือนคาราเมล	74
A – 02	80	มีความข้นหนืดใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมการค้า	70
A – 03	60	ไม่มีความหนืด	42
น้ำตาลสด	-	ไม่มีความหนืด	16

2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก คุณภาพและปริมาณของวัตถุดิบยังต่างกันไปตามฤดูกาลที่เก็บน้ำตาล โดยฤดูหนาวจะเก็บได้มาก แต่ฤดูฝนจะเก็บน้ำตาลได้น้อย มีสิ่งเจือปนสูง การเก็บรักษาวัตถุดิบยังมีความยุ่งยากเนื่องจากต้องเก็บไว้ในตู้เย็นตลอดเวลา และน้ำตาลจะเสียภายใน 1 สัปดาห์แม้ว่าจะเก็บในตู้เย็นแล้วก็ตาม ผู้วิจัยจึงเลือกใช้กระบวนการผลิตไซรัปด้วยวิธีเจือจางน้ำตาลตกผลึก คือนำน้ำตาลสดมาเคี่ยวจนตกผลึกเป็นของแข็งก่อนเพื่อให้สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลานาน แล้วจึงนำน้ำตาลตกผลึกนี้มาเจือจางโดยการเติมน้ำ และเคี่ยวให้น้ำระเหยจนสารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น ทำการศึกษาตัวอย่างไซรัปน้ำตาลสดที่มีความเข้มข้นต่างกัน 4 ตัวอย่าง (B01 – B04)

นำตัวอย่างไซรัปที่ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร มาทำการวัดความหนืดของตัวอย่างด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยใช้หัวเข็มเบอร์ 2– 4 แปรความเร็วรอบในการหมุนหัวเข็มในช่วง 0-200 รอบต่อนาทีโดยเพิ่มความเร็วยกขึ้นทีละ 10 รอบต่อนาทีจนกระทั่งค่าทอร์ก (torque) เท่ากับ 100% บันทึกค่าความหนืด (cp) และค่า torque (%) แต่ละความเร็วรอบ (ผลการทดลองในภาคผนวก)

บันทึกค่าความหนืด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) และค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของแต่ละตัวอย่าง เปรียบเทียบกับน้ำเชื่อมการค้า แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการวัดความหนืดตัวอย่างไซรัปน้ำตาลสด 4 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับน้ำเชื่อมการค้า

ตัวอย่างไซรัป น้ำตาลสด	ค่าความหนืด (cP)	TSS (°Brix)	pH
B – 01	73	64	4.83
B – 02	120	62.2	5.02
B – 03	660	62.6	4.80
B - 04*	-	64	4.82
น้ำเชื่อมการค้า**	1820	75	5.38

*ตัวอย่างที่ B-04 มีความเข้มข้นสูงจึงเกิดการตกผลึก ไม่สามารถวัดค่าความหนืดได้

** น้ำเชื่อมสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (ภาพในภาคผนวก)

3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึกและเติมสารเพิ่มความหนืด

จากการทดลองเจือจางน้ำตาลตกผลึกพบว่าความหนืดของไซรัปที่ได้น้อยกว่าไซรัปที่มีจำหน่ายทางการค้า คณะผู้วิจัยจึงทดลองใช้สารเพิ่มความหนืด เพื่อปรับปรุงความหนืดของไซรัปน้ำตาลสดให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่าสารเพิ่มความหนืดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไซรัปได้แก่ แชนแทนกัม (Fryer, 1996; Manzocco, 2002) คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose; CMC) (Keyser, 1986; Bennett, 1988) โดยปริมาณแชนแทนกัมและ CMC ที่แนะนำให้ใช้มีค่าผันแปรในช่วง 0.01-1%

และ 0.3-1.75% ตามลำดับ (สุนทรี, 2553) ส่วนกัวร์กัมนี้ละลายได้ยาก และมีสีขุ่น จึงนิยมใช้ในการเพิ่มความหนืดของไอศกรีมงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของแซนแทนกัม กัวร์กัม และ CMC ที่มีต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของไอศกรีมโดยมีกระบวนการดังนี้

1. นำน้ำตาลตกผลึกมาเจือจางโดยการเติมน้ำ และนำไปให้ความร้อนบนเตาไฟฟ้า เพื่อระเหยน้ำออกจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสุดท้ายประมาณ 70 องศาบริกซ์ ใช้เป็น starter หรือสารเริ่มต้น (รหัสตัวอย่าง C-00)

2. ตวง starter ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ละลายสารเพิ่มความข้นหนืดในสัดส่วนดังตารางที่ 2.10 และนำไปให้ความร้อนบน hot plate โดยกวนผสมตลอดเวลาจนกระทั่งสารละลายยกลงเหลือปริมาตร 300 มิลลิลิตร เท้าเติมหรือใกล้เคียง ผสมน้ำตาลโตนดสดในอัตราส่วนร้อยละ 6 กวนผสมให้เดือดต่ออีก 2-3 นาที แล้วบรรจุลงภาชนะขณะร้อน ควบคุม TSS สุดท้ายของทุกตัวอย่างให้อยู่ในช่วง 68 – 75 °Brix

ตารางที่ 4.8 ปริมาณสารเพิ่มความข้นหนืดที่ผสมในไอศกรีมแต่ละตัวอย่าง

สูตร	รหัสตัวอย่าง	แซนแทนกัม (%)	กัวร์กัม (%)	CMC (%)
Starter	C – 00	-	-	-
สูตรที่ 1	C -01-01	0.1	0.1	0.8
	C -01-02			
	C -01-03			
สูตรที่ 2	C -02-01	0.1	0.3	0.6
	C -02-02			
	C -02-03			
สูตรที่ 3	C -03-01	0.1	0.5	0.4
	C -03-02			
	C -03-03			
สูตรที่ 4	C -04-01	0.1	0.7	0.2
	C -04-02			
	C -04-03			
สูตรที่ 5	C -05-01	0.1	0.9	-
	C -05-02			
	C -05-03			
สูตรที่ 6	C -06-01	0.1	-	-
	C -06-02			
	C -06-03			
สูตรที่ 7	C -07	0.5		

ตารางที่ 4.9 คุณภาพทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของไซรัปตาลโตนด

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าคุณภาพ							
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	starter
ความหนืด (cp)	736.4	1098.9	2596.1	2103.0	988.1	223.85	658.0	48
pH	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.7	5.0	4.70
ค่า Hardness (N)	0.2192	0.4099	0.6446	1.3746	0.5553	0.2149	0.6262	0.1607
ค่า Adhesiveness (Nmm)	0.1200	1.1335	3.4171	4.3314	1.6956	0.1129	1.1457	0.0478
วอเตอร์แอกติวิตี (a_w)	0.945	0.928	0.925	0.919	0.958	0.905	0.920	0.926
TSS ($^{\circ}$ Brix)	61.3	75.0	72.5	70.0	45.0	64.2	62.2	72.6

ตารางที่ 4.10 คุณลักษณะด้านสีของไซรัปน้ำตาลโตนด (ตัวอย่างที่ทำ 3 ซ้ำ แสดงเฉพาะค่าของรหัส 01)

ค่าคุณภาพ	ค่าสี							
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	starter
L*	32.57	26.88	26.25	20.25	20.97	32.55	50.33	3.51
a*	22.72	23.48	22.58	19.62	13.73	24.66	37.32	8.83
b*	53.08	44.75	43.81	33.87	33.22	54	83.13	5.66

ค่าL* แสดงถึงค่าความสว่าง 0 ถึง 100

(+ a*) แสดงถึงค่าสีแดง (- a*) แสดงถึงค่าสีเขียว

(+ b*) แสดงถึงค่าสีเหลือง (- b*) แสดงถึงค่าสีน้ำเงิน

จากตาราง 4.9 และ 4.10 จะเห็นได้ว่าstarter ที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 72.6 องศาบริกซ์ หรือเท่ากับเมเปิ้ลไซรัปโดยทั่วไปนั้น มีค่าความหนืดเพียง 48 หรืออยู่ในระดับ Thin (ตารางที่ 2.2) เมื่อนำมาเติมสารเพิ่มความข้นหนืดจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระดับ Nectar – like จนถึง Spoon – thick แตกต่างกันไปตามชนิดและสัดส่วนของสารเพิ่มความข้นหนืด เมื่อพิจารณาจากค่าความสว่าง (L*) จะเห็นว่าเมื่อเติมสารเพิ่มความข้นหนืดจะทำให้ค่าความสว่างของไซรัปเพิ่มขึ้น จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ไซรัปสูตรที่ 6 มีค่าความหนืด 223.85 cp ใกล้เคียงกับไซรัปจากกากน้ำตาล ในงานวิจัยของ สุนทรี สุวรรณสิขณ (2553) ซึ่งมีค่าอยู่ในระหว่าง 200 – 300 cp และยังมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.905 ซึ่งต่ำที่สุดในตัวอย่างทั้งหมด อยู่ในระดับเดียวกับเมเปิ้ลไซรัป (ตารางที่ 2.2) แต่สูตรที่ 7 มีค่าความหนืดมากกว่า อยู่ในระดับน้ำผึ้งหรือ Honey-like และ มีค่าความสว่างใกล้เคียงกับน้ำผึ้ง (L*, a*, b* ของน้ำผึ้ง : 67.34, 23.55, 89.81)

ไซรัปทุกตัวอย่างมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ หรือค่าความหวานเป็นไปตามมาตรฐานของไซรัปคือไม่น้อยกว่า 60 องศาบริกซ์ ยกเว้นสูตรที่ 5 อาจเนื่องจากมีความข้นหนืดมากเกินไปทำให้ค่าที่ได้จากการทดลองมีความคลาดเคลื่อน ไซรัปตาลโตนดสูตรที่ 2 มีค่า TSS สูงที่สุดคือ 75 องศาบริกซ์ เทียบเท่ากับน้ำเชื่อมการค้า

2. การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของไซรี่ปน้ำตาลโตนด

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของไซรี่ปน้ำตาลโตนด สูตรที่ 7 ด้วยวิธีมาตรฐาน เช่นเดียวกับน้ำตาลโตนดสด โดยสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ ดังตารางที่ 4.11 และ 4.12 จะเห็นได้ว่ามีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าน้ำตาลโตนดสดเนื่องจากการทำให้เข้มข้น แต่ยังมีค่าใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมเข้มข้นที่มีวางจำหน่ายทั่วไป และมีส่วนประกอบของไขมันต่ำมาก

ตารางที่ 4.11 องค์ประกอบทางโภชนาการของไซรี่ปน้ำตาลโตนด สูตรที่ 7

Test Item	Units	Result
Total Calories	Kilo Calories/100 g	304
Calories from Fat	Kilo Calories/100 g	1
Total Fat	g/100 g	0.1
Saturated Fat	g/100 g	0.1
Cholesterol	mg/100 g	Not detected
Sodium	mg/100 g	72
Total Carbohydrates	g/100 g	75.8
Dietary Fiber	g/100 g	0.1
Total Sugars	g/100 g	70.2
Protein	g/100 g	Not detected
Vitamin A	μg/100 g	Not detected
Vitamin B1	mg/100 g	0.01
Vitamin B2	mg/100 g	Not detected
Calcium	mg/100 g	13
Iron	mg/100 g	<LOQ
Moisture	g/100 g	23.92
Ash	g/100 g	0.23

ทำการวิเคราะห์โดย สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม เมื่อ 27 ส.ค. 2562

ตารางที่ 4.12 องค์ประกอบทางโภชนาการของไซรี่ปน้ำตาลโตนดสดต่อ 1 หน่วยบริโภค (14 กรัม หรือ 10 มิลลิลิตร)

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน
พลังงานทั้งหมด	40 กิโลแคลอรี	
ไขมันทั้งหมด (Total fat)	0 g	0%
ไขมันอิ่มตัว (Saturated fat)	0 g	0 %
โคเลสเตอรอล (Cholesterol)	0 mg	0 %
โปรตีน (Protein)	0 g	0 %
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total carbohydrate)	11 g	4 %
ใยอาหาร (Dietary fiber)	0 g	0 %
น้ำตาล (Sugar)	10 g	
โซเดียม (Sodium)	10 mg	0.4 %

*ร้อยละสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) ตามบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2541 โดยคิดจากความต้องการพลังงานต่อวัน 2,000 กิโลแคลอรี

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านลักษณะปรากฏ สี ความหนืด รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9 Points hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด, 1= ไม่ชอบมากที่สุด) จากผู้ทดสอบชิมซึ่งเป็นนักศึกษาศาสาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน (ตารางที่ 4.13)

วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยใช้เฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์คะแนน ดังนี้ 8.20 – 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด 7.30 – 8.19 หมายถึง ชอบมาก 6.40 – 7.29 หมายถึง ชอบปานกลาง 5.50 – 6.39 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 4.60 – 5.49 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 3.70 – 4.59 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 2.80 – 3.69 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 2.90 – 2.79 หมายถึง ไม่ชอบมาก 1 – 1.89 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 4.13 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของไซรี่ปน้ำตาลโตนด 3 สูตร

สูตรน้ำตาล	สี	ความหนืด	รสชาติ	กลิ่น	การยอมรับรวม
สูตรที่ 1	7.03 ±1.83	6.57 ±1.74	6.67 ±1.93	6.70 (1.80)	6.87 (1.91)
สูตรที่ 5	6.63 ±1.80	6.70 ±2.38	6.93 ±1.99	6.53 (1.85)	6.83 (1.76)
สูตรที่ 7	8.13 ±1.54	7.93 ±1.54	7.83 ±1.61	7.87 (1.50)	7.97 (1.57)

Data are expressed as sample mean ± SD

พบว่าน้ำตาลทุกสูตรทุกคุณลักษณะผู้บริโภคให้ความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง – ชอบมากที่สุด ผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าชอบสูตรที่ 7 มากที่สุด เพราะมีรสอร่อย มีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์คล้ายกับคาราเมล มีค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของผู้ทดสอบเป็น 7.97 อยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมาก

จากนั้นนำโซรืปตาลโตนดสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 7 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โซรืปตาลโตนดโดยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale สรุปผลการสำรวจได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.14 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
หญิง	23	76.67
ชาย	7	23.33
รวม	30	100.00

ตารางที่ 4.15 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ

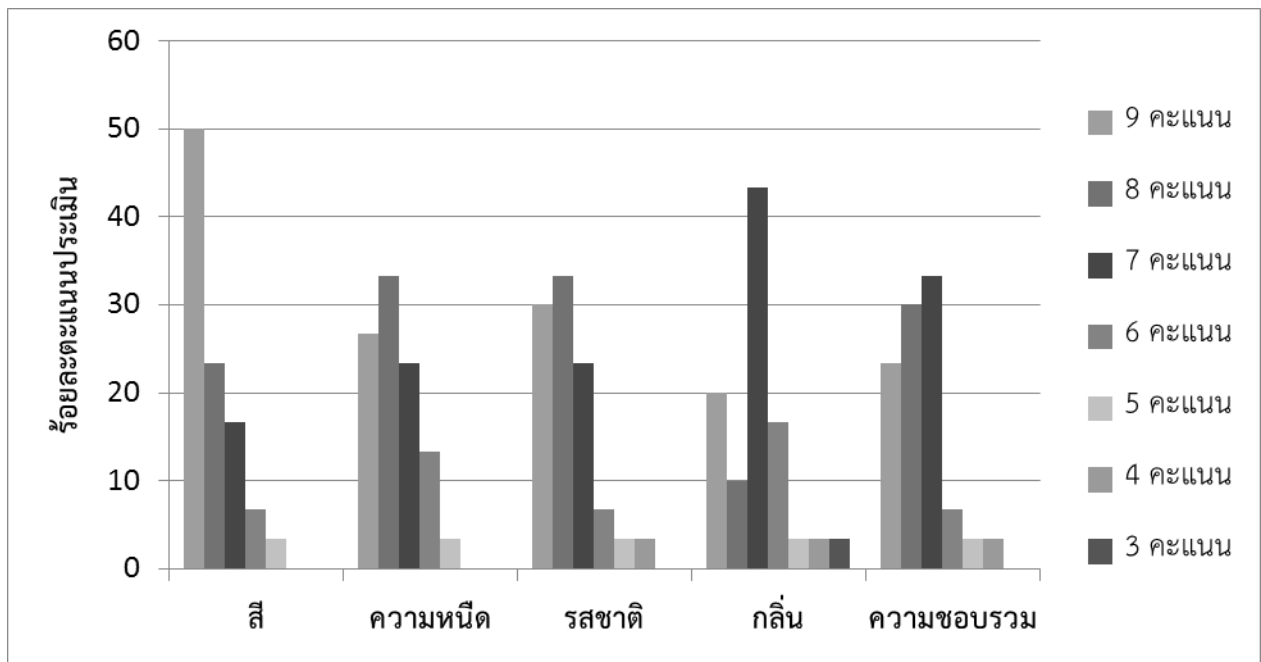
อายุ (ปี)	จำนวน	ร้อยละ
25 – 34	14	46.67
35 – 50	16	53.33
รวม	30	100.00

ตารางที่ 4.16 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประเภทน้ำหวานเข้มข้นที่รับประทานเป็นประจำ (สามารถตอบได้หลายตัวเลือก)

อายุ (ปี)	จำนวน	ร้อยละ
น้ำผึ้ง	26	86.67
น้ำเชื่อมผสมผลไม้หรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นผลไม้	10	33.33
น้ำเชื่อมเมเปิ้ลหรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นเมเปิ้ล	9	30.00
รวม	30	100.00

ตารางที่ 4.17 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โซรืปน้ำตาลสด (n=30)

คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ S.D.	ระดับความพึงพอใจ
สี	8.10 $\pm$ 1.12	ชอบมาก
ความหนืด	7.67 $\pm$ 1.12	ชอบมาก
รสชาติ	7.70 $\pm$ 1.26	ชอบมาก
กลิ่น	7.03 $\pm$ 1.45	ชอบปานกลาง
ความชอบโดยรวม	7.53 $\pm$ 1.22	ชอบมาก



ภาพที่ 4.3 ร้อยละคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของไซรี่ป่าน้ำตาลโตนด

จากตารางที่ 2.20 และภาพที่ 2.6 ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของผู้บริโภคหลังชิมผลิตภัณฑ์ไซรี่ป่าน้ำตาลโตนดครั้งนี้ เท่ากับ 7.53 อยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมาก โดยผู้บริโภคชอบสีของไซรี่ป่าน้ำตาลโตนดมากที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 8.10 คะแนน ชอบกลิ่นน้อยที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 7.03 คะแนน ผู้บริโภคให้ความเห็นว่าชอบ เพราะมีสีสายน่ารับประทาน รสอร่อย ไม่ต่างจากไซรี่ป่าน้ำตาลโตนดในท้องตลาด ผู้บริโภคจำนวนหนึ่งให้ความเห็นว่าเมื่อดมกลิ่นไซรี่ป่าน้ำตาลโตนดแล้วไม่ค่อยได้กลิ่น แต่เมื่อรับประทานแล้วจึงจะได้กลิ่นหอมหวานเป็นเอกลักษณ์ของตาลโตนด

ตอนที่ 5 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไซรบน้ำตาลโตนดเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์

1. การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ทำการวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) จากตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดจากร้านที่ 1 น้ำตาลผลึก ไซรบน้ำตาลโตนด 3 ตัวอย่าง ได้แก่ B-03 C-01 และ C-07 น้ำผึ้ง และน้ำเชื่อมการค้า โดยใช้ Gallic acid เป็นสารมาตรฐาน ได้ผลดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ตัวอย่าง	% Antioxidant DPPH assay
น้ำตาลตกผลึก	-3.58
น้ำตาลสด	11.01
ไซรบน้ำตาลโตนด B - 03	18.81
ไซรบน้ำตาลโตนด C - 01 (สูตรที่ 1)	18.81
ไซรบน้ำตาลโตนด C - 07 (สูตรที่ 7)	46.06
น้ำผึ้ง	54.06
น้ำเชื่อมการค้า	25.57
Gallic acid	94.15

จากตารางจะเห็นได้ว่า น้ำผึ้งมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือ 54.06 รองลงมาคือไซรบน้ำตาลโตนด C - 07 น้ำเชื่อมการค้า ไซรบน้ำตาลโตนด B - 03 และ C - 01 น้ำตาลสด และต่ำที่สุดคือน้ำตาลตกผลึกหรือน้ำตาลปึกที่น่าสนใจคือไซรบน้ำตาลโตนด C - 07 หรือสูตรที่มีคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับน้ำผึ้ง

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดโดย วิธี Folin-Ciocalteu

ทำการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolics) โดยวิธี Folin-Ciocalteu ได้ผลดังตาราง 4.19 ผลการทดสอบพบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดคือน้ำตาลโตนดสด มีปริมาณ 21.40 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ส่วนผลิตภัณฑ์ไซร้จากน้ำตาลโตนดมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด 7.33 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด

ที่	ตัวอย่าง	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง)
1	น้ำตาลโตนดสด (บางคล้า)	214.0
2	น้ำตาลโตนดสด (เพชรบุรี)	117.3
3	ไซรบน้ำตาลโตนด สูตรที่ 7	73.3

ผลการทดลองพบว่าน้ำตาลโตนดสดมีปริมาณฟีนอลิกเทียบเท่ากับปริมาณฟีนอลิกในสารสกัดจากน้ำตาลโตนดที่รายงานในงานวิจัยของ M.V.Reshma และคณะ (2017) ซึ่งรายงานว่ามีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 244.70 ± 5.77 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ซึ่งถือว่าสูงเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้ทั่วไปที่ไม่มีรสฝาด เช่น น้ำเสาวรสมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 126.19 ± 0.10 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ในขณะที่เครื่องดื่มที่มีรสฝาด เช่น เครื่องดื่มสมอไทยมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 2,765 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง (เนตรนภา เมยกลาง, 2557) ซึ่งตรงกับรายงานของ รพีพร เอี่ยมสะอาด (2557) ซึ่งระบุว่า เป็นผลมาจากสารประกอบฟีนอลิกในไม้พะยอม ที่ใส่ในกระบอกตาล โดยน้ำตาลสดจากอำเภอบางคล้ามีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าน้ำตาลสดจากจังหวัดเพชรบุรี ที่นำมาเปรียบเทียบกัน ส่วนไซรับน้ำตาลโตนดมีปริมาณฟีนอลิกลดลงจากน้ำตาลสด ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับผลการวัดค่าการต้านอนุมูลอิสระว่าน้ำตาลตกผลึก (น้ำตาลก้อน) ที่ถูกทำให้ผ่านความร้อนในกระบวนการผลิตมีค่าการต้านอนุมูลอิสระลดลง และตรงกับรายงานของ Jayanudin (2019) ว่าการให้ความร้อนอาจทำให้สารฟีนอลิกบางชนิดเปลี่ยนแปลงไป

3. การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

ทำการศึกษาศักยภาพการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy จากตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดจากร้านที่ 1 น้ำตาลตกผลึก ไซรับน้ำตาลโตนด 3 ตัวอย่าง ได้แก่ B-03 C-01 และ C-07 น้ำผึ้ง และน้ำเชื่อมการค้า โดยใช้ 2.5 mM Acarbose เป็นสารมาตรฐาน ได้ผลดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

ตัวอย่าง	% α glucosidase Inhibition	S.D.
น้ำตาลตกผลึก	3.97	5.94
น้ำตาลสด	65.92	1.46
ไซรับน้ำตาลโตนด B – 03	8.44	4.55
ไซรับน้ำตาลโตนด C – 01 (สูตรที่ 1)	12.35	4.49
ไซรับน้ำตาลโตนด C – 07 (สูตรที่ 7)	4.09	12.85
น้ำผึ้ง	33.66	4.27
น้ำเชื่อมการค้า	31.33	4.27
Acarbose (2.5 mM)	88.01	0.93

จากตารางจะเห็นได้ว่า น้ำตาลสดมีร้อยละการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสสูงที่สุดคือ 65.92 รองลงมาคือน้ำผึ้งและน้ำเชื่อมการค้า ไซรับน้ำตาลโตนด C – 01 B - 03 และ C – 07 และต่ำที่สุดคือน้ำตาลตกผลึก จะเห็นได้ว่าการให้ความร้อนจะทำให้การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสต่ำลง แต่ได้ผลการทดลองที่เป็นที่น่าสนใจคือน้ำตาลสดสามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสได้ดีกว่าน้ำผึ้ง เมื่อรวมกับข้อมูลปริมาณสารฟีนอลิกและการต้านอนุมูลอิสระแล้วสามารถนำไปเป็นจุดขายเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดได้

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

คณะผู้วิจัยทำการประชุม และอบรมเชิงปฏิบัติการ กรรมวิธีการผลิตไซร์ปน้ำตาลโตนดให้กับตัวแทนชุมชนที่มีอาชีพทำน้ำตาลโตนด เกษตรกร และผู้ประกอบการแปรรูปอาหาร ณ หมู่บ้านน้ำตาลสดอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งได้รับความสนใจจากผู้เข้าอบรมเป็นอย่างดี ผู้เข้าอบรมมีความเห็นว่าไซร์ปมีรสอร่อย กระบวนการทำง่ายไม่ยุ่งยาก และมีความเป็นเอกลักษณ์ของน้ำตาลโตนด สามารถนำไปต่อยอดประกอบอาชีพได้



ภาพที่ 4.4 การอบรมเชิงปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิตไซร์ปน้ำตาลโตนด ณ หมู่บ้านน้ำตาลสด

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจากตาลโตนด จังหวัดฉะเชิงเทรา ภายใต้แผนงาน การพัฒนาชุมชนต้นแบบเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด กรณีศึกษา : กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัด ฉะเชิงเทรา ประจำปีงบประมาณ 2562 สามารถดำเนินการได้ตามวัตถุประสงค์ และสรุปผลการวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการดำเนินการต่อไปได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด จากแหล่งผลิตน้ำตาลสด 3 แหล่งในตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าน้ำตาลสดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 13 – 16 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในระหว่าง 4.24 – 4.85 มีความเป็นกรดอ่อน มีค่าสีและสเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่ต่างกัน การที่น้ำตาลสดมีลักษณะทางกายภาพและทางเคมีแตกต่างกันไปตามแหล่งวัตถุดิบ หรือร้านที่นำมาจำหน่ายนั้นอาจเป็นผลมาจากกระบวนการเก็บน้ำตาล ตลอดจนกระบวนการทำให้เดือดก่อนนำมาบรรจุขวดหรือถุงเพื่อจำหน่าย โดยเฉพาะสารอินทรีย์จากกระบอกไม้ไผ่ที่ใช้รองน้ำตาล ไม้เคี่ยมหรือไม้พะยอมที่ใส่ในกระบอกตาลเพื่อกันบูด ซึ่งล้วนเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมาในแต่ละครอบครัวนั้นอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ลักษณะทางเคมีของน้ำตาลแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการพบว่าน้ำตาลโตนดมีคุณค่าโภชนาการสูง มีแร่ธาตุ ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม และธาตุเหล็ก

การวิจัยนี้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลโตนด ที่มีรูปแบบทันสมัย เก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิห้อง และตอบโจทย์ความต้องการของผู้ประกอบการและผู้บริโภค โดยใช้กระบวนการทำน้ำตาลให้เข้มข้น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) วิธีการต้มเคี่ยวน้ำตาลสด 2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก และ 3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึกและเติมสารเพิ่มความหนืด พบว่าน้ำตาลโตนดสดเมื่อทำให้เข้มข้น จะต้องระเหยน้ำออกมากกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก จึงจะทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากกว่า 70 องศาบริกซ์ และเนื่องจากคุณภาพของน้ำตาลสดที่เก็บได้ในแต่ละครั้งนั้นไม่เท่ากัน ในฤดูฝนจะได้น้ำตาลน้อยกว่าฤดูหนาว ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองกระบวนการ 2) และ 3) เพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพวัตถุดิบตั้งต้น ได้แก่ น้ำตาลตกผลึก (หรือที่เรียกกันว่าน้ำตาลก้อน น้ำตาลปึก ฯลฯ) ได้ พบว่าวิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก (น้ำตาลก้อน) และเติมสารเพิ่มความหนืด จะได้ไซรัปที่มีความหวานและความหนืดใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมกลูโคส ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของแซนแทนกัม กัวร์กัม และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ที่มีต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของไซรัป พบว่าเมื่อเติมสารเพิ่มความหนืดจะทำให้ไซรัปมีความหนืดและมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ สูตรที่มีการเติมเฉพาะแซนแทนกัม ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไซรัปพบว่าประกอบด้วยปริมาณคาร์โบไฮเดรต น้ำตาล ไขมันอิ่มตัว และเส้นใย เท่ากับ 75.8, 70.2, 0.1, และ 0.1 กรัมต่อไซรัป 100 กรัม ตามลำดับ พบปริมาณแร่ธาตุในไซรัปได้แก่ โซเดียมและแคลเซียมในปริมาณ 72, และ 13 มิลลิกรัมต่อไซรัป 100 กรัม ตามลำดับ

ผลการทดสอบทางจุลชีววิทยา และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3

(พ.ศ. 2560) ต่อผลิตภัณฑ์โซรปตาลโดนดที่บรรจุในถุงสุญญากาศภายหลังจากการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 1 – 6 เดือน ยังคงมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง

ผลการทดสอบร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ โดยทำการวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชัน ด้วยวิธี DPPH พบว่าน้ำตาลโดนดสดมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 11.01 ส่วนโซรปน้ำตาลโดนดมีเท่ากับ 46.06 สูงเทียบเท่ากับน้ำผึ้ง

ผลการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu พบว่าน้ำตาลโดนดสดมีปริมาณฟีนอลิกที่ 214 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง ซึ่งถือว่าสูงเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้ทั่วไปที่ไม่มีรสฝาด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากสารประกอบฟีนอลิกในไม้พะยอม ที่ใส่ในกระบอกตาล ส่วนโซรปตาลโดนดมี 73.3 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ปริมาณฟีนอลิกที่ลดลงจากน้ำตาลสดอาจเป็นจากกระบวนการให้ความร้อนเป็นเวลานานในขั้นตอนการทำให้เป็นก้อน ซึ่งถ้าสามารถลดกระบวนการนี้ได้อาจทำให้ได้ปริมาณฟีนอลิกที่สูงขึ้น

ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส พบว่าในน้ำตาลโดนดมีค่าเท่ากับ 65.92% ส่วนในโซรปน้ำตาลโดนดมีค่าเท่ากับ 12.85% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำตาลโดนดสดมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสสูง และสูงกว่าน้ำผึ้ง

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านลักษณะปรากฏ โดยใช้ วิธี ทดสอบแบบ 9 Points hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด, 1= ไม่ชอบมากที่สุด) จากผู้ทดสอบชิม พบว่ามีคะแนนความชอบด้าน สี ความหนืด รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวม ของโซรปสูตรที่ดีที่สุดเท่ากับ 8.13, 7.93, 7.83, 7.87 และ 7.97 ตามลำดับ โดยให้คะแนนความชอบด้านสีสูงสุดคือ 8.13

ทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของผู้บริโภคหลังชิมผลิตภัณฑ์โซรปน้ำตาลโดนดเท่ากับ 7.53 อยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมาก โดยให้คะแนนความชอบด้านสีของโซรปมากที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 8.10 คะแนน ความชอบกลิ่นน้อยที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 7.03 คะแนน

5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต

เนื่องจากกระบวนการผลิตโซรปใช้การเจือจางน้ำตาลตกผลึก ทำให้กลิ่นที่เป็นลักษณะเฉพาะของน้ำตาลสดจางหายไปในช่วงกระบวนการให้ความร้อน ถึงแม้ว่าในสูตรที่พัฒนาขึ้นจะมีการเติมน้ำตาลสดในสัดส่วนร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก ในขั้นตอนสุดท้าย ก็ยังไม่สามารถได้ความพึงพอใจจากผู้บริโภคได้ หากมีการผลิตโซรปน้ำตาลในชุมชน ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลสดและอุปกรณ์ขนาดใหญ่ในการผลิต อาจใช้กระบวนการต้มเคี่ยวน้ำตาลสดจนได้ความหวานเท่ากับ 70 องศาบริกซ์ แล้วเติมสารเพิ่มความหนืดในสัดส่วนของสูตรที่พัฒนาขึ้น จะได้โซรปที่มีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของน้ำตาลสดมากขึ้น โดยยังคงคุณค่าทางสุขภาพไว้เท่าเดิม

บรรณานุกรม

- กี๋ เทรบูลล์. (2527). ประเภทและกลไกการทำงานของระบบการผลิตทางการเกษตรของสหประชาชาติในปัจจุบัน. โครงการวิจัยระบบการผลิตทางการเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มนสุวีร์ ไพชำนาญ (2552). ผลของการปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดสด ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเข้มข้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จุฑามาศ ธีระสาโรช และเฉลิมพล ถนอมวงศ์. (2548). การศึกษาการสกัดไซรัปกล้วย. ปัญหาพิเศษ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก. พิษณุโลก.
- ชิดชัย ปัญญาสวรรค์ และคณะ. (2547). การพัฒนาไซรัปจากกล้วยหอมโดยใช้เอนไซม์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทพร อัครนิจ. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมสมุนไพร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- เนตรนภา เมยกลาง และ เฉลิม เรื่องวิจัย. (2557). การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ในเครื่องดื่มน้ำผลไม้. วารสารวิจัย มข. (บศ.). 14 (4). 69-79.
- ไพบูลย์ ธรรมรัตน์. (2532). กรรมวิธี การแปรรูปอาหาร. โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- มะลิวัลย์ ไชโย. (2554). การเปรียบเทียบคุณสมบัติของไซรัปกล้วยที่ผลิตจากน้ำตาลทรายและน้ำตาลอ้อย สารนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- รพีพร เอี่ยมสะอาด, เบญจวรรณ ธรรมธำรักษ์, รัฐกรณ์ จำนงผล, และ สุภาภรณ์ เลขาวัตร. (2557). คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและการต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลโตนด. ว. วิทย. กษ. 45(2)(พิเศษ): 657-660.
- เรณูภา แจ่มฟ้า. (2545). การผลิตไซรัปจากน้ำตาลสด. วิทยานิพนธ์ (อุตสาหกรรมเกษตร). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- สุคันธรส ธาดากิตติสาร. (2550). การพัฒนากระบวนการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก. วิทยานิพนธ์ ปร.ด. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุนทรี สุวรรณสิขณ. (2553). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปจากกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 18 (2). 42-55.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2532). มาตรฐานอุตสาหกรรม : น้ำหวานเข้มข้น มอก 155/2532. โรงพิมพ์โพสท์พับลิชชิ่ง จำกัด. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). มาตรฐานอุตสาหกรรมชุมชน : น้ำตาลโตนด มผช 38/2546. โรงพิมพ์โพสท์พับลิชชิ่ง จำกัด. กรุงเทพฯ.

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). มาตรฐานอุตสาหกรรมชุมชน : น้ำตาลโตนด มผช 113/2546. โรงพิมพ์โพสท์พับลิชชิง จำกัด กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). มาตรฐานอุตสาหกรรมชุมชน : น้ำตาลโตนด มผช 489/2547. โรงพิมพ์โพสท์พับลิชชิง จำกัด กรุงเทพฯ.
- Andreasen, T. G. and Nielsen, H. 1992. Ice Cream and Aerated Dessert. In The Technology of Dairy Products. Edited by Early, R. New York: VCH Publishers.
- Ramchander, S and M. S. Feather. (1975). Studies on the Mechanism of Color Formation in Glucose Syrups. American Association of Cereal Chemists, Inc. 52, 166 - 172.
- Jayanudin, Teguh Kurniawan, and Indar Kustiningsih. (2019). Phenolic Analysis and Characterization of Palm Sugar (*Arenga pinnata*) Produced by The Spray dryer. Oriental Journal of Chemistry. 35, (1). 150-156.
- M.V.Reshma, Jubi Jacob, V.L.Syamnath, V.P.Habeeba, B.S.Dileep Kumar, and S.Lankalapalli. (2017). First report on isolation of 2,3,4-trihydroxy-5-methylacetophenone from palmyra palm (*Borassus flabellifer* Linn.) syrup, its antioxidant and antimicrobial properties. Food Chemistry. 228. 491-496.
- Wrage, J., Burmester, S., Kuballa, J., and Rohn, S. (2019). Coconut sugar (*Cocos nucifera* L.): Production process, chemical characterization, and sensory properties. LWT, 112, 108227.5
- Arancibia, C., Costell, E., and Bayarri, S. (2011). Fat replacers in low-fat carboxymethyl cellulose dairy beverages: Color, rheology, and consumer perception. Journal of Dairy Science, 94(5), 2245–2258.
- Keshtkaran, M., Mohammadifar, M. A., Asadi, G. H., Nejad, R. A., and Balaghi, S. (2013). Effect of gum tragacanth on rheological and physical properties of a flavored milk drink made with date syrup. Journal of Dairy Science, 96(8), 4794–4803.
- Simsek, S. (2009). Application of xanthan gum for reducing syringing in refrigerated doughs. Food Hydrocolloids, 23(8), 2354–2358.
- Tunnarut, D., and Pongsawatmanit, R. (2018). Modified quality of seasoning syrup for coating and enhancing properties of a food model using xanthan gum. Agriculture and Natural Resources, 52(3), 298–304.
- Altay, F., and Gunasekaran, S. (2013). Gelling properties of gelatin–xanthan gum systems with high levels of co-solutes. Journal of Food Engineering, 118(3), 289–295.

- Wagoner, T. B., Çakır-Fuller, E., Drake, M., and Foegeding, E. A. (2019). Sweetness perception in protein-polysaccharide beverages is not explained by viscosity or critical overlap concentration. *Food Hydrocolloids*, 94, 229–237.
- Krystyjan, M., Sikora, M., Adamczyk, G., and Tomasik, P. (2012). Caramel sauces thickened with combinations of potato starch and xanthan gum. *Journal of Food Engineering*, 112(1-2), 22–28.
- Lv, R., Kong, Q., Mou, H., and Fu, X. (2017). Effect of guar gum on stability and physical properties of orange juice. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98, 565–574.
- Gibiński, M., Kowalski, S., Sady, M., Krawontka, J., Tomasik, P., and Sikora, M. (2006). Thickening of sweet and sour sauces with various polysaccharide combinations. *Journal of Food Engineering*, 75(3), 407–414.
- Brooker, D. J. (2015). Quality Assurance for Corn and Wheat Flour Tortilla Manufacturing. *Tortillas*, 97–123.

ภาคผนวก

ภาพกิจกรรม



ภาพที่ ผนวก 1 หมู่บ้านน้ำตาลสด ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ในปัจจุบัน

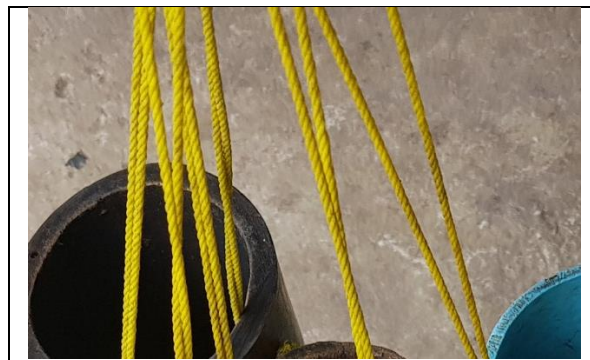


ภาพที่ ผนวก 2 การสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลที่ประกอบอาชีพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคม และวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมีส่วนร่วม ในภาพที่ ผนวก 2 ได้ทำการสัมภาษณ์ร้านลุงหม่อง ป้าสมนึก ผู้ประกอบอาชีพขึ้นตาลและทำน้ำตาลในชุมชน สืบทอดมาตั้งแต่สมัยปู่ย่าตายาย และได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำตาลสดเพื่อการทดลองในห้องปฏิบัติการในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ ผนก 3 กระบอกไม้ไผ่หรือพีวีซีที่ใช้รองน้ำตาล



ภาพที่ ผนก 4 เส้นใยไนลอนที่ใช้กับกระบอกกรองน้ำตาล



ภาพที่ ผนก 5 เตาเคี่ยวตาลที่ทำมาจากอิฐสีแดงและฉาบด้วยปูน ใช้ฟืนและกะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง



ภาพที่ ผนวก 6 เตาที่ใช้รมควันเพื่อให้กระบอกไม้ไผ่หรือฟรุชีแห้ง



ภาพที่ ผนวก 7 กระทะเหล็กขนาด 90 เซนติเมตร สำหรับเคี่ยวน้ำตาล



ภาพที่ ผนวก 8 ที่กรองน้ำตาลทำจากผ้าดิบเย็บติดกับลวดวง และมีด้ามจับทำด้วยไม้ไผ่



ภาพที่ ผนวก 10 กะลามะพร้าว และกาบตาลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเคี้ยวน้ำตาล



ภาพที่ ผนวก 11 น้ำเชื่อมสำเร็จรูปที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ ผนวก 12 ตัวอย่างไซรบน้ำตาลโตนด (ภาพเรียงจากซ้ายไปขวา ตัวอย่าง B-04B-03 และ B-02) ผลิตในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งต้องใช้ตัวอย่างไซร้มากกว่า 500 มิลลิลิตร ในการวัดความหนืด



ภาพที่ ผนวก 13 การพัฒนาส่งเสริมสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ในการพัฒนาการตลาดสำหรับสตีกเกอร์ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์น้ำตาลสด



ภาพที่ ผนวก 14 การพัฒนาส่งเสริมสนับสนุนจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทราร่วมกับภาคเอกชน
ในการพัฒนาโรงเรือนการผลิตให้มีมาตรฐานโรงเรือนที่ดี

ในขั้นตอนการศึกษาแนวทางในการพัฒนาไร่ปาล์มน้ำมันเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของ
จังหวัดฉะเชิงเทรา ผู้วิจัยได้สำรวจศักยภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารของชุมชนตำบลปากน้ำ พบว่าชุมชน
เหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ในการประชาสัมพันธ์
และการตลาด สำนักงานพัฒนาชุมชน สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทรา
และภาคเอกชน ในการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อขอเอกสารรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ดังจะเห็นได้จาก
โรงเรือนที่มีการสร้างใหม่ มีองค์ประกอบที่เป็นไปตามมาตรฐาน



ภาพที่ ผนวก 15 การทดสอบทางประสาทสัมผัส ไซรับน้ำตาลโตนด 3 สูตร จากผู้ทดสอบชิม มีการแจกขนมปังรสจืด และน้ำดื่มพร้อมกับตัวอย่าง



ภาพที่ ผนวก 16 ผู้ทดสอบชิมตอบแบบสอบถามผ่าน google form

ผู้วิจัยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านลักษณะปรากฏ สี ความหนืด รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9 Points hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด, 1= ไม่ชอบมากที่สุด) จากผู้ทดสอบชิมซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562



ภาพที่ ผนวก 17 กิจกรรมการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี



ภาพที่ ผนวก 18 กิจกรรมการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี

ในเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี กรรมวิธีการผลิตไซรี่ป่น้ำตาลโตนดให้กับตัวแทนชุมชนที่มีอาชีพทำน้ำตาลโตนด เกษตรกร และผู้ประกอบการแปรรูปอาหาร ณ หมู่บ้านน้ำตาลสด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ผู้ประกอบการที่มีอายุน้อยให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ บรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างจากที่มีวางจำหน่ายตามท้องตลาด และให้ความเห็นว่าไซรี่ป่น้ำตาลโตนดมีความอร่อย สามารถต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้อีกหลายรูปแบบ



ภาพที่ ผนวก 19 ผลิตภัณฑ์ไซร์น้ำตาลโตนด เผยแพร่ที่หมู่บ้านน้ำตาลสด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

หลังจากการอบรมเชิงปฏิบัติการในเดือนธันวาคม 2562 แล้ว ผลิตภัณฑ์ไซร์น้ำตาลโตนดจากงานวิจัยได้มีการวางจำหน่าย ณ ร้านสมนึกน้ำตาลสด ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา



แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ไชรปน้ำตาลโตนด
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

โปรดเติมเครื่องหมาย ☐ ลงใน () หน้าข้อความ ตามความเป็นจริง

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ 15- 24 ปี

☐ 25-34 ปี

☐ 35-50 ปี

☐ มากกว่า 50 ปี

3. ในตัวเลือกต่อไปนี้ ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ชนิดใด (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ น้ำผึ้ง

☐ น้ำเชื่อมเมเปิ้ลหรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นเมเปิ้ล

☐ น้ำเชื่อมผสมผลไม้หรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นผลไม้

ส่วนที่ 2 กรุณาประเมินความชอบและความรู้สึกที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามลำดับตัวอย่างที่นำเสนอ พร้อมทั้งให้ระดับคะแนนความชอบและความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละลักษณะคุณภาพตามความรู้สึกของท่าน โดยกำหนดระดับคะแนนความชอบ โดยใช้เครื่องหมาย ✓ ในตาราง

1 ไม่ชอบมากที่สุด

2 ไม่ชอบมาก

3 ไม่ชอบปานกลาง

4 ไม่ชอบเล็กน้อย

5 เฉย ๆ

6 ชอบเล็กน้อย

7 ชอบปานกลาง

8 ชอบมาก

9 ชอบมากที่สุด

สูตรที่ 1

คุณลักษณะ ระดับความพึงพอใจ	9	8	7	6	5	4	3	2	1
สี									
ความหนืด									
รสชาติ									
กลิ่น									
ความชอบโดยรวม									

สูตรที่ 2

คุณลักษณะ ระดับความพึงพอใจ	9	8	7	6	5	4	3	2	1
สี									
ความหนืด									
รสชาติ									
กลิ่น									
ความชอบโดยรวม									

สูตรที่ 3

คุณลักษณะ ระดับความพึงพอใจ	9	8	7	6	5	4	3	2	1
สี									
ความหนืด									
รสชาติ									
กลิ่น									
ความชอบโดยรวม									

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โซรับน้ำตาลโตนด ผ่าน google form

น้ำตาลโซรับ

* Required

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ

โปรดเติมเครื่องหมาย () หน้าชื่อตาม ตามความเป็นจริง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ

โปรดเติมเครื่องหมาย () หน้าชื่อตาม ตามความเป็นจริง

1. เพศ *

☐ ชาย

☐ หญิง

2. อายุ *

☐ 15 - 24 ปี

3. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ใดต่อไปนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) *

☐ น้ำผึ้ง

☐ น้ำเชื่อมเมเปิ้ลหรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นเมเปิ้ล

☐ น้ำเชื่อมผสมผลไม้หรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นผลไม้

ส่วนที่ 2 กรุณาประเมินความชอบและความรู้สึกที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามลำดับตัวอย่างที่น่าเสนอ พร้อมให้ระดับคะแนนความชอบและความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละลักษณะคุณภาพตามความรู้สึกของท่าน โดยกำหนดระดับคะแนนความชอบ

1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบมาก 3 ไม่ชอบปานกลาง 4 ไม่ชอบเล็กน้อย 5 เฉย ๆ 6 ชอบเล็กน้อย 7 ชอบปานกลาง 8 ชอบมาก 9 ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ

	9	8	7	6	5	4	3	2	1
สี	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ความเหนียว	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

คุณลักษณะ

	9	8	7	6	5	4	3	2	1
สี	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ความเหนียว	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
รสชาติ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
กลิ่น	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ความชอบรวม	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Submit

This content is neither created nor endorsed by Google. [Report Abuse](#) · [Terms of Service](#) · [Privacy Policy](#)

Google Forms

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผล ที่ ได้ ร ับ ต ล อ ด โครงการ
1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำตาลโตนด และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นการเพิ่มมูลค่าแก่น้ำตาลโตนดในด้านการเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ 2. เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดแบบเข้มข้นหรือน้ำเชื่อมไซรัปจากตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทราเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น 3. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์	- ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทราโดยชุมชนมีส่วนร่วม - คัดเลือกหมู่บ้านที่มีครัวเรือนประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด	ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทราโดยชุมชนมีส่วนร่วม คัดเลือกหมู่บ้านที่มีครัวเรือนประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด ได้แก่ หมู่บ้านน้ำตาลสด อำเภอบางคล้า	1. ข้อมูลสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทรา 2. ข้อมูลองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด สมบัติทางกายภาพ และฤทธิ์ทางชีวภาพ (กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา กลูโคซิเดส) ของน้ำตาลสดที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ในแง่การเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ 3. ผลการศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ 4. เทคโนโลยีพร้อมใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด
	- วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลโตนดสดด้านปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้น ค่ากรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ด้วยเครื่องHPLC การวิเคราะห์ด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสีในระบบCIE L* a* b* ค่าความหนืดด้วยเครื่อง viscometer	ศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำตาลสดในแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ ได้แก่ ค่าสีในระบบ CIE L* a* b* สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ทำการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด เช่น ปริมาณพลังงาน ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาล ปริมาณความชื้น	

		ฯลฯ เพื่อทำการออก ฉลากโภชนาการ โดย สถาบันอาหาร กระทรวง อุตสาหกรรม	5. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ แปรรูปน้ำตาลสด (ไซรับน้ำตาลโตนด) ที่มี รูปแบบที่ทันสมัย ยึด อายุการเก็บรักษา สร้าง มูลค่าเพิ่มแก่น้ำตาล โตนด
	วิเคราะห์กิจกรรมของ สารต้านออกซิเดชันด้วย วิธี 2, 2-Diphenyl-1- picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) ปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกโดย วิธี Folin-Ciocalteu	วิเคราะห์กิจกรรมของ สารต้านออกซิเดชันด้วย วิธี 2, 2-Diphenyl-1- picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) ปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกโดย วิธี Folin-Ciocalteu	6. ผลการวิเคราะห์ สมบัติทางกายภาพและ ฤทธิ์ทางชีวภาพ (กิจกรรมของสารต้าน ออกซิเดชัน ปริมาณ สารประกอบฟีนอลิ กรวม และฤทธิ์การ ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา กลูโคซิเดส) ของไซรัป น้ำตาลโตนด ข้อมูล องค์ประกอบทาง โภชนาการของไซรัป น้ำตาลโตนดเพื่อการ ออกฉลากโภชนาการ
	ศึกษาฤทธิ์การยับยั้ง เอนไซม์แอลฟากลูโคซิ เดสของน้ำตาลโตนดด้วย เทคนิค UV-Visible spectroscopy โดยวัด ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 405 nm ด้วยวิธีของ Ahrmed และคณะ	ศึกษาฤทธิ์การยับยั้ง เอนไซม์แอลฟากลูโคซิ เดสของน้ำตาลโตนดด้วย เทคนิค UV-Visible spectroscopy โดยวัด ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 405 nm ด้วยวิธีของ Ahrmed และคณะ	โดยสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม รวมทั้งผลการทดสอบ ความพึงพอใจของ ผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ไซรัปตาลโตนด
	ศึกษาความต้องการของ กลุ่มบริโภคและความ เป็นไปได้ของตลาด ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อ ผู้สูงอายุศึกษาความ ต้องการของกลุ่มบริโภค และความเป็นไปได้โดย ศึกษาในประเด็น 1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย 2) รับประทานง่าย 3) ผู้ดูแลสามารถจัดทำให้ รับประทานได้สะดวก และรวดเร็ว 4) สะดวก ในการพกพาฯ รวมทั้ง ศึกษาแนวทางการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็น นวัตกรรมใหม่	ศึกษาความต้องการของ กลุ่มบริโภคและความ เป็นไปได้ของตลาด ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อ สุขภาพ และอาหาร สำหรับผู้สูงอายุ ใน ประเด็นที่เกี่ยวข้อง โดย ทำการเก็บข้อมูลทั้งจาก ผู้ประกอบการ และ ผู้บริโภคเพื่อเป็นข้อมูล ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	7. หลักสูตรฝึกอบรม เชิงปฏิบัติการ การ พัฒนาผลิตภัณฑ์ไซรัป น้ำตาลโตนด

	ดำเนินการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นนวัตกรรมที่สามารถรักษาสุขภาพคุณค่าทางโภชนาการ รสชาติอร่อย เก็บได้นาน และเพิ่มมูลค่า ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารโซรบน้ำตาลสด จำนวน 1 ผลิตภัณฑ์	ดำเนินการวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตโซรบน้ำตาลสดโดยใช้กระบวนการทำน้ำตาลให้เข้มข้น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) วิธีการต้มเคี่ยวน้ำตาลสด 2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก และ 3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึกและเติมสารเพิ่มความหนืดได้โซรบน้ำตาลสดจากวิธีที่ดีที่สุดคือวิธีที่ 3) รวมทั้งหมด 7 สูตร	
	ทดสอบสมบัติทางกายภาพและฤทธิ์ทางชีวภาพของโซรบน้ำตาลเช่นเดียวกับน้ำตาลสด	ทดสอบสมบัติทางกายภาพและฤทธิ์ทางชีวภาพ (กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา กลูโคซิเดส) ของโซรบน้ำตาลเช่นเดียวกับน้ำตาลสด ทำการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของโซรบน้ำตาลสดเพื่อทำการออกฉลากโภชนาการโดยสถาบันอาหารกระทรวงอุตสาหกรรม	
	การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9 Points hedonic scale ต่อคุณลักษณะทั้ง 4 ประการ ได้แก่ สี ความ	การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9 Points hedonic scale ต่อคุณลักษณะทั้ง 4 ประการ ได้แก่ สี ความ	

	หนีด รสชาติ กลิ่น และ ความชอบโดยรวม	หนีด รสชาติ กลิ่น และ ความชอบโดยรวม จากผู้ ทดสอบชิมที่ได้รับการ ฝึกฝนจำนวน 30 คน และ คัดเลือกไซรัป ตาลโตนดสูตรที่มี คะแนนความชอบสูง ที่สุดมาทดสอบทาง ประสาทสัมผัสเพื่อ ทดสอบการยอมรับ ผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ไซรัป ตาลโตนดโดยผู้ทดสอบ ทั่วไป จำนวน 30 คน	
	ประชุมและอบรมเชิง ปฏิบัติการ และลง ปฏิบัติการให้กับผู้ผลิต สรุปผลการวิจัย	ประชุมและอบรมเชิง ปฏิบัติการ และลง ปฏิบัติการให้กับผู้ผลิต ณ หมู่บ้านน้ำตาลสด อำเภอบางคล้า จังหวัด ฉะเชิงเทรา สรุปผลการวิจัย	

**นวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเชิงสร้างสรรค์ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจากตาลโตนด
จังหวัดฉะเชิงเทรา
สรุป (ร่าง) รายงานฉบับสมบูรณ์**

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบผลผลิต (Output) ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริง

ผลผลิต (Output)		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	
1. ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทราโดยชุมชนมีส่วนร่วม	100 %	
2. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลโตนดสดด้านปริมาณไขมันปริมาณโปรตีนปริมาณความชื้นค่ากรด-ด่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ปริมาณน้ำตาลชนิดต่างๆด้วยเครื่องHPLC การวิเคราะห์ค่าสีในระบบCIE L* a* b* ค่าความหนืดด้วยเครื่องviscometer	100%	
3. การวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยวิธี Folin-Ciocalteu ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลโคซิเดสของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy	100%	
4. ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้โดยศึกษาในประเด็น 1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย 2) รับประทานง่าย 3) ผู้ดูแลสามารถจัดหาให้รับประทานได้สะดวกและรวดเร็ว 4) สะดวกในการพกพา ฯลฯ	100%	
5. พัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและผู้สูงอายุจากตาลโตนดให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์	100%	
6. ทดสอบสมบัติทางกายภาพและฤทธิ์ทางชีวภาพของไซรับน้ำตาลเช่นเดียวกับน้ำตาลสด	100%	
7. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9 Points hedonic scale ต่อคุณลักษณะทั้ง 4 ประการ ได้แก่ สี ความหนืด รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวม	100%	

8. ประชุมและอบรมเชิงปฏิบัติการ และลงปฏิบัติการให้กับผู้ผลิต	100%	
9. สรุปผลการวิจัย		

ลงนาม.....

(ดร.พลอยทราย โอฮามา)

หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

วันที่ 30 ธันวาคม 2562