

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 โอฮาม่า	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
2.	ดร. เสาวณีย์ คำพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
3.	ดร. จิตรลดา ชูมี	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ชุดโครงการ "การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม" ปังบประมาณ 2562

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

บทสรุปผู้บริหาร

ตาลโตนดเป็นพืชเก่าแก่ที่พบในอำเภอบางคล้า มีภูมิปัญญาที่หลากหลายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จาก ส่วนของต้นตาลในจังหวัดฉะเชิงเทรา แต่ในปัจจุบันกำลังสูญหายไปเนื่องจากขาดผู้สืบทอดอาชีพทำน้ำตาล โตนด โครงการวิจัย นวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเชิงสร้างสรรค์ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจาก ตาลโตนด จังหวัดฉะเชิงเทรา นี้ เป็นโครงการย่อยภายใต้แผนงาน "การพัฒนาชุมชนต้นแบบเพื่อสร้าง ผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด กรณีศึกษา : กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัด ฉะเชิงเทรา" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และคุณค่าทางโภชนาการของ น้ำตาลโตนดเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และเพิ่มมูลค่าแก่ผลผลิต ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการพบว่า น้ำตาลโตนดสดมีคุณค่าโภชนาการสูง มีปริมาณสารฟินอลิกสูง และมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคชิเดสสูง แสดงให้เห็นว่าน้ำตาลโตนดสดมีแนวโน้มในการลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดได้โดยผ่านทางการยับยั้ง การทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส โครงการวิจัยนี้ยังทำการแปรรูปน้ำตาลเป็นนวัตกรรมใหม่เพื่อให้มี รูปแบบที่ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นกว่าน้ำตาลโตนดสด ผลผลิตของโครงการวิจัยนี้ ได้แก่ ไซรัป จากตาลโตนด ซึ่งที่มีความหวานและความหนืดใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมกลูโคส ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจใน ภาพรวมของผู้บริโภคหลังชิมผลิตภัณฑ์ใชรัปน้ำตาลโตนดอยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมาก นอกจากนี้ยังมี ค่าการต้านออกซิเดชันสูง มีศักยภาพการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพหรือ "functional food" สามารถเพิ่ม กลุ่มเป้าหมายผู้บริโภคในกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งการสนับสนุนให้นำงานวิจัยนี้ไปต่อยอดเชิงพาณิชย์จะสามารถชี้ให้ ชุมชนเห็นความสำคัญของอาชีพที่เป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่นที่สร้างรายได้และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า เป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันกลับมาสนใจอาชีพทำน้ำตาลโตนด ส่งเสริมการสืบทอดวัฒนธรรมและ ภูมิปัญญา ให้เยาวชนรุ่นใหม่เกิดความภาคภูมิใจในวิถีชีวิตที่เป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่น เป็นการอนุรักษ์และ ส่งเสริมการปลูกต้นตาลโตนดในท้องถิ่น ให้เป็นพืชเศรษฐกิจ เป็นต้นทุนในการพัฒนาชุมชนอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ต่อไป

าเทคัดย่อภาษาไทย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำตาลโตนด และ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปใหม่ในรูปแบบที่ ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้มากขึ้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่น้ำตาลโตนดในการเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อ สุขภาพ

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ ในหมู่บ้านน้ำตาลสด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่ามีความแตกต่างกันทั้งค่าสี และสเปกตรัมการดูดกลื่นแสง มีปริมาณ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 13 – 16 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในระหว่าง 4.24 – 4.85 มีความเป็นกรดอ่อน จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการพบว่าประกอบด้วยปริมาณคาร์โบไฮเดรต น้ำตาล และโปรตีน เท่ากับ 21.6, 21.0, และ 0.4 กรัมต่อน้ำตาลสด 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ พบปริมาณแร่ ธาตุในน้ำตาลสดได้แก่ โปแตสเซียม โซเดียม แคลเซียมและเหล็กในปริมาณ 161, 10, 44 และ 0.52 มิลลิกรัม ต่อน้ำตาลสด 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ

ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด โดยใช้กระบวนการทำน้ำตาลให้เข้มข้น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) วิธีการต้มเคี่ยวน้ำตาลสด 2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก และ 3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึกและเติม สารเพิ่มความหนืด พบว่าวิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก (น้ำตาลก้อน) และเติมสารเพิ่มความหนืด จะได้ไซรัปที่ มีความหวานและความหนืดใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมกลูโคส ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของแซนแทนกัม กัวร์กัม และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ที่มีต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของไซรัป พบว่าเมื่อเติมสารเพิ่มความ หนืดจะทำให้ไซรัปมีความหนืดและมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น สัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ สูตรที่มีการเติม แซนแทนกัม ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่าประกอบด้วยปริมาณ คาร์โบไฮเดรต 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 มิลลิกรัมต่อ ไซรัป 100 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำไปให้กับผู้บริโภคทั่วไปชิม เพื่อทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อ ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของผู้บริโภคหลัง ชิมผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนดเท่ากับ 7.53 อยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมาก โดยผู้บริโภคชอบสีของไซรัป มากที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 8.10 คะแนน ชอบกลิ่นน้อยที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 7.03 คะแนน ผลการ ทดสอบร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส พบว่าในน้ำตาลโตนดมีค่าเท่ากับ 11.01%, 214.0 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง และ 65.92% ตามลำดับ ส่วนในไซรัปน้ำตาลโตนดมีค่าเท่ากับ 46.06%, 73.3 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง และ 12.85% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำตาลโตนดสดมีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าน้ำผลไม้ และยังมี ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสสูง ส่วนไซรัปน้ำตาลโตนดมีค่าการต้านออกซิเดชันสูง มีศักยภาพการ เป็นอาหารสุขภาพได้

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 μgGAE/mL and 65.92% respectively for Toddy palm sugar and 46.06%, 73.3 µgGAE/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
บทคัดย่อภ	าษาไทย		2
บทคัดย่อภ	าษาอังกฤ	ુ ૧	3
สารบัญ			4
สารบัญตา	ราง		6
สารบัญภา	M		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	ทบทว	นวรรณกรรม	
	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	ค่าวอเตอร์แอกติวิตีและการเสื่อมเสียของอาหาร	26
	2.9	สารประกอบฟืนอลิก	28
	2.10	สารต้านอนุมูลอิสระ	28
	2.11	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3		นินการวิจัย	
		1 ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด	33
	ตอนที่	2 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบ	33
		ทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด	
	ตอนที่	3 การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์	34
		อาหารเพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ	
		4 การวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซรัปน้ำตาลโตนด	34
		5 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไซรัปน้ำตาลโตนด	35
	การถ่า	ยทอดเทคโนโลยี	36

		หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	ผลการ	รวิจัย	
	ตอนที่	1 การศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด	
	1.	สภาพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดของอำเภอปากน้ำในอดีตจนถึงปัจจุบัน	38
	2.	พันธุ์ตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ	41
	3.	กระบวนการผลิตตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ	41
	ตอนที่	2 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบ	
	ทางโภ	าชนาการของน้ำตาลโตนดสด	
	1.	การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำตาลโตนดสด	42
	2.	การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด	43
	ตอนที่	3 การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์	45
	อาหาร	รเพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ	
	ตอนที่	4 การวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซรัปน้ำตาลโตนด และการวิเคราะห์	47
	คุณภา	าพทางประสาทสัมผัส	
	1.	การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด	47
	2.	การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของไซรัปน้ำตาลโตนด	51
	3.	การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส	52
	ตอนที่	5 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไชรัปน้ำตาล	55
	โตนดเ	พื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์	
	1.	การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ	55
	2.	การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดโดย วิธี Folin-Ciocalteu	55
	3.	การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส	56
	การถ่า	ายทอดเทคโนโลยี	57
บทที่ 5	สรุปแ	ละอภิปรายผล	
	5.1	สรุปผลการวิจัย	59
	5.2	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต	60
บรรณานุก	ารม		
ภาคผนวก	l		
	ก	ภาพกิจกรรม	
	ๆ	TEST REPORT รายงานผลข้อมูลทางโภชนาการของน้ำตาลโตนด	
		และไซรัปน้ำตาลโตนด	
	ନ	ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมา	
		และผลที่ได้รับตลอดโครงการ	

สารบัญตาราง

		หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1			
บทที่ 2			
ตารางที่	2.1	สารให้ความหวานที่มีการใช้ทั่วไปน้ำหนักโมเลกุลจุดเยือกแข็งและความหวานของ ผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครส	22
ตารางที่	2.2	ระดับความหนืด 4 ระดับตามการจัดจำแนกของ American Dietetic Association	26
		Recommendations ป ค.ศ. 2000	
ตารางที่	2.3	Approximate water activity values of some foods	27
ตารางที่	4.1	ผลการวัดค่าสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำตาลสดจากแหล่ง	43
		วัตถุดิบต่าง ๆ ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา	
ตารางที่	4.2	องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ	44
		อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา	
ตารางที่	4.3	องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสดต่อ 1 หน่วยบริโภค	45
ตารางที่	4.4	แสดงจำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ	46
ตารางที่	4.5	ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม รูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการพิจารณา	46
		ตัดสินใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด ในภาพรวม	
ตารางที่	4.6	ผลการทดลองการระเหยน้ำตาลสดให้งวดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	47
ตารางที่	4.7	ผลการวัดความหนืดตัวอย่างไซรัปน้ำตาลโตนด 4 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับ	48
		น้ำเชื่อมการค้า	
ตารางที่	4.8	ปริมาณสารเพิ่มความข้นหนืดที่ผสมในไซรัปแต่ละตัวอย่าง	49
ตารางที่	4.9	คุณภาพทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของไซรัปตาลโตนด	50
ตารางที่	4.10	คุณลักษณะด้านสีของไซรัปน้ำตาลโตนด	50
ตารางที่	4.11	องค์ประกอบทางโภชนาการของไซรัปน้ำตาลโตนด สูตรที่ 7	51
ตารางที่	4.12	องค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสดต่อ 1 หน่วยบริโภค	52
ตารางที่	4.13	การทดสอบทางประสาทสัมผัสของไซรัปน้ำตาลโตนด 3 สูตร	52
ตารางที่	4.14	จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ	53
ตารางที่	4.15	จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ	53
ตารางที่	4.16	จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประเภทน้ำหวานเข้มข้น	53
		ที่รับประทานเป็นประจำ	
ตารางที่	4.17	คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลสด	53
ตารางที่	4.18	ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ	55
ตารางที่	4.19	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด	55
ตารางที่	4.20	ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส	56

สารบัญภาพ

		หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1			
d			
บทที่ 2			
ภาพที่	2.1	sucrose chemical structure	21
ภาพที่	2.2	ปฏิกิริยาไอโซเมอร์ไรเซชันของกลูโคส	23
ภาพที่	2.3	ผลของค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่อความคงตัวอาหาร	26
ภาพที่	4.1	ผลการเปรียบเทียบสีของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ ในอำเภอบางคล้า	42
		จังหวัดฉะเชิงเทรา	
ภาพที่	4.2	สเปคตรัมการดูดกลืนแสงของน้ำตาลสด	42
ภาพที่	4.3	ร้อยละคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของไซรัปน้ำตาลโตนด	54
ภาพที่	4.4	การอบรมเชิงปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิตไซรัปน้ำตาลโตนด ณ หมู่บ้านน้ำตาลสด	57

บทที่ 1 บทน้ำ

บทที่ 1

บทน้ำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

จังหวัดฉะเชิงเทรามีเขตการปกครองออกเป็น 11 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอเมือง อำเภอบางคล้า อำเภอบางน้ำเปรี้ยว อำเภอบางปะกง อำเภอบ้านโพธิ์ อำเภอพนมสารคาม อำเภอราชสาส์น อำเภอสนามชัยเขต อำเภอแปลงยาว อำเภอท่าตะเกียบ และอำเภอคลองเชื่อน โดยที่ "ชุมชนอำเภอบางคล้า" เป็นจุดยุทธศาสตร์ ของจังหวัดแห่งหนึ่งที่มีแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ เช่น วัดสมานรัตนาราม ตลาดน้ำบางคล้า วัดปากน้ำ วัดหัวสวน วัดปากน้ำโจ้โล้ วัดโพธิ์บางคล้า อนุสรณ์สถานพระสถูปเจดีย์สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช ฯลฯ ทำให้อำเภอ บางคล้าเป็นพื้นที่ที่มีนักท่องเที่ยวให้ความสนใจเป็นจำนวนมาก (สำนักงานท่องเที่ยวจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2560) รวมทั้งอยู่ใกล้กับสนามบินสุวรรณภูมิ ทำให้มีแนวโน้มในการได้รับการพัฒนาส่งเสริมเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ (มีปรากฏในแผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติฉบับที่ 2 พ.ศ. 2560-2564) นอกจากนั้นอำเภอบางคล้ายังเป็น อำเภอที่มีความโดดเด่นด้านการเกษตรกรรม เช่น การทำสวน ปศุสัตว์ ประมง เป็นต้น โดยมีแม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำบางปะกง มีความยาวถึง 122 กิโลเมตร วิถีชีวิตของชาวพื้นเมืองเป็นแบบชุมชนริมแม่น้ำ ซึ่งไม่ เพียงแต่มีความเก่าแก่เป็นที่น่าสนใจ แต่ยังมีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นในเรื่องตาลโตนดซึ่งมีขึ้นชุกชุมอยู่เพียงแห่ง เดียวในจังหวัดฉะเชิงเทราและภาคตะวันออก (สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2561)

ตาลโตนดเป็นพืชเก่าแก่ที่พบในอำเภอบางคล้ามานานจนเป็นเอกลักษณ์ของอำเภอบางคล้า ก่อให้เกิดรายได้จากภาษีน้ำตาลโตนดในสมัยโบราณ และเกิดภูมิปัญญาที่หลากหลายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ จากส่วนของต้นตาล อาทิ น้ำตาล สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการทำขนมหวานนานาชนิด ผลตาล นำมา ประกอบอาหารได้หลากหลาย เมล็ดแก่นำมาแกะให้งอกแล้วผ่าจะได้จาวตาล นิยมนำมาเชื่อมน้ำตาล รับประทานได้ ใบตาลอ่อน นำมาจักสานเป็นตะกร้า หมวก เสื่อ กระเป๋า พัด ฯลฯ ได้เช่นเดียวกับใบลาน ลำต้นนำมาทำเป็นเครื่องใช้ต่างๆ เช่น เก้าอี้ โต๊ะ ด้ามร่ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีคุณประโยชน์ในด้านสมุนไพร แพทย์แผนโบราณใช้งวงตาล (ช่อดอก) แก้ตานขโมยในเด็ก แก้พิษตานซาง ขับพยาธิ ใช้น้ำคั้นจากก้านใบสด ย่างไฟแก้ท้องร่วง แก้ปากเปื่อย ส่วนรากเป็นยาชูกำลัง ขับเลือด แก้พิษต่าง ๆ แต่จากการเปลี่ยนแปลงด้าน เศรษฐกิจในปัจจุบันได้ส่งผลกระทบในการสืบทอดภูมิปัญญาตาลโตนดของบรรพบุรุษ (สำนักงานพัฒนาชุมชน, 2559) ในชุมชนอำเภอบางคล้า เกิดปัญหาการไม่มีผู้สืบทอดอาชีพการขึ้นตาล และทำน้ำตาล ทำให้ภูมิปัญญา ที่เกี่ยวกับตาลโตนดของจังหวัดฉะเชิงเทราและภาคตะวันออกกำลังเริ่มสูญหายไปตามกาลเวลา

จากข้อมูลการลงพื้นที่และการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการและเกษตรกรในพื้นที่ชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า ซึ่งเป็นแหล่งปลูกต้นตาลและจำหน่ายน้ำตาลสด พบว่าในปัจจุบันชุมชนมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากตาลอยู่บ้าง แต่ยังไม่มีการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ชุมชนของสำนักงานพัฒนาชุมชน ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ สด เช่น ผลตาลสด น้ำตาลโตนดสด และผลิตภัณฑ์อาหารแบบดั้งเดิม เช่น ผลตาลเชื่อม ขนมตาล จาวตาล เชื่อม น้ำตาลปิก เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ชื้อมาขายไป ผลิตวันต่อวัน ปัญหาการขาดผู้สืบ ทอดอาชีพการขึ้นตาล และทำน้ำตาล ทำให้มีแรงงานไม่เพียงพอ ผลผลิตต่อวันมีจำกัด นอกจากนี้น้ำตาลสดยัง

มีอายุการเก็บรักษาสั้น บูดและเสียง่าย ต้องเก็บในตู้เย็นจึงหารับประทานยาก ไม่สามารถวางจำหน่ายได้อย่าง แพร่หลาย มีการทำประชาสัมพันธ์ร้านค้าในสื่อโซเชียล แต่ไม่สามารถก้าวไปถึงการทำการค้าออนไลน์ได้จาก ข้อจำกัดด้านการขนส่งและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ อีกทั้งผู้ประกอบการขาดความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานการ ผลิตทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถพัฒนาให้เข้าสู่มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับได้

คณะผู้วิจัยเล็งเห็นศักยภาพในด้านการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพของน้ำตาลโตนด เนื่องจากน้ำตาล โตนดมีองค์ประกอบของฟรุกโตสซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันที ไม่มีสารฟอกสีเหมือนน้ำตาลทราย ให้ ความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายจึงสามารถใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าเพื่อให้ได้ความหวานที่เท่ากัน และยังมีค่า ดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index, GI) ต่ำ ดูดซึมได้ช้าลดการหลั่งของอินซูลินหลังการรับประทานได้ดีกว่าน้ำตาล ทรายน้ำตาลทรายซึ่งเป็นน้ำตาลซูโครส มีค่า GI อยู่ในระหว่าง 58-65 ในขณะที่น้ำตาลโตนดจะมีค่า GI อยู่ใน ระหว่าง 12-25 จะเห็นได้ว่าน้ำตาลโตนดมีประโยชน์ต่อสุขภาพเหมาะกับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมน้ำตาล หรือผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานมากกว่าน้ำตาลทราย

งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจากตาลโตนดให้สามารถดำรงอยู่ในภาวะ สังคมปัจจุบันและระบบเศรษฐกิจแบบตลาดออนไลน์ โดยการพัฒนาเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนอาชีพการทำ น้ำตาลโตนด รวมทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบที่ได้จากตาลโตนดเป็นพื้นฐาน โดยเน้น การผลิตน้ำตาลสดในรูปแบบน้ำเชื่อมไซรัปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น สามารถนำไปผสมน้ำ เพื่อดื่มเป็นน้ำตาลสด โดยยังคงกลิ่นและรสชาติดั้งเดิมไว้ หรือนำไปเป็นน้ำเชื่อมราดขนม ชงในเครื่องดื่มชา กาแฟ ซึ่งการแปรรูปให้เก็บรักษาได้นานนี้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัยเหมาะสมกับการผลิต เป็นสินค้าเอกลักษณ์ท้องถิ่นเป็นของฝาก ขายออนไลน์ และผลิตเป็นการค้าเพื่อส่งออก และทำการศึกษา องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลโตนด ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้าน เอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส เพื่อยืนยันประโยชน์ต่อสุขภาพของน้ำตาลโตนด และจากการที่พื้นที่ชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า นี้เป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีลักษณะเป็นดินเปรี้ยว มีผลทำให้ผลิตผลทางการเกษตร ส่วนใหญ่มีรสชาติดี กลมกล่อม ยกตัวอย่างเช่น มะม่วงบางคล้า เป็นต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษา คุณค่าโภชนาการที่สำคัญของน้ำตาลโตนดที่น่าจะมีความแตกต่างจากผลผลิตในพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ เป็นการเพิ่ม ้มูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ในแง่ของการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพหรือ "functional food" เพื่อเพิ่มกลุ่มเป้าหมาย ผู้บริโภคในกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งจะสามารถชี้ให้ชุมชนเห็นความสำคัญของอาชีพที่เป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่นที่สร้าง รายได้และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า เพื่อเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันกลับมาสนใจอาชีพทำน้ำตาลโตนด ส่งเสริม การสืบทอดวัฒนธรรมและภูมิปัญญาให้เยาวชนรุ่นใหม่เกิดความภาคภูมิใจในวิถีชีวิตที่เป็นอัตลักษณ์ของ ท้องถิ่น เป็นการอนุรักษ์และส่งเสริมการปลูกต้นตาลโตนดในท้องถิ่น ให้เป็นพืชเศรษฐกิจ เป็นต้นทุนในการ พัฒนาชุมชนอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ต่อไป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำตาลโตนด และ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นการเพิ่มมูลค่าแก่น้ำตาลโตนดในด้านการเป็น ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ 2) เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดแบบเข้มข้น หรือน้ำเชื่อมไซรัปจากตาลโตนดจังหวัด ฉะเชิงเทราเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น 3)เพื่อ วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ใชรัปน้ำตาลโตนด และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อ ผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มสู่อาหารเพื่อสุขภาพรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ เพื่อเพิ่มโอกาสในการ บริโภคของนักท่องเที่ยวกลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มชมรมผู้สูงอายุของอำเภอบางคล้า และกลุ่มของผู้สูงอายุของศูนย์ สุขภาพของผู้สูงอายุของมหาวิทยาลัยราชภัฎราชนครินทร์ และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าเกษตรของ

ชุมชนชาวปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และสร้างนวัตกรรมใหม่ รวมทั้งสร้างความภาคภูมิใจใน สินค้าท้องถิ่นที่เป็นอัตลักษณ์ โดยอาศัยกระบวนการวิจัยและพัฒนา การสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับ หน่วยงานภายนอกที่มีศักยภาพในจังหวัด และสร้างช่องทางการตลาดนำไปสู่การสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจของ จังหวัดฉะเชิงเทราซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ที่กำหนดวิสัยทัศน์ภาคเกษตรก้าวไกลด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตลาดนำการผลิต ชีวิตเกษตรกรมีคุณภาพ ทรัพยากรกรเกษตรมีความสมดุลและยั่งยืน โดยเน้นส่งเสริมให้เกษตรกรและสถาบัน เกษตรกรยกระดับผลิตภาพ ประสิทธิภาพ คุณภาพมาตรฐาน รวมทั้งสอดคล้องและสนับสนุนในการพัฒนา แผนงานพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (พ.ศ. 2560-2564) ในการพัฒนาคลัสเตอร์เป้าหมายในการพัฒนาพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก และสอดคล้องกับนโยบายของ ประเทศในเรื่องการเข้าถึงอาหารและการได้มาซึ่งอาหารที่เหมาะสมของผู้สูงอายุ กำลังเป็นปัญหาสำคัญใน สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) ทั่วโลก ซึ่งรัฐบาลมีแนวทางนโยบายรองรับกับสถานการณ์ดังกล่าวโดยการ สนับสนุนทั้งในภาคสังคมและเศรษฐกิจควบคู่กันไป (นโยบายยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำตาลโตนด และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาล ตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นการเพิ่มมูลค่าแก่น้ำตาลโตนดในด้านการเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ
- 2) เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดแบบเข้มข้น หรือน้ำเชื่อมไซรัปจากตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทราเพื่อให้ได้ ผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น
- 3) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ใชรัปน้ำตาลโตนด และศึกษาความพึงพอใจของ ผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้จะเน้นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและสารสำคัญของน้ำตาลโตนดเพื่อ ค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลตาลโตนดจังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการผลิตน้ำเชื่อมไซรัปจากตาลโตนด เพื่อเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ มีรูปแบบที่ ทันสมัย ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นกว่าน้ำตาลโตนดสด หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาท สัมผัสของผลิตภัณฑ์ใชรัปน้ำตาลโตนด และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ รวมทั้งถ่ายทอด องค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่ เหมาะสม นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังมีการบูรณาการของรูปแบบและกระบวนการผลิตตามความต้องการของ ธุรกิจการแปรรูปในระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของผลผลิต โดยมีการเชื่อมโยง ระหว่างนักวิจัยกับเกษตรกร ผู้ประกอบการ นักศึกษาและภาครัฐ แบ่งประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

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

พ.ศ. 2563 (1 ปี)

4) การวิจัยเรื่องนวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเชิงสร้างสรรค์ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจาก ตาลโตนด จังหวัดฉะเชิงเทรา ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและ วัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมีส่วนร่วม คัดเลือกหมู่บ้านที่มีครัวเรือนประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด รวมทั้งคัดเลือก แหล่งวัตถุดิบน้ำตาลสดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดย วิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทาง โภชนาการของน้ำตาลโตนดสด กรณีศึกษา : กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตอนที่ 3 การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อสุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 4 เป็นการวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซรัปน้ำตาลโตนด วิเคราะห์คุณภาพทาง ประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบจาก 1-9 คะแนน (9-point Hendonic Scale) ต่อ คุณลักษณะทั้ง 4 ประการคือ กลิ่น สี รสชาติ ความพึงพอใจโดยรวม

ตอนที่ 5 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไซรัปน้ำตาลโตนดเพื่อ ค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการค้าออนไลน์และ การส่งออก โดยทำการวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) การวิเคราะห์สารประกอบฟินอลิคโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu และศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy

ซึ่งจากขั้นตอนการวิจัยทั้ง 5 ขั้นตอน จะได้ต้นแบบของนวัตกรรมไซรัปน้ำตาลโตนดเพื่อสร้าง มูลค่าเพิ่มแก่น้ำตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- 1) ประโยชน์ด้านสังคมและชุมชน กระตุ้นให้ชุมชนอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เกิดพลังแห่ง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และวัฒนธรรมอาชีพการนำผลผลิตจากตาลโตนดมาใช้ประโยชน์และสร้าง มูลค่าเพิ่ม ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ทรงคุณค่าได้รับการถ่ายทอด พัฒนาและต่อยอดบนฐานวิถีชีวิตชุมชน มีการ ประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับภูมิปัญญาสมัยใหม่โดยไม่ถูกตัดตอน
- 2) ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนดในอำเภอ บางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และยกระดับคุณภาพให้ได้มาตรฐานสากลเพื่อประโยชน์ในการส่งออก เกิด แนวทางการจัดการทรัพยากรชีวภาพและการพัฒนาชุมชนบนต้นทุนของชุมชน สร้างรายได้ให้กับชุมชน เพื่อ ประชาชนมีความสุขตามนโยบายสานพลังประชารัฐ
- 3) ประโยชน์ด้านวิชาการ ได้บทความวิจัย ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ จดสิทธิบัตร สิ่งประดิษฐ์ และบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กและเยาวชน ถ่ายทอดสู่สังคม

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



เป้าหมายที่ 1 น้ำตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรามีมูลค่าเพิ่มขึ้น มีช่องทาง การจำหน่ายเพิ่มขึ้น และสามารถส่งออกได้

เป้าหมายที่ 2 การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) และเพิ่มโอกาสการเข้าถึงอาหารและการได้มาซึ่ง อาหารที่มีคุณค่าทางสุขภาพ เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

Output 1 : พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากน้ำตาลโตนดสำหรับผู้สูงอายุร่วมกับผู้ประกอบการเพื่อเพิ่ม มูลค่าของน้ำตาลโตนด (เป้าหมายที่ 1 และ 2)

1.6 แผนงานโครงการ

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ช.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ເນ.ຍ.	พ.ค.	ລີ.ຍ.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมใน ปีงบประมาณ
2562	ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนดการเปลี่ยนแปลงทาง	X	Х	Х										10
	สังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชน													
	ตำบลปากน้ำอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทราโดยชุมชนมีส่วนร่วม													
2562	วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาล			Х	Χ	Х	Х	Х						25
	โตนดสดด้านปริมาณไขมันปริมาณโปรตีนปริมาณความชื้นค่ากรด-ด่าง													
	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ปริมาณน้ำตาลชนิดต่างๆด้วยเครื่องHPLC													
	การวิเคราะห์ค่าสีในระบบCIE L* a* b* ค่าความหนืดด้วยเครื่อง													
	viscometer													
2562	การวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพวิเคราะห์กิจกรรมของสาร					Х	Х	Х	Х	Х				25
	ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical													
	scavenging capacity assay (DPPH) ปริมาณสารประกอบฟินอลิค													
	โดยวิธีFolin-Ciocalteau													
	ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของน้ำตาลโตนดด้วย													
	เทคนิคUV-Visible spectroscopy													
2562	ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาด							Х	X	Х				10
	ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและ													
	ความเป็นไปได้โดยศึกษาในประเด็น1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย2)													

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ช.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ນີ້.ຍ.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมใน ปีงบประมาณ
	รับประทานง่าย3) ผู้ดูแลสามารถจัดหาให้รับประทานได้สะดวกและ รวดเร็ว4) สะดวกในการพกพาฯลฯ													
	พัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและผู้สูงอายุ จากตาลโตนดให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวง อุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์							Х	Х	X	X	X		25
2562	จัดกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยี											Х	Х	5
	รวม													100

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 บริบทของชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

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

สภาพพื้นที่ชุมชนปากน้ำเป็นที่ราบลุ่ม มีการทับถมของตะกอนน้ำจากแม่น้ำบางปะกง ทำให้พื้นที่ ในปัจจุบันมีระดับความสูง 4-9 เมตรจากระดับน้ำทะเล นอกจากนี้มีคลองเล็กๆต่างๆที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และขุดขึ้นเพื่อให้ประกอบอาชีพเกษตรกรรมรวมทั้งการอุปโภคและบริโภค สภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว มี สภาพเป็นกรดและถูกยกพื้นที่ให้เป็นร่องสวนเพื่อกักเก็บน้ำจืดไว้ใช้ในช่วงที่มีปริมาณน้ำเค็มหนุน โดยจะมีช่วง น้ำจืดระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม และช่วงน้ำเค็มในระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน สำหรับ ภูมิอากาศของชุมชนปากน้ำ มีสภาพเช่นเดียวกับพื้นที่แห่งอื่น ๆ คือ แบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือฤดูร้อนในช่วง เดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม หรือบางปีอาจเริ่มฤดูร้อนตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูฝนในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงตุลาคม และฤดูหนาวในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์

การประกอบอาชีพของชุมชนปากน้ำ จากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน และชาวบ้านในชุมชนปากน้ำ พบว่า ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพหลากหลาย เช่น ทำสวน เลี้ยงสัตว์ โดยพืชสวนที่นิยมได้แก่ มะม่วง ซึ่งมะม่วง พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย ฟ้าลั่น และมันเดือนเก้า นอกจากนี้ยังมีมะพร้าว พลู หมาก ส่วน ตาลโตนดนั้นมีปลูกทั้งในพื้นที่สาธารณะ และพื้นที่ในครอบครองของเกษตรกร มีผลผลิตตลอดทั้งปีแต่มีมากใน ฤดูหนาว นอกจากนำน้ำตาลและผลตาลมารับประทานแล้ว ชาวสวนยังใช้ประโยชน์จากต้นตาลโดยทำคันดิน ตามร่องสวนให้สูงขึ้น แล้วนำลำต้นตาลมาเจาะทะลุตรงกลางให้เป็นรูกลวง ใช้แทนท่องน้ำฝังไว้ในคันดินเป็น ทางระบายน้ำเข้าสวน คันดินนี้ยังมีประโยชน์ในการป้องกันน้ำท่วมได้อีกด้วย

2.2 ชุมชนผู้ประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

อำเภอบางคล้า อยู่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ระยะทางจากอำเภอบางคล้า ถึง จังหวัดฉะเชิงเทรา ประมาณ 25 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งอำเภอประมาณ 227.9 ตารางกิโลเมตร ตำบลปากน้ำ มีลักษณะภูมิประเทศ เป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำบางปะกงไหลผ่าน พื้นที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การทำอาชีพเกษตรกรรม จาก การศึกษาของ ลักษณาพร 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 และพบว่าในอดีตชุมชนประกอบอาชีพ เลี้ยงสัตว์ร้อยละ 1 ปัจจุบันเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 9 ที่นิยมคือการเลี้ยงกุ้งกุลาดำตามกระแสที่ให้ผลกำไรสูงใน ช่วงแรก ต่อมาหลายครัวเรือนต้องประสบกับปัญหาขาดทุน มีหนี้สินจำนวนมากจากการนำเงินมาลงทุนเลี้ยง กุ้งกุลาดำแล้วไม่มีกำไร จึงส่งผลให้ครัวเรือนไม่สามารถปลดภาระหนี้สินได้ หนี้สินร้อยละ 58.16 เป็นหนี้

กองทุนหมู่บ้าน ร้อยละ 22.67 เป็นหนึ่นอกระบบและร้อยละ 21.33 เป็นหนี้จากธนาคารเพื่อการเกษตรและ สหกรณ์การเกษตร

การประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดเริ่มเสื่อมถอยลงนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา ใน ปี พ.ศ. 2546 หน่วยงานภาครัฐได้เข้ามาส่งเสริม ฟื้นฟูการประกอบอาชีพแนววัฒนธรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นตาม นโยบายของประเทศ ส่งผลให้การประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลเริ่มฟื้นตัวอีกครั้ง ผลผลิตน้ำตาลที่ได้รับการ รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือ น้ำตาลสด มาตรฐานเลขที่ มผช. 38/2546 และน้ำตาลโตนด มาตรฐาน เลขที่ มผช. 113/2546 ผู้ประกอบอาชีพผลิตน้ำตาล มีการรวมกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชนใช้ชื่อว่า "หมู่บ้าน น้ำตาลสด"

หมู่บ้านน้ำตาลสดตั้งอยู่ริมถนนวนะภูติ ระหว่างถนนบางตลาดสวนปาล์ม กับวัดปากน้ำโจ้โล้ โดย ผู้มีอาชีพทำน้ำตาลจะนำน้ำตาลสด น้ำตาลปีก และผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดมาวางขายตามเพิ่งซึ่งตั้งอยู่ตลอด ริมถนนวนะภูติ ซึ่งจะมีของขายมากและขายดีในวันเสาร์อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตถุกษ์ ในปัจจุบันหมู่บ้าน น้ำตาลสดมีการประชาสัมพันธ์เป็นแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดฉะเชิงเทราผ่านเว็บไซต์การท่องเที่ยวต่างๆ ผู้ประกอบการมีการสร้างแฟนเพจ facebook "น้ำตาลตาลโตนดแท้ 100% - หมู่บ้านน้ำตาลสดปากน้ำบาง คล้า" โฆษณาสินค้าน้ำตาลสดและสินค้าอื่น ๆ เช่น ขนมจาก ขนมตาล วุ้นลูกตาล ลูกตาลลอยแก้ว มีการ ประกาศจำหน่ายน้ำตาลสดขวดละ 20 – 25 บาท แต่เนื่องจากเป็นของสดเก็บไว้ได้ไม่นาน จึงไม่มีการจำหน่าย ออนไลน์ หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลที่ยืดอายุการเก็บรักษาได้ นอกจากจะจำหน่ายในพื้นที่เป็นสินค้า OTOP แล้ว แฟนเพจจะเป็นหนึ่งในช่องทางจำหน่ายที่มีประสิทธิภาพได้ในอนาคต

ปัจจัยที่เอื้อต่อการอนุรักษ์และส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนดให้มีมาตรฐานมีหลาย ประการ เช่น 1) ในชุมชนมีเกษตรกรที่ประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนดเป็นอาชีพหลัก มีการสืบทอดวัฒนธรรม ภูมิปัญญาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สร้างรายได้ให้กับครัวเรือน สร้างการพัฒนาสังคมและชุมชน เกิดความรัก ความสามัคคีของคนในชุมชนมาช้านาน 2) มีความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มอย่างเป็น รูปธรรมและชัดเจน มีคนรุ่นใหม่ในชุมชนที่มีแนวโน้มจะหันมาสืบทอดอาชีพเพิ่มขึ้น 3) ต้นตาลโตนดเป็น ผลผลิตของชุมชนปากน้ำซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยว สามารถสร้างเอกลักษณ์ พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประจำท้องถิ่นที่ ตอบสนองต่อความต้องการของคนยุคใหม่ การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม และการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

2.3 ตาลโตนด

ตาลโตนด (Borassus flabellifer Linn.) เป็นพืชตระกูลปาล์มที่สามารถขึ้นได้ในเขตร้อน มีชื่อ วิทยาศาสตร์ว่า Borasas flabellifer L. จัดอยู่ ในสกุล Borassas ชื่อสามัญว่า Palmyra Palm หรือ Toddy Palm พบโดยทั่วไปในประเทศอินเดีย ไทย พม่า ศรีลังกา และเขมร (กีย์ ทรีบุลย์, 2527 อ้างถึงใน มนสุวีร์ ไพ ชำนาญ, 2552) เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดในเอเชียตอนใต้แถบฝั่งตะวันออกของอินเดียและกระจายตัวทั่วภูมิภาค เอเชียได้แก่ อินเดีย ศรีลังกา สหภาพเมียนมาร์ กัมพูชา มาเลเชีย อินโดนีเชีย และไทย สำหรับประเทศ ไทยนั้น คาดว่ามีการปลูกตาลโตนดมาตั้งแต่ก่อนสมัยทวารวดี เพราะจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่า เมื่อประมาณพุทธศตวรรษที่ 11-16 ได้มีตราประทับรูปคนปืนต้นตาล แสดงว่าในสมัยนั้นได้รู้จักวิธีใช้ ประโยชน์จากต้นตาลแล้ว นอกจากนี้ตาลยังถูกบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรมาตั้งแต่สมัยโบราณ เช่น จารึกวัดแดนเมือง จารึกวัดศรีคูณเมือง จารึกวัดศรีเมือง จารึกวัดถ้ำสุวรรณคูหา เป็นต้น (สำนักงานเกษตร จังหวัดเพชรบุรี)

ตาลโตนดในประเทศไทยพบมากที่จังหวัดเพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ส่วนภาคใต้พบมากที่ อำเภอสทิงพระ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และภาคตะวันออกพบมากในเขตอำเภอบางคล้าจังหวัด ฉะเชิงเทรา จากการสำรวจของกรมส่งเสริมการเกษตรพบว่า สถานการณ์ปลูกตาลโตนดที่สามารถเก็บเกี่ยว ผลผลิตได้ในประเทศไทยเรียงตามลำดับเนื้อที่ปลูกมากไปหาน้อยรายจังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา เพชรบุรี นครสวรรค์ และฉะเชิงเทรา ตามลำดับ

ตาลโตนดมีชื่อเรียกกันหลายชื่อด้วยกันเช่น ตาลใหญ่ ตาลนาไทย ภาคเหนือเรียกปลีตาล ภาคใต้ เรียกโนด เขมรเรียกตะนอย มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้

ต้น: เป็นพืชลำต้นเดี่ยวไม่แตกกิ่งก้านสาขาลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้ม - ดำมีขนาดใหญ่เส้นรอบวง ประมาณ 2 - 4 ฟุตมีความสูงจากพื้นดินถึงยอดประมาณ 25 - 30 เมตร ลักษณะของเนื้อไม้เป็นไม้เนื้อแข็งมี เสี้ยนสีดำอัดกันแน่นด้านในมีใบออกที่ยอด

ใบ: มีลักษณะยาวใหญ่คล้ายพัดปลายใบแหลมสีเขียวใบมีใบย่อยเรียกว่า Segment จะแตกจาก จุด ๆ เดียวเชื่อมติดกันคล้ายรูปตัววี ลักษณะก้านใบสีเขียวเมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ขอบก้านใบมีหนามแข็ง และคม ติดอยู่เป็นแนวยาวคล้ายใบเลื่อย ความยาวประมาณ 1.5 –2 เมตร ยอดตาลประกอบด้วยใบตาล ประมาณ 25 - 40 ใบ การเรียงตัวของใบอัดกันแน่นเป็นเกลี่ยว ใบแก่จะมีสีน้ำตาลอ่อนและจะห้อยแนบกับ ลำต้น และคลุมบริเวณส่วนคอของตาล เมื่อใบแก่เต็มที่จะร่วงหล่นทั้งก้านและใบ

ราก: รากตาลเป็นเสี้ยนกลมยาว เป็นกระจุกคล้ายมะพร้าวแต่หยั่งลึกลงไปในดินและไม่แผ่ไปตาม ผิวดินเหมือนรากมะพร้าว เมื่อปลูกลงบนคันนาจึงไม่รบกวนต้นข้าว รากของตาลโตนดสามารถหยั่งลงไปในดิน ได้ลึกมาก จึงยึดกับดินได้ดี โอกาสที่จะโค่นล้มหรือถอนรากเป็นไปได้ยาก จึงมักปลูกเพื่อเป็นหลักในการแบ่ง เขตของคันนาหรือเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับดินในบริเวณทำการทดน้ำเข้านา

ดอก: สีขาวอมเหลืองออกเป็นช่อแบบช่อแยกแขนงระหว่างกาบใบ ดอกแยกเพศอยู่ต่างต้น ช่อดอกตัวผู้จะมีลักษณะเป็นงวงยาวประมาณ 30 – 40 เซนติเมตร ในแต่ละงวงจะมีดอกเล็ก ๆ ต้นผู้ต้นหนึ่ง จะมีช่อดอก 3 – 9 ช่อ ดอกตัวเมียจะออกช่อดอกหลังดอกตัวผู้เล็กน้อย ประมาณ 10 กว่าช่อ ดอกมีขนาดเล็ก และชุ่มหวานมากกว่า ในแต่ละช่อจะมีดอกน้อยกว่าตัวผู้

ผล: ผลสดแบบมีเนื้อเมล็ดเดียวผลติดเป็นกลุ่มแน่นทรงกลมสีน้ำตาลถึงม่วงเข้มปลายผลสีเหลือง ผิวมันขนาด 15 – 20 เซนติเมตร เนื้อผลเมื่อสุกจะเป็นสีเหลืองแก่ ประกอบด้วยแป้งและน้ำตาล ทะลายหนึ่งมี ผลประมาณ 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 ลึก ประมาณ 10 เซนติเมตรหลังจากนั้น 2 – 3 เดือนก็จะเริ่มงอก ในระยะแรกการเจริญเติบโตของตาลโตนดจะ เป็นไปอย่างช้า ๆ โดยเฉลี่ยแล้วปีหนึ่งจะมีใบใหม่เพิ่มขึ้นเพียง 1 ใบเท่านั้น เมื่อตาลโตนดอายุ 5 – 6 ปี ลำต้น จะสูงเพียง 1 เมตร หลังจากระยะนี้จะเป็นลำต้นยืดตัวสูงขึ้นปีละ 30 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร ดังนั้นตาลโตนด อายุ 10 – 15 ปี ระยะเริ่มให้ดอก จะมีความสูงเพียง 4 – 5 เมตร เท่านั้น การงอกของตาลโตนด เยื่อหุ้มเมล็ดหรือหน่อ (Opocolon) จะเจริญข้างล่างขณะที่ใบแรกของผล จะงอกออกมา จากนั้นส่วนที่สะสมอาหารภายในเมล็ดก็จะถูกย่อยเป็นคาร์โบโฮเดรตอย่างง่าย โดยส่วนที่สะสม อาหารของใบเลี้ยงและคาร์โบไฮเดรตก็จะถูกนำไปสร้าง Plunule และรากแขนงให้เจริญเติบโตขึ้น แมนโน เซลลูโลส (Mannocellulose) ของส่วนที่สะสมอาหารภายในเมล็ด เกิดการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลกลูโคสโดย อาศัยน้ำตาลแมนโนสเข้าช่วย

2.4 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลสด และการทำน้ำตาลโตนด

ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลสด และทำน้ำตาลโตนดตามภูมิปัญญาดั้งเดิมของไทย มีดังนี้

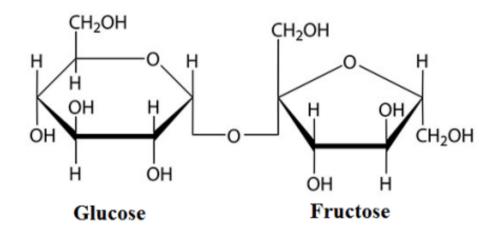
- (1) การเลือกต้นตาล ต้นตาลที่ใช้ทำน้ำตาลโตนดนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นต้นที่มีอายุ 10 ปีขึ้นไป ตาลโตนดมีช่อดอก 2 ชนิดคือ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ส่วนของดอกตัวผู้ที่แตกแขนงออกเรียกว่า "งวงตาล" ส่วนช่อดอกตัวเมียเรียกว่า "ปลีตาล" ซึ่งทั้งสองชนิดให้น้ำหวานได้โดยผ่านกรรมวิธีการปาดงวงตาลและปลี ตาล น้ำหวานนี้เรียกว่า "น้ำตาลใส" หรือ "น้ำตาลสด" ที่สามารถดื่มสดได้ทันที โดยทั่วไปเกษตรกรไม่นิยม เก็บน้ำหวานจากต้นตัวเมีย แต่จะปล่อยให้ออกจั่นติดผลเพื่อเก็บผลตาลมากกว่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) การเลือกต้นตาลคนปาดตาลจะเลือกต้นตาลที่ออกงวงหรือปลีพร้อมที่จะให้น้ำตาลได้
- (2) การนวดตาล เป็นการกระตุ้นให้ต้นตาลรีดน้ำหวานออกมาไว้ที่ดอก หรืองวงตาล ช่วยให้ได้ น้ำตาลเยอะ ซึ่งจะใช้เครื่องมือตามแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน มีลักษณะเป็นไม้ 2 ท่อน ผูกติดกันด้านหนึ่ง เหมือน ตะเกียบ หรือตัวหนีบขนาดใหญ่ ช่วงเวลาที่เหมาะในการเก็บน้ำหวานคือ หลังจากช่อดอกบานเป็นจั่นแล้ว ขนาดเท่าลูกละมุดหรือใหญ่กว่า คนทำตาลจะนำไม้นวด ขึ้นไปนวดงวงตาลบนต้นทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เป็น เวลา 5-7 วัน ให้งวงนิ่ม เมื่อนวดเสร็จต้องเอาน้ำเปล่าใส่กระบอกไม้ไผ่ แช่งวงไว้ในน้ำเพื่อเป็นการบ่มงวงตาล และป้องกันแมลงมากินก่อนการปาด
- (3) การขึ้นตาล ปาดตาล ช่วงเวลาในการเก็บน้ำตาลโตนดอยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงปลาย เดือนพฤษภาคม โดยคนปาดจะปืนขึ้นตาลวันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้ามืดกับช่วงบ่าย เพื่อปาดและรองน้ำตาล เอาไว้ในกระบอกไม้ไผ่ โดยกระบอกไม้ไผ่ที่นำมารองน้ำหวานจากงวงตาล จะต้องนำไปรมไฟเพื่อฆ่าเชื้อ และ ต้องนำไปตากให้แห้งก่อน หากใช้กระบอกเปียกจะทำให้น้ำตาลสดบูดได้ ก่อนจะรองน้ำตาลต้องใส่เศษไม้ พะยอมชิ้นเล็กๆ ลงไปเพื่อกันน้ำตาลบูด คนปาดตาลจะขึ้นไปพร้อมกระบอกไม้ไผ่ ใช้มีดกรีดที่ปลายงวงตาล เพื่อให้น้ำจากงวงไหลออกมา แล้วใช้กระบอกไม้ไผ่รองไว้ ปล่อยให้น้ำหวานไหลลงกระบอกจนถึงเช้าจึงขึ้นไป เก็บ จากนั้นก็ปาดและรองน้ำหวานต่อ ทำอย่างนี้ทุกวันเรื่อยไปจนน้ำตาลหมด โดยภายใน 1 ปี การทำน้ำตาล สด จะมีเพียงช่วงเดียว หลังจากนั้นเกษตรกรจะหยุดเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนมีฝนตกชุก และเป็นช่วงที่ต้นตาล ให้ผลผลิตน้อยลง โดยเฉลี่ยต้นตาลตัวเมียจะให้น้ำตาลสดวันละ 4-5 ลิตร ต้นตัวผู้จะให้น้ำตาลสดวันละ 3 ลิตร ต่อต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)
- (4) การต้มตาล เมื่อรองน้ำตาลลงมาจากต้นตาลแล้ว จะกรองน้ำตาลที่ได้ผ่านผ้าขาวบางใส่กระทะ ใบบัว เพื่อกรองเศษไม้พะยอมออกก่อนนำขึ้นตั้งไฟ (มักใช้เตาถ่าน) น้ำตาลที่รองมาได้จากต้นตาล หากยังไม่ได้ ผ่านการต้ม รสชาติจะหวานอ่อนๆ มีกลิ่นไหม้นิดๆ เป็นกลิ่นที่มาจากกระบอกไม้ไผ่ที่รองน้ำตาลลงมา การทำ น้ำตาลสดให้เก็บได้นานขึ้น จะต้องนำไปต้มให้พอเดือด น้ำตาลสดที่ผ่านการต้มแล้ว จะมีสีเข้มขึ้น ให้รสชาติ หวานขึ้น และมีกลิ่นหอม

(5) การทำน้ำตาลก้อน ขั้นตอนการทำน้ำตาลปึก หรือน้ำตาลปึ๊บ จะต้องเคี่ยวน้ำตาลให้เดือดอยู่ ประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำระเหยออกไปให้มากที่สุด ระหว่างต้มต้องคอยตักฟองทิ้ง จากนั้นก็เคี่ยวให้ ข้น และกลายเป็นน้ำตาลเหลว สีเข้ม จึงนำไปใส่เบ้าพิมพ์คล้ายถ้วย จะได้น้ำตาลปึก หากนำไปใส่ปื๊บก็จะได้ น้ำตาลปึ๊บน้ำตาลโตนด จะมีกลิ่นหอม และมีรสชาติกลมกล่อมกว่าน้ำตาลอ้อย และน้ำตาลมะพร้าว

2.5 สารให้ความหวาน

2.5.1 น้ำตาลซูโครส

น้ำตาลซูโครสเปนน้ำตาลโมเลกุลคูประกอบดวยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 ชนิดคือน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตสเปนผลึกสีขาวมีรสหวานซูโครสเป็นสารให้ความหวานที่ใช้กันมากเพราะมีราคาถูกโดยอาจใช้เพียง อย่างเดียวหรือใช้ผสมกับสารให้ความหวานตัวอื่น น้ำตาลซูโครสมีมีหมู่โฮดร็อกซิลจำนวนมากที่มีคุณสมบัติจับ กับน้ำไดดีจึงทำใหน้ำตาลซูโครสสามารถแตกตัวและกระจายตัวไดดีในน้ำ (ณรงค นิยมวิทย, 2538) ทำใหค่า วอเตอรแอกติวิตีของอาหารลดลง น้ำตาลซูโครสจึงใช้เป็นสารถนอมอาหารได้ ความสามารถในการปองกันการ เจริญของจุลินทรียของซูโครสขึ้นกับความเขมขน โดยน้ำตาลซูโครสประมาณรอยละ 60 สามารถปองกันการ เจริญของจุลินทรีย ขณะที่น้ำตาลซูโครสปริมาณเล็กนอยจะกลายเปนสารอาหารสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ (Lueck, 1980 อางโดยไพบุลย ธรรมรัตนวาสิก, 2532)



ภาพที่ 2.1 sucrose chemical structure ที่มา : Fatima Zahra Amchra (2018)

ตารางที่ 2.1 สารให้ความหวานที่มีการใช้ทั่วไปน้ำหนักโมเลกุลจุดเยือกแข็งและความหวานของผลิตภัณฑ์เมื่อ เปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครส

ชนิดสารให้ความหวาน	น้ำหนักโมเลกุล	แฟคเตอร์ของจุดเยือกแข็ง ที่ต่ำลง	ความหวาน สัมพัทธ์
ซูโครส	342	1.0	1.0
ซูโครส น้ำเชื่อมกลูโคส 42 DE	445	0.8	0.3
High Fructose Corn Syrup ;	190	1.8	1.0
HFCS (42% ฟรุกโทส)			
เด็กซ์โทส	180	1.9	0.8
ฟรุกโทส น้ำตาลอินเวิร์ท	180	1.9	1.7
น้ำตาลอินเวิร์ท	180	1.9	1.3
แล็กโทส	342	1.0	0.2
ซอร์บิทอล	182	1.9	0.5
กลีเซอรอล	92	3.7	0.8

แหล่งที่มา นันทพร อัคนิจ (2554)

2.5.2 ไซรัป

ไซรัปหมายถึง สารให้ความหวานที่อยู่ในรูปของเหลวเพื่อใช้แทนน้ำตาลทราย ส่วนใหญ่จะมีน้ำเป็น องค์ประกอบร้อยละ 20 – 30 (มะลิวัลย์ ไชยโย, 2554) ไซรัปมีหลายประเภท ได้แก่ กลูโคสไซรัป ฟรักโทส ไซรัปหรือน้ำเชื่อมข้าวโพด เมเปิ้ลไซรัป และไซรัปผลไม้

(1) กลูโคสไซรัป

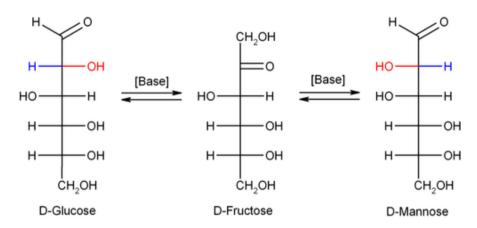
กลูโคสไซรัป หรือน้ำเชื่อมกลูโคส หรือเรียกอีกชื่อว่าแบะแซ มีลักษณะเปนของเหลวขนหนืดใส ไมมีสี เปนผลิตภัณฑที่ได จากการยอยโมเลกุลของสตาร์ซให้เล็กลง การผลิตน้ำเชื่อมกลูโคสมีวัตถุดิบหลักคือ สตาร์ซ (starch) จากแป้ง เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า นำมาผสมกับน้ำแล้วทำให้สุก (gelatinization) หลังจากนั้นน้ำแป้งสุกจะถูกย่อย (hydrolysis) ด้วยกรดหรือเอนไซม์ (enzyme) ที่ย่อย สตาร์ชได้เช่น amylase ทำให้สตาร์ซมีขนาดโมเลกุลเล็กลงน้ำเชื่อมกลูโคสที่ถูกย่อยแล้วมีส่วนประกอบเป็น น้ำตาลกลูโคส (glucose) มอลโทส (maltose) และโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) ปัจจุบันนิยมผลิต กลูโคสไซรับด้วยการย่อยด้วยเอนไซม์เนื่องจากให้ความบริสุทธ์ของกลูโคสมากกว่าการย่อยด้วยกรด

กลูโคสไซรัปใช้เป็นสารให้ความหวานเหมือนน้ำตาล ความหวานความใสและความหนืด (viscosity) ของน้ำเชื่อมกลูโคสขึ้นอยู่กับคา Dextrose Equivalent (D.E.) หรือน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย ซึ่ง โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 20 – 80 น้ำเชื่อมกลูโคสที่มีค่า DE มากจะมีปริมาณกลูโคสมากจะมีรสหวานและใสมาก ขึ้นแต่ความหนืดน้อยลง (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2010) กลูโคสไซรัปที่มีคา D.E. สูง (น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยต่ำ) จะสามารถลดความชื้นสัมพัทธสมดุล (Equilibium relative humidity, ERH) และลดการเกิดลักษณะแห่ง ของผลิตภัณฑขณะที่กลูโคสไซรัปที่มีคา D.E. ต่ำจะเพิ่มคา ERH และลดการดูดซับความชื้นของผลิตภัณฑ์

แมวากลูโคสไซรัปมีลักษณะใสไมมีสี แตจะเกิดสีไดเมื่อไดรับความรอนทั้งนี้เนื่องจากความรอน จะเปนตัวเรงปฏิกิริยาเคมีของสวนประกอบตางๆในกลูโคสไซรัป (Birch, 1977) โดยมีสารประกอบ hydroxymethylfurfural (HAF) เกิดขึ้นและเพิ่มปริมาณขึ้นพร[่]อมกับการเพิ่มขึ้นของสีในกลูโคสไซรัปใน ปฏิกิริยาเมลลารด (Ramchander and Feather, 1975) Palmer (1970) กลาววากลูโคสไซรัปสามารถนำมา ใชในสูตรอาหารเพื่อทำใหอาหารมีความหนืดหรือความคงตัว ชวยในการดูดความชื้น ชวยเพิ่มกลิ่นรส ยับยั้ง การตกผลึกหรือควบคุมขนาดของผลึก ทำใหเกิดแรงดันออสโมติกและชวยใหผลิตภัณฑมีลักษณะดีเปนมันเงา

(2) ฟรักโทสไซรัป

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



ภาพที่ 2.2 ปฏิกิริยาไอโซเมอร์ไรเซชันของกลูโคส

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 เปอร์เซ็นต์นิยมใช้เติม ในเครื่องดื่มและขนมอบ ฟรักโทสไซรัปมีรสหวานมากกว่าน้ำเชื่อมจากน้ำตาลซูโครสหรือกลูโคส ช่วยปรับปรุง เนื้อสัมผัสของอาหาร เช่น ไอศกรีม การใช้สารให้ความหวานอื่น ๆ ที่ได้จากแป้งข้าวโพด เช่น เด็กซ์โทส น้ำเชื่อมข้าวโพดฟรุกโทสสูง ยังมีความสำคัญในการผลิตอาหารสำหรับผู้ควบคุมน้ำหนักอีกด้วย (นันทพร อัคนิจ. 2554)

(3) เมเปิลไซรัป

เมเปิลไซรัปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากต้นเมเปิลซึ่งมีปริมาณน้ำตาลสูง มีต้นกำเนิดจากประเทศ แคนาดา ผลิตในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน โดยเจาะรูต้นเมเปิลและใช้สายยางดูดน้ำหวานจากต้น เมเปิล จากนั้นนำมาต้มเคี่ยวจนหมดฟองจะได้เมเปิลไซรัป มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 66 – 67 องศาบริกซ์

(4) ไซรัปผลไม้

ไซรัปผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำผลไม้มาทำให้เข้มข้น มีลักษณะเป็นน้ำตาลเหลว มี ความข้นหนืด มีกลิ่นและรสผลไม้ อาจมีลักษณะขุ่นหรือใสก็ได้ แต่ต้องมีอัตราส่วนของน้ำผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 มีปริมาณสารที่ละลายน้ำได้อย่างน้อยร้อยละ 65 มีความเป็นกรดต่ำ สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเนื่องจากมี ความเข้มข้นของน้ำตาลสูง ถ้ามีน้ำตาลน้อยกว่าร้อยละ 68 ต้องใช้สารเคมีช่วยในการเก็บรักษา ไซรัปผลไม้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นสารให้ความหวาน สารให้กลิ่นรส ตกแต่งหน้าผลิตภัณฑ์ และยังสามารถเจือจางเป็นเครื่องดื่มได้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำหวานเข้มข้น มผช.489/2547 ได้นิยามผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมหรือ น้ำหวานเข้มข้นไว้ว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมน้ำตาลกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม นำไปต้มจนได้ความ เข้มข้นตามต้องการ แต่งสี กลิ่น รส นำไปทำให้เจือจางด้วยน้ำหรือโซดาก่อนบริโภค มีคุณลักษณะที่ต้องการ คือ ต้องเป็นของเหลวข้น เนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ปราศจากผลึกน้ำตาล มีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ ที่ใช้สม่ำเสมอ มีกลิ่นรสทีดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่น หมัก กลิ่นเหม็นเปรี้ยว สารที่ละลายได้ทั้งหมดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก

2.6 วิธีการทำน้ำผลไม้เข้มข้น

การทำให้น้ำผลไม้เข้มข้นขึ้นมีประโยชน์คือช่วยถนอมอาหาร เนื่องจากสามารถยับยั้งการเจริญของ จุลินทรีย์และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบรรจุการขนส่งและการกระจายสินค้าเนื่องจากปริมาตรที่ลดลง วิธีการทำ น้ำผลไม้ให้เข้มข้นมีหลายวิธี ได้แก่

- (1) การให้ความร้อนโดยตรงคือการต้มเคี่ยวในภาชนะเป็นวิธีการที่ทำได้ง่ายแต่มีข้อด้อยคือควบคุม ความร้อนได้ยากมีการเปลี่ยนแปลงของรสชาติกลิ่นสีเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารให้กลิ่นจากการ ถูกออกซิไดส์และกรดอะมิโมจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับน้ำ ตาลรีดิวซ์ (ช่อลัดดา เที่ยงพุกและสายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2542) การระเหยแบบกระทะเปิด (pan evaporation) เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น ในการทำน้ำตาล จากน้ำหวานดอกมะพร้าว หรือตาลโตนด เช่นในพื้นถิ่นจังหวัดสมุทรสงคราม หรือเพชรบุรี โดยการเคี่ยว น้ำตาลสดจนได้เป็นน้ำตาลก้อน ใช้เวลามากกว่า 2.5 ชั่วโมง จากนั้นต้องใช้เครื่องตีให้น้ำตาลคงตัว
- (2) การทำให้เข้มข้นโดยวิธีแช่เยือกแข็งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ให้ผลดีแต่มีค่าใช้จ่ายสูงมากและทำให้ เข้มข้นได้สูงสุดเพียงร้อยละ50 (ช่อลัดดา เที่ยงพุกและสายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2542)
- (3) รีเวอร์ออสโมซิส (Reverse osmosis:RO) หรือไฮเปอร์ฟิลเตรชัน (Hyperfiltration) เป็น วิธีการแยกซับซ้อนขึ้นบางครั้งเรียกว่าการเอาน้ำออก (dewatering) เพราะวิธีนี้จะใช้การกรองผ่านเยื่อที่ยอม ให้น้ำเท่านั้นผ่านไปได้ แต่สารที่ละลายน้ำได้เช่นเกลือน้ำตาลและไอออนต่างๆที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 150 ดาลตัน (daltons) จะไม่สามารถผ่านไปได้ (ช่อลัดดา เที่ยงพุกและสายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2542)
- (4) การระเหยภายใต้ระบบสูญญากาศ (Vacuum evaporation) การแยกน้ำออกจากอาหารโดย ใช้ความร้อนเพื่อให้น้ำระเหยนั้นจำเป็นต้องใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานาน จึงอาจทำให้อาหารสูญเสียคุณภาพได้ ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นวิธีการทำให้น้ำระเหย โดยการลดอุณหภูมิลงภายใต้ความดันต่ำโดยใช้ปั้มสูญญากาศ เรียกวิธีการนี้ว่าการระเหยภายใต้ระบบสูญญากาศ ในวิธีนี้น้ำจะถูกแยกออกไปที่อุณหภูมิต่ำพอที่จะไม่ทำให้ อาหารสูญเสียคุณภาพ อาจใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 21 ถึง 50 องศาเซลเซียส (Potter; &Hotchkiss. 1997) วิธีการนี้ นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่จะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับชนิดของผลไม้ ซึ่งมีข้อจำกัดแตกต่างกัน เช่น การไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง การมีสิ่งเจือปนทำให้เกิดการอุดตัน มีความหนืดสูงเป็นต้น (Ramteke; et al. 1993)

2.7 สารให้ความคงตัว

สารให้ความคงตัว (Stabilizer) หรือสารเพิ่มความหนืดมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำเป็นผลมา จากการเกิดพันธะไฮโดรเจนและการสร้างร่างแหสามมิติในส่วนของเหลวทำให้น้ำไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ซึ่งจะ ช่วยเพิ่มความข้นหนืด และปรับปรุงความคงตัวของน้ำเชื่อมระหว่าการเก็บรักษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่ ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่

- (1) คาราจีนแนน (Carrageenan) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ซัลเฟตที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดงคือ Chrondrus crispus และ Gigartina stellata คาราจีแนนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆได้แก่แคปปา (kappa) ไอโอตา (iota) และแลมบ์ดา (lambda) แคปปาและไอโอตามีสมบัติเกิดเจลได้เมื่อมีโพแทสเซียมไอออน ส่วน แลมบ์ดาเกิดเจลไม่ได้ คาราจีแนนละลายได้ดีและมีความคงตัวที่ pH สูงกว่า 7 ถ้า pH ต่ำกว่า 7 ความคงตัวจะ ลดลงโดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในภาวะที่มีน้ำตาลความเข้มข้นสูงปนอยู่ในสารละลาย (นิธิยา, 2545) มัก ใช้ร่วมกับสารให้ความคงตัวชนิดอื่นเพื่อป้องกันการแยกตัวของน้ำระหว่างการละลาย และเพื่อให้ได้ผลเต็มที่ ควรได้รับความร้อนสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส (Andreasen and Nielsen, 1992)
- (2) อัลจิเนต (Alginate) เป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลคือ Macrocystis pyrifera, Laminaria cloustoni และ Laminaria digitata อัลจิเนตที่ผลิตทางการค้ามีหลายอนุพันธ์ เช่น อนุพันธ์ของ เกลือโซเดียมโพแทสเซียมแอมโมเนียและโพรพิลีน ซึ่งมีสมบัติการละลายในน้ำที่ต่างกัน (นิธิยา, 2545) โดยใช้ ต้องใช้ความร้อนในการละลายอัลจิเนตก่อน
- (3) อนุพันธ์ของเซลลูโลส มีการใช้กันมากในไอศกรีมในรูปโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxy methy cellulose, Na-CMC) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสอีเทอร์ อาจเรียกว่าเซลลูโลส กัม (cellulose gum) ละลายได้ในน้ำเย็นช่วยอุ้มน้ำลดการเคลื่อนตัวของน้ำทำให้อาหารมีความหนืดเพิ่มขึ้น
- (4) โลคัสบีนกัม (Locust bean gum) ได้มาจากพืชในส่วนเอนโดสเปิร์มของเมล็ดจากต้น carob หรือ locust bean (*Ceratonia siliqua*) ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นในพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่ง โลคัสบีนกัมไม่ละลายใน น้ำเย็นต้องใช้ความร้อนช่วยในการละลาย จะให้สารละลายที่มีความหนืดสูงที่สุดเมื่อได้รับความร้อนสูงถึง 95 องศาเซลเซียสแล้วจึงทำให้เย็นลง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้มีสมบัติพองตัวได้ในน้ำเย็นและนำมาใช้ใน ผลิตภัณฑ์นม (นิธิยา, 2545) โดยทั่วไปการละลายต้องใช้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 15 นาทีและจะละลายอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิพาสเจอไรส์
- (5) กัวร์กัม (Guar gum) ได้จากเอนโดสเปิร์มของเมล็ดจากต้น guar (Cyamopsis tetragonolobus) ซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่ว โครงสร้างโมเลกุลของกัวร์กัมเป็นพอลิเมอร์สายยาวของกาแล็กโท แมนแนน มีน้ำหนักโมเลกุล220,000-250,000 ดาลตัน ในโมเลกุลประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนสต่อกาแล็กโทส เป็น 2:1 มีแขนงของน้ำตาลกาแล็กโทสมากกว่าโลคัสต์บีนกัม กัวร์กัมไม่สามารถเกิดเจลได้แต่อุ้มน้ำและ กระจายตัวได้ดีในน้ำเย็น สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงและให้ความหนืดสูงสุดภายหลังเวลานาน 2 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะอุ้มน้ำได้มากขึ้นและมีความหนืดเพิ่มขึ้นด้วยจึงใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด ความหนืดของ สารละลายกัวร์กัมจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ pH เวลา ความเข้มข้น การคน และขนาดอนุภาค (นิธิยา, 2545) การ ใช้กัวร์กัมทำให้ลักษณะเนื้อมีความข้นมากแต่ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไปจะทำให้เกิดลักษณะเป็นเมือกและยาง

เนื่องจากกัวร์กัมจะไม่แตกตัวเป็นไอออน และทนต่อการเป็นกรด-เบสได้ในช่วงกว้าง คือ pH 4-10 โดยที่ความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้สามารถเติมอิเล็กโทรไลต์ได้เป็นจำนวนมาก แต่ถ้ามีความเข้มข้นของ อิเล็กโทรไลต์สูงกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลต่อการอุ้มน้ำ และการเกิดเจล กัวร์กัมจะมีความสามารถในการอุ้ม น้ำได้สูงที่สุดที่ความเป็นกรด-เบส 7.5-9.0

ผลิตภัณฑเพิ่มความขนหนืดสามารถจำแนกตามความขนหนืดได 4 ระดับ ไดแก 1. ความขนหนืด ระดับต่ำ (thin) 2. ความขนหนืดระดับน้ำเชื่อม (nectar-like) 3. ความขนหนืดระดับน้ำผึ้ง (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 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีและการเสื่อมเสียของอาหาร

อาหารประกอบด้วยน้ำอยู่ 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นน้ำที่อาหารยึดไว้เรียกว่า Bound Water จุลินทรีย์จะนำน้ำส่วนนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ค่อนข้างยาก อีกส่วนหนึ่งคือน้ำอิสระที่อยู่รอบ ๆ องค์ประกอบของ อาหาร เรียกน้ำส่วนนี้ว่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Available Water) หรือวอเตอร์แอกติวิตี จุลินทรีย์จะสามารถนำ น้ำส่วนนี้ไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2539)

ค่าวอเตอร์แอกติวิตีสามารถคำนวณได้ดังนี้ (McLaughlin and Magee, 1998)

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

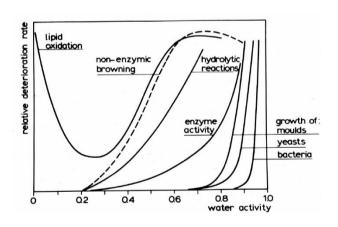
เมื่อ aw = วอเตอร์แอกติวิตี

P =ความดันไอของน้ำในอาหาร

 p_{\circ} =ความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิเดียวกัน

E.R.H = ความชื้นสัมพัทธ์ที่จุดสมดุล

อัตราของปฏิกิริยาการเสื่อมเสียในอาหารมีความสัมพันธ์กับค่าวอเตอร์แอกติวิตีดังรูป จากรูปจะ เห็นว่าเมื่อค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า 1 ปฏิกิริยาการเสื่อมเสียทางเคมีและการเจริญของจุลินทรีย์จะลดลงอย่างช้า ๆ จนถึงระดับที่ปฏิกิริยาเกือบทั้งหมดถูกยับยั้ง เช่นเดียวกับความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ส่วนใหญ่ จะถูกยับยั้งเมื่อมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า 0.35 (รัศนี ตัณฑะพานิชกุล, 2537; นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545)



ภาพที่ 2.3 ผลของค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่อความคงตัวอาหาร

ที่มา : Reaction rates in food as function of water activity (Rockland and Stewart 1981 อ้างถึงใน Ariyawansa, 2000) Food safety authority of Ireland (2019) ได้ระบุข้อมูลของค่าวอเตอร์แอกติวิตีของอาหาร ประเภทต่างๆ ไว้ดังตารางที่ 2.3 จากตารางจะเห็นได้ว่า ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของเมเปิ้ลไซรัปโดยทั่วไปอยู่ใน ระหว่าง 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
≥ 0.93 – 0.98	Cured meats Fresh breads Cheddar cheese Cold-smoked salmon
≥ 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
≥ 0.6 - 0.85	Dried fruit Jam Honey Flour
≥ 0.3 – 0.6	Biscuits Dry noodles, Dry pasta Crisps
0.4 - 0.5	Whole egg powder
≥ 0.2 - 0.3	Dried vegetables Dried soups Breakfast cereals Milk powders
≤ 0.2	Coffee powder

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

2.9 สารประกอบฟืนอลิก

สารประกอบฟินอลิก (Phenolic compounds) เป็นกลุ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสำคัญที่พบใน ผัก ผลไม้ และธัญพืชชนิดต่าง ๆ ทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สาระสำคัญต่าง ๆ ของพืช ทั้งยังมี คุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ในเชิงสุขภาพและการแพทย์อีกด้วย สารประกอบในกลุ่มนี้สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มหลักที่พบมากในพืช ได้แก่ กรดฟินอลิก (Phenolic acid) สารประกอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และ สารประกอบแทนนิน (Tannins) (Dykes และ Rooney, 2007) กลไกในการต้านอนุมูลอิสระของสารใน สารประกอบฟินอลิกมี 3 กลไก (โอภา วัชระคุปต์ และคณะ, 2549) คือ

- 1) เป็นสารคีเลต (chelating agent) ทำหน้าที่จับกับโลหะหนักที่ส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ เช่น ทองแดง และเหล็ก เป็นต้น
- 2) เป็นสารต้านออกซิเดชันโดยหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ โดยทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ ได้ อนุมูลของสารประกอบฟินอลที่มีความเสถียร
- 3) ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปวิตามินอีกลับมาใหม่ โดยจะรีดิวซ์อนุมูลของวิตามินอีกลับเป็นวิตามินอีเหมือนเดิม ทำให้ วิตามินอีสามารถทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ต่อไป

2.10 สารต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (free radical) คือ โมเลกุลที่ไม่เสถียรและว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีผลต่อการ ทำลายโมเลกุลอื่น ๆ ต่อเนื่องกันไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ อนุมูลอิสระจึงเป็นสารพิษต่อเซลล์ของร่างกาย ถ้ามีมาก ไปจะเป็นอันตรายโดยจะทำลายดีเอ็นเอ เยื่อหุ้มเซลล์ และอื่น ๆ ในระยะสั้นอนุมูลอิสระมีผลต่อการอักเสบ และการทำลายเนื้อเยื่อ ในระยะยาวมีผลต่อความเสื่อมหรือการแก่ของเซลล์ ปัจจุบันผลการศึกษาพบว่าอนุมูล อิสระมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเรื้อรังชนิดไม่ติดต่อหลายชนิด โดยเฉพาะโรคมะเร็ง (เนตรนภา, 2014)

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระโดยตรง เพื่อกำจัดอนุมูลให้หมด ไป หรือหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ไม่ให้ดำเนินต่อ โดยทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ หรือทำหน้าที่ป้องกัน กระบวนการออกซิเดชัน ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (Gordon, 2001) การตรวจวัด แอกทิวิตีที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระ (Radical scavenging methods) มีหลายวิธี ได้แก่ วิธี DPPH และวิธี ABIS เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้การกำจัดสารอนุมูลอิสระสังเคราะห์ในตัวทำละลายที่มีขั้ว เช่น เมทานอล ที่อุณหภูมิห้อง สารอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่นิยมใช้ ได้แก่ 2,2-Diphenyl -1-picrylhydrazzyl (DPPH) (Michael, 2001) โดยวิธี DPPH (DPPH assay) จะใช้อนุมูล DPPH ซึ่งมีสีม่วงเป็นสารอนุมูลอิสระ แล้ว ติดตามการกำจัดอนุมูลอิสระจากค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ที่ลดลง ซึ่งเนื่องจากสาร ต้านออกซิเดชันทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชัน หรือเกิดปฏิกิริยากับสารอนุมูลอิสระอื่น ๆ และเปลี่ยนสารสีม่วงให้ เป็นสารที่ไม่มีสี

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เรณุกา แจ่มฟ้า (2545) ทำการวิจัยการผลิตไซรัปจากน้ำตาลสดโดยใช้กรรมวิธีการผลิตที่แตกต่าง กัน 2 วิธีคือการให้ความร้อนโดยใช้กระทะเปิดและการใช้เครื่องระเหยที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 60 70 และ 80°C และศึกษาการทำให้ใส 3 วิธีคือการกรองด้วยกระดาษกรองการใช้เบนโทในท์และการใช้ผงถ่าน กัมมันต์โดยใช้น้ำตาลสดเริ่มต้นที่มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง12-14 องศาบริกซ์ และpH 4.5-5 นำมา ให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสุดท้าย 68 องศาบริกซ์ นำไซรัปน้ำตาล สดที่ได้ไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสและคัดเลือกไซรัปน้ำตาลสดที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมาก ที่สุดมาใช้เป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์โดยใช้น้ำตาลทรายในอัตราส่วนเดียวกัน พบว่าการผลิตไซรัป

น้ำตาลสดด้วยกรรมวิธี (1) การทำให้ใสโดยการใช้เบนโทในท์และให้ความร้อนโดยใช้เครื่องระเหยที่อุณหภูมิ 80°C (2) ทำให้ใสโดยใช้ผงถ่านและให้ความร้อนโดยใช้กระทะเปิดที่อุณหภูมิ 70°C และ (3) ทำให้ใสโดยใช้เบน โทไนท์และให้ความร้อนโดยใช้กระทะเปิดที่อุณหภูมิ 80°C ได้ไซรัปน้ำตาลสดที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค มากที่สุดตามลำดับ

ชิดชัย ปัญญาสวรรค์ และคณะ (2546) ทำการวิจัยพัฒนาไชรัปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองโดยการ ใช้เอนไชม์ได้พัฒนากระบวนการผลิตไชรัปเข้มข้นจากกล้วยหอมทองที่สุกเกินรับประทานสดโดยการใช้เอนไชม์ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดน้ำกล้วยหอมได้แก่เอนไชม์เพคติเนสเอนไชม์เซลลูเลสอุณหภูมิและเวลาในการ บ่มพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำกล้วยหอมคือการใช้เอนไชม์เพคติเนส 0.06 % เอนไชม์เซลลูเลส 0.13% ของเนื้อกล้วยบด (ปริมาตร/น้ำหนัก) บ่มที่อุณหภูมิ50 °C เป็นเวลา 150 นาทีแล้วทำให้น้ำกล้วยหอม เข้มข้นโดยวิธีระเหยแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 °C ไชรัปกล้วยหอมที่พัฒนาได้มีลักษณะเป็นสีเหลืองใสโดย มีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 78.10 6.44 และ 84.29 ตามลำดับมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 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 ฟรุกโตส ซูโครส และฟรุกโตโอลิโกแชคคาไรด์ 24.70, 20.06, 12.60 และ 2.25 % (น้ำหนักสด) ตามลำดับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราน้อยกว่า 25 และ 10 CFU/g ตามลำดับ ผลการทดสอบการ ยอมรับของผู้บริโภคพบว่ากลุ่มตัวอย่างให้คะแนนความชอบรวมอยูในระดับชอบเล็กน้อย

น้อกจากนี้ยังได้ส่ำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีสัดส่วนของผู้ที่เคยรับประทานน้าผึ้ง หรือไซรัปผลไม้มากกว่าร้อยละ 80 พบว่าผู้บริโภคเป้าหมาย คือกลุ่มที่มีอายุ 25-64 ปี พบว่า รูปแบบในการ รับประทานส่วนใหญ่จะใช้ผสมเครื่องดื่ม รองลงมาคือรับประทานกับแพนเค้กและขนมปังแผ่น โดยจะ รับประทานเป็นอาหารเช้า โดยบรรจุในขวดแก้วขนาด 100-300 กรัม ราคาต่อขนาด 101-200 บาท

จุฑามาศ ถิระสาโรช และเฉลิมพล ถนอมวงค์ (2548) ทำการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัด ไซรัปจากกล้วยโดยใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ การสกัดโดยการใช้ความร้อน และการสกัดโดยวิธีการ บีบอัด โดยศึกษากับกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม ทำการวิเคราะห์คุณภาพทาง กายภาพของไซรัปในด้านความขันหนืด ค่าสีความเป็นกรด-เบส วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในด้านปริมาณ โปรตีน คาร์โบเดรต เยื่อใย ไขมันปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยการให้ คะแนนความชอบ ผลการทดลองพบว่า ไซรัปที่สกัดโดยวิธีการใช้ความร้อน จะมีความข้นหนืดและความเข้ม ของสีสูงกว่าไซรัปที่สกัดโดยวิธีการใช้วิธีการบีบอัด แต่องค์ประกอบทางเคมีจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติและผลการทดสอบการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมพบว่าไซรัปจากกล้วยน้ำว้าที่สกัดโดย วิธีการใช้ความร้อนได้รับการยอมรับสูงที่สุด โดยมีคะแนนการยอมรับในระดับที่ชอบเล็กน้อย

สุคันธรส ธาดากิตติสาร (2550) ศึกษากระบวนการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมทองเพื่อเพิ่มมูลค่า กล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออกพบว่าผู้บริโภคสนใจไซรัปกล้วยหอมโดยวิธีเตรียมจากการสกัด น้ำกล้วยโดยใช้เอนไซม์เพคติเนสเข้มข้นร้อยละ 0.15 เวลาในการย่อย 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 50 °C ให้ผลผลิต น้ำกล้วยร้อยละ 62±0.72 พบว่าไซรัปกล้วยหอมทองมีสีเหลืองทองและใสมีความหนืดมีความเป็นกรดด่าง 5.0 มีองค์ประกอบโดยประมาณประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 1.98 ไขมันร้อยละ 0.86 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 71.6 เถ้าร้อยละ 3.56 พลังงาน 300 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัมโดยต้องเก็บรักษาไซรัปกล้วยหอมทองในขวดแก้วใสที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคยอมรับไซรัปกล้วยหอมทองร้อยละ 90

สุนทรี สุวรรณสิชณน์ (2553) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปโดยใช้กากน้ำตาลทรายขาว บริสุทธิ์พิเศษ (65องศาบริกซ์, pH 4.5) เป็นส่วนผสม ทำการศึกษาผลของแซนแทนกัม (0, 0.05, 0.1%) และ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสกัม (CMC) (0, 0.4, 0.8%) ต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลพบว่าการเติม แซนแทนกัม 0.05% หรือ CMC 0.4% เพียงอยางเดียวไม่มีผลต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาล (p>0.05) แต่เมื่อเพิ่มความเขมข้นของแซนแทนกัมเป็น 0.1% หรือ CMC เป็น 0.8% มีผลให้ความหนืด ความสามารถในการเกาะตัวกันและความสามารถในการยืดเป็นสายของกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นการใช้แซนแทนกัม ร่วมกับ CMC ให้ผลแบบเสริมกัน (synergistic) ในการทำให้ความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสต่างๆของกากน้ำตาล เพิ่มขึ้นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 95 คนต่อไซรัปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลที่เตรียมจาก กากน้ำตาลพบว่าตัวอย่างที่ใช้แซนแทนกัม 0.05% ร่วมกับ CMC 0.8% เป็นสารเพิ่มความข้นหนืดมีคะแนน การยอมรับด้านความหนืดรสชาติและการยอมรับโดยรวมสูงกว่าน้ำเชื่อมจากกากน้ำตาลตัวอื่น ๆและไม่ แตกต่างจากเมเปิ้ลไซรัปทางการค้า

มะลิวัลย์ ไชยโย (2554) ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของไซรัปกล้วยที่ผลิตจากน้ำตาลทรายและ น้ำตาลอ้อยโดยศึกษาการเตรียมไซรัปจากกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ที่หมักกับน้ำตาลทรายขาวน้ำตาลทรายแดง และน้ำตาลอ้อยรวม 6 สูตร ทั้งนี้ได้เตรียมไซรัปตามวิธีของภูมิปัญญาชาวบ้านและทำการศึกษาคุณภาพของ ไซรัปกล้วยทั้ง 2 ชนิดที่ผลิตได้โดยผ่านการหมักนาน 30 วัน ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดปริมาณ 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 เรื่องวิริยะชัย (2557) ทำการศึกษาปริมาณสารประกอบฟินอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ 10 ตัวอย่าง โดยทำการศึกษาปริมาณสารฟินอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu และศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-Diphenyl -1-picrylhydrazzyl (DPPH) พบว่า เครื่องดื่มน้ำผลไม้ที่นำมาทดสอบมีปริมาณฟินอลิกทั้งหมดอยู่ในระหว่าง 126 – 2765 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระอยู่ในระหว่าง 522 – 2454 ไมโครกรัมบีเอชทีต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง โดยเครื่องดื่มน้ำสมอไทยมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือ 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 µm, flow rate 1.4 ml/min ปริมาตร 20 ไมโครลิตร การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสีในระบบ CIE L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Associates Laboratory, Inc., USA) ค่า aw และความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield synchorolectic viscometer (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., USA) โดยเลือกใช้หัวเข็มขนาดเบอร์ 1 ปรับ ความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที ให้หัวเข็มหมุนเป็นเวลา 1 นาที ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และความสามารถต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลโตนดสดซึ่งใช้และไม่ใช้ไม้พะยอมเป็นวัตถุกันเสีย (ชุดควบคุม) โดยองค์ประกอบทางเคมีกายภาพของน้ำตาลโตนดสดและชุดควบคุมมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 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 พบว่าน้ำตาลโตนดสดมีค่าสูงกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากสารประกอบฟินอลิคที่พบในไม้พะยอม

David (2007) ทำการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของเมเปิ้ลไซรัป พบว่าประกอบด้วย ซูโครส กลูโคส ฟรักโทส น้ำ กรดมาลิก กรดฟูมาริก 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) ทำการแยกและวิเคราะห์คุณลักษณะของ2,3,4-trihydroxy-5-methylacetophenonenicoti-namide และ uracil จากน้ำเชื่อมปาล์มพบว่าปริมาณฟินอลิกรวม (TPC) และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (TFC) ของน้ำเชื่อมปาล์มเท่ากับ 244.70 \pm 5.77 (mg gallic acid/kg of syrup) และ 658.45 \pm 27.86 (mg quercetin/kg of syrup) ตามลำดับทำการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูล อิสระของ 2,3,4-trihydroxy-5-methylacetophenone ด้วยวิธี DPPH scavengingactivity ได้ค่า IC50 เท่ากับ20.02 \pm 0.14lM ซึ่งสูงกว่ากรดแอสคอร์บิค (IC50 = 22.59 \pm 0.30lM) และยังพบสมบัติการต้านเชื้อ แ บ ค ที เ รี ย Escherichia coli, Mycobacterium smegmatis, Staphylococcus aureus แ ล ะ Staphylococcus simulans

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด เพื่อพัฒนาความสามารถในการปรับตัว ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมและกระบวนการเรียนรู้ในพื้นที่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรม ที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมี ส่วนร่วม คัดเลือกหมู่บ้านที่มีครัวเรือนประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด รวมทั้งคัดเลือกแหล่งวัตถุดิบ น้ำตาลสดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวิเคราะห์ทั้ง คุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

<u>ตอนที่ 2</u> การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทาง โภชนาการของน้ำตาลโตนดสด กรณีศึกษา : กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

วิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้ตัวอย่างน้ำตาลโตนด โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เนื่องจากเป็นตลาดที่มีการจำหน่ายน้ำตาลโตนดจำนวนมาก ทำการเก็บรักษาตัวอย่างไว้ใน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการกรองด้วยผ้าขาวบางแยกส่วนที่เป็นตะกอนออกก่อนทำการทดลองอื่นๆ ต่อไป

2.2 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด และผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด ด้วย วิธีมาตรฐานดังต่อไปนี้

- วิเคราะห์พลังงานโดยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labelling 1993
- วิเคราะห์ไขมันโดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 922.06
- วิเคราะห์ปริมาณไขมันอื่มตัวโดยอ้างอิงจากวิธี 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

ทำการวัดความหนืดของน้ำตาลสดและไซรัปน้ำตาลสด โดยนำของเหลวปริมาตร 600 มิลลิลิตรใส่ใน บีกเกอร์แล้ววัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยใช้หัวเข็มเบอร์ (spindle number) 2 – 4 ความเร็วรอบ 100 rpm

2.4 การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ทำการวัดค่าความเป็นกรดด่างของน้ำตาลสดและไซรัปน้ำตาลสดด้วยเครื่อง pH meter

2.5 การวัดค่าสี

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

<u>ตอนที่ 3</u> การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อ สุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ทำการศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อ สุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุโดยศึกษาในประเด็น 1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย 2) รับประทานง่าย 3) ผู้ดูแลสามารถจัดหาให้รับประทานได้สะดวกและรวดเร็ว 4) สะดวกในการพกพา โดยใช้แบบสอบถาม

<u>ตอนที่ 4</u> การวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซรัปน้ำตาลโตนด วิเคราะห์คุณภาพทางประสาท สัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบจาก 1-9 คะแนน (9-point Hendonic Scale) ต่อ คุณลักษณะทั้ง 4 ประการคือ กลิ่น สี รสชาติ ความพึงพอใจโดยรวม

ทำการศึกษากระบวนการทำให้หนืดที่เหมาะสมต่อการผลิตไซรัปน้ำตาลสด โดยคำนึงถึงต้นทุน ปริมาณวัตถุดิบ และการถ่ายทอดกระบวนการสู่ชุมชนเพื่อให้ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้ โดยเลือกปริมาณ การระเหยน้ำที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ไซรัปที่มีความหนืด และความหวานที่เหมาะสม ปริมาณสารที่ละลายได้ ทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.489/2547น้ำหวาน เข้มข้น)

วิธีการทดลอง

4.1 วิธีการเคี่ยวให้งวดด้วยความร้อน

นำน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบมาผ่านการต้มให้เดือด เมื่อเย็นลงเก็บไว้ในตู้เย็นช่องปกติเป็นเวลา 1 คืน แล้วนำออกมาใส่ในภาชนะ ระเหยน้ำออกโดยการให้ความร้อนโดยตรงที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใน อัตราส่วนต่าง ๆ วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS)

4.2 วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก

นำน้ำตาลตกผลึก (น้ำตาลโตนดที่ผ่านการเคี่ยวจนงวด ตกผลึกเป็นก้อนแข็ง) มาเจือจางโดยการเติม น้ำ และนำไปให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสุดท้ายประมาณ 70-75 องศาบริกซ์ ใช้เป็น starter หรือสารเริ่มต้น

ตวง starter ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ละลายสารเพิ่มความข้นหนืดได้แก่ แซนแทนกัม คาร์บอกซี เมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัมในสัดส่วนต่าง ๆ นำไปให้ความร้อนจนกระทั่งสารละลายงวดลงเหลือปริมาตร 300 มิลลิลิตร เท่าเดิมหรือใกล้เคียง โดยควบคุม TSS สุดท้ายของทุกตัวอย่างให้อยู่ในช่วง 68 – 75 องศาบริกซ์

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบจาก 1-9 คะแนน (9-point Hendonic Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ประเมินคุณลักษณะทั้ง 4 ประการคือ กลิ่น สี ความหนืด รสชาติ ความพึงพอใจโดยรวม วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ทดสอบที่มีต่อ ผลิตภัณฑ์โดยใช้เฉลี่ย (\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 ไม่ชอบ เล็กน้อย 2.80-3.69 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 2.90-2.79 หมายถึง ไม่ชอบมาก 1-1.89 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

จากนั้นนำไซรัปตาลโตนดสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อ ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไซรัปตาลโตนดโดยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน ด้วย วิธี 9-Point Hedonic Scale

ตอนที่ 5 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไซรัปน้ำตาลโตนดเพื่อค้นหา เอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการค้าออนไลน์และการ ส่งออก โดยทำการวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) การวิเคราะห์สารประกอบฟินอลิคโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu และศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy

วิธีการทดลอง

5.1 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก

ทำการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด (Total phenolics) โดยวิธี Folin-Ciocalteu โดยดัดแปลงวิธีของ Zhou and Yu. (2004); Kubola และ Siriamornpun (2008) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟินอลิกในตัวอย่างน้ำตาลสด ถ้าสารละลายขุ่นนำไปปั่นเหวี่ยงและนำ ส่วนใสมาวิเคราะห์ โดยปีเปตส่วนใสมา 0.5 มิลลิลิตร ผสมกับสารมาตรฐาน Folin- Ciocalteu reagent 2.5 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตอิ่มตัว 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร เขย่าให้ สารละลายผสมกันแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีในที่มืด หากเกิดปฏิกิริยาสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโต มิเตอร์โดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด จากกราฟมาตรฐาน ปริมาณกรดแกลลิก

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟินอลิกในตัวอย่างไซรัป โดยชั่งตัวอย่างไซรัปน้ำตาลโตนดมา 1 กรัม ละลายในน้ำ 10 มิลลิลิตร ถ้าสารละลายขุ่นนำไปปั่นเหวี่ยงและนำส่วนใสมาวิเคราะห์ โดยปิเปตส่วนใสมา 0.5 มิลลิลิตร ทำการทดลองเช่นเดียวกับการวิเคราะห์น้ำตาลสดโดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณ สารประกอบฟินอลิกทั้งหมด จากกราฟมาตรฐานปริมาณกรดแกลลิก

5.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ทำการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity ดัดแปลงจาก วิธีของ Dasgupta และ De (2006), Kubola และ Siriamornpun (2008) โดยเตรียม 2,2 diphemyl-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 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

5.3 ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส

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

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

โครงการวิจัยใช้กระบวนการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมเพื่อผลิตนวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์ อาหารจากตาลโตนด โดยคณะผู้วิจัยมีแผนการประชุม และอบรมเชิงปฏิบัติการ กรรมวิธีการผลิตไซรัปน้ำตาล โตนดให้กับผู้ผลิต และผู้ประกอบการ ตัวแทนชุมชนที่มีอาชีพทำน้ำตาลโตนด

บทที่ 4 ผลการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้นำเสนอผลการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด จากกระบวนการวิจัย แบบผสมผสาน ทั้งผลการวิเคราะห์ทดสอบในห้องปฏิบัติการ ผลการสัมภาษณเชิงลึกของผูเชี่ยวชาญ การจัก ประชุมกลุมยอย และผลการยอมรับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด การวิเคราะหขอมูลในรูป ของตารางและแปลผลดวยการบรรยาย ดังนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มี ต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชน มีส่วนร่วม

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคม และวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัด ฉะเชิงเทรา 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 บางทองหลาง พิจารณาเลือกจาก บุคคลในพื้นที่ที่เป็นผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต ผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ประกอบอาชีพผลิต ผู้ประกอบการ จำหน่ายผลผลิต และ ผู้ประกอบการรายย่อยที่มาซื้อผลผลิต ผู้นำชุมชนที่มีบทบาทในชุมชน โดยใช้ระเบียบ วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และสำรวจบริบทของตาลโตนดในพื้นที่ตำบลปากน้ำ อำเภอปากน้ำ จังหวัด ฉะเชิงเทรา จากการสำรวจและดำเนินการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลที่ประกอบอาชีพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด ทั้งในอดีตและปัจจุบัน สรุปได้ดังนี้

1. สภาพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดของอำเภอปากน้ำในอดีตจนถึงปัจจุบัน

จากการสำรวจและการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักที่ประกอบอาชีพการผลิตจากตาลโตนดทั้งในอดีตและ ปัจจุบัน ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ สภาพการผลิตน้ำตาลในช่วงปีที่ผู้ให้สัมภาษณ์พอ ระลึกได้ ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นยุคแรกที่มีการประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดกันอย่างเพื่องฟู เป็นช่วงที่ การผลิตน้ำตาลเจริญรุ่งเรื่องถึงขีดสุด ต่อมาเป็นสภาพการผลิตน้ำตาลในช่วงกลาง ช่วงเวลานี้นับได้ว่าเป็น ช่วงเวลาที่อาชีพการผลิตน้ำตาลเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง มีจำนวนลดน้อยลง และช่วงที่สาม ได้แก่ช่วงเวลาใน ปัจจุบันของชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

ยุคแรก: ช่วงที่การผลิตน้ำตาลโตนดเจริญรุ่งเรืองถึงขีดสุด

จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักซึ่งเป็นปราชญ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการทำน้ำตาลจากตาลโตนด ได้ ข้อมูลว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2502-2529 เป็นยุคที่การทำน้ำตาลพื้นบ้านมีความเจริญรุ่งเรืองที่สุด มีการทำตาลกัน แทบทุกหลังคาเรือนตลอดลำคลองในตำบลปากน้ำ โดยทำตาลสลับกับการทำนา ในฤดูหนาวประมาณเดือน ธันวาคมไปจนถึงเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่น้ำตาลให้ผลผลิตมาก ผู้ประกอบการอาชีพนี้ บางครัวเรือนถึงกับกิน นอนอยู่ในป่าตาล หัวหน้าครอบครัวเรือนจะทำหน้าที่ขึ้นตาลเพื่อนำกระบอกน้ำตาลสดที่รองไว้ลงมาและวางไว้

ที่พื้นโดยรอบต้นตาลแต่ละต้น สมาชิกในครอบครัว ได้แก่ ภรรยาและบุตร จะทำหน้าที่มาหิ้วหรือหาบกระบอก ตาลที่มีน้ำตาลสดไปต้มเคี่ยวที่บ้าน โดยแต่ละเที่ยวจะต้องนำกระบอกไม้ไผ่เปล่ามาวางไว้ให้หัวหน้าครอบครัว เพื่อนำขึ้นไปสับเปลี่ยนกระบอกที่มีน้ำตาลลงมา น้ำตาลที่รองได้จะนำมาต้มเคี่ยวจนงวดเสร็จแล้วนำมาห่อด้วย กาบกล้วยตากแห้งเพื่อกันชื้น ชาวบ้านเรียกว่าน้ำตาลงบ สำหรับต้นตาลโตนดในรุ่นแรกที่ได้สืบทอดมาจาก บรรพบุรุษเมื่อมีลำต้นสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ ไม่เหมาะกับการขึ้นไปรองน้ำตาลแล้ว ชาวบ้านจะทำการตัดขาย มี ทหารนำรถมาบรรทุกต้นตาลไปทำเขื่อนกันน้ำในแม่น้ำบางประกงที่บางขนาก ชาวบ้านบางรายรับจ้างเลื่อยต้น ตาลราคาต้นละ 100 บาท โดยที่มีผู้ประกอบอาชีพนี้จะใช้ต้นตาลโตนดรุ่นที่สองที่ปล่อยให้ขึ้นและต้นไม่สูงมาก นักในการผลิตน้ำตาลโตนดแทน

การทำอาชีพน้ำตาลพื้นบ้านจากตาลโตนดในตำบลปากน้ำนี้มีอยู่ 2 แบบ แบบแรกคือการทำน้ำตาล บนพื้นที่ของตนเอง แบบที่สอง คือ การเช่าทำ และการจองทำในที่สาธารณะ สำหรับการเช่าทำนั้น เรียกว่า การเช่าเหมาป่า ราคาค่าเช่ามีทั้งการจ่ายเป็นเงินและการแลกด้วยน้ำตาล กรณีจ่ายด้วยเงินถ้าเช่าเหมา มีราคาป่าละ 500 บาท 800 บาท 900 บาท หรือ 1,000 บาทต่อปีโดยจะตกลงในราคาเท่าใดนั้นขึ้นอยู่ กับความหนาแน่นของจำนวนต้นตาล ในยุคนี้ผู้ที่ประกอบอาชีพทำน้ำตาลที่รู้จักเก็บออม จะมีเงินเหลือให้คน ในหมูบ้านกู้ไปใช้ลงทุนทำตาลในช่วงหมดที่ฤดูการทำนาโดยคิดดอกเบี้ยเป็นน้ำตาลสดเคี่ยวเข้มข้น

การจำหน่ายน้ำตาลและการตลาดในยุคแรก

การตลาดในยุคแรกจะมีลูกค้าที่อยู่นอกต่ำบลมารับซื้อ ทั้งที่พายเรือมารับทางแม่น้ำบางประกง และ มีโรงงานมารับซื้อไปครั้งละเป็นจำนวนมาก การจำหน่ายมีด้วยกันหลายแบบ เช่น ขายเป็นห่อ ห่อละ 1 งบ จำนวน 5 ห่อ ราคา 75 สตางค์ หรือถ้าซื้อมาก จำนวน 100 งบ (ห่อ) ราคา 8-10 บาท ต่อมาจึง เปลี่ยนมาขายเป็นกิโลกรัม เริ่มต้นจากกิโลกรัมละ 1 บาท และขึ้นราคาเรื่อยมมาเป็น 1.5 บาท 2 บาท 2.5 บาท 3 บาท 4 บาท 8 บาท ตามลำดับ การขนส่งผู้ผลิตจะหาบน้ำตาลไปส่งพ่อค้าคนกลางที่ท่าเรือ อำเภอบางคล้าทุกสัปดาห์ ในฤดูหนาวที่น้ำตาลให้ผลผลิตมากชาวบ้านจะเคี่ยวน้ำตาลเข้มข้นใส่โอ่งเก็บไว้ขาย ในช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตน้อย

ยุคที่สอง : สภาพการผลิตน้ำตาลโตนดในช่วงเริ่มเสื่อม

ในราวปี พ.ศ. 2530-2540 นับเป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงอาชีพที่เกิดขึ้นในตำบลปากน้ำ มี การโค่นต้นตาลโตนดไปเป็นจำนวนมากเพื่อทำเป็นสวนมะม่วง จึงเป็นปีที่ผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดเริ่มลดลง ถือเป็นช่วงกลางของความเสื่อมในการประกอบอาชีพนี้ คนแก่ในรุ่นแรกได้เลิกอาชีพไปตามวัย ความเจริญ เริ่มเข้ามาสู่หมู่บ้าน มีการจัดสรรที่ดินเพื่อปลูกเป็นที่อยู่อาศัย การคมนาคมสะดวกขึ้น มีถนนลาดยางตัดผ่าน หมู่บ้าน ในปี พ.ศ. 2531 มีไฟฟ้าเข้าหมู่บ้าน ได้มีการเปลี่ยนแปลงอาชีพจากการทำตาลมาเป็นการทำสวน มะม่วง และการไปประกอบอาชีพนอกหมู่บ้าน อาชีพรับจ้าหรือประกอบธุรกิจเล็ก ๆ เป็นของตนเอง เช่น ตัดเย็บเสื้อผ้า ค้าขาย เริ่มมีให้เห็นชัดเจนมาขึ้น ทรัพยากรต้นตาลเริ่มลดน้อยลง การเช่าเหมาป่ายังคงมีอยู่ แต่บางรายอาจเช่าเป็นต้น ราคาต้นละ 100 บาทต่อปี อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2532 ได้เกิดอุทกภัยน้ำ ท่วมใหญ่อีกครั้งหนึ่ง หลังจากที่เคยเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2526 น้ำท่วมครั้งนี้ส่งผลถึงให้ผู้ประกอบการอาชีพทำ สวนมะม่วง สวนผักต่าง ๆ รวมทั้งนาข้าวได้รับความเสียหาย บางรายกล่าวว่าต้นมะม่วง 30 ไร่ ตายหมด เหลืออยู่แต่ต้นตาล ชาวบ้านบางรายจึงหันมาประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดอีกครั้งหนึ่งเนื่องจากไม่ สามารถรื้อฟื้นสวนมะม่วงได้อีก

การจำหน่ายและการตลาด

การตลาดในยุคที่สองนี้ ราคาน้ำตาลได้ถีบตัวสูงขึ้นเป็นราคากิโลกรัมละ 10 บาท 12 บาท 15 บาท และ 20 บาท ส่วนน้ำตาลสดราคาปิ๊บละ 60-80 บาท พ่อค้าคนกลางที่มีรับซื้อเริ่มมีเพิ่มขึ้น มี โรงงานมารับซื้อน้ำตาลสดครั้งละจำนวนมากในบริเวณพื้นที่ 4-5 หลังคาเรือน เพื่อนำไปบรรจุขวด แต่มารับ ชื้ออยู่ได้ 2 ปีก็เลิกไป วิธีการหาลูกค้ารายต่อไปของชุมชน จึงต้องใช้วิธีการบอกต่อกันไปในหมู่บ้านผู้ทำ อาชีพเดียวกัน หากครัวเรือนใดมีน้ำตาลไม่พอต่อความต้องการของลูกค้า ก็จะบอกให้ลูกค้าไปรับน้ำตาลที่ บ้านนั้น ๆ ตามที่ได้มีการบอกกล่าวกันเอาไว้แล้ว

ยุคปัจจุบัน : สภาพการผลิตน้ำตาลสดจากตาลโตนดในปัจจุบัน

ในปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา อาจกล่าวได้ว่ายุคนี้เป็นยุคของความเสื่อมในการประกอบอาชีพผลิต น้ำตาลจากตาลโตนดอย่างแท้จริง เนื่องมาจากความเจริญที่แผ่ขยายเข้ามาในพื้นที่รอบ ๆ ชุมชน และการ เปลี่ยนแปลงการปกครองจากสุขาภิบาล มาเป็นเทศบาล คนในชุมชนเริ่มนำพื้นที่ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นมี การโค่นล้มต้นตาลเป็นจำนวนมากเพื่อทำบ่อกุ้ง ปลูกบ้าน ขายให้นายทุน คนหนุ่มสาวในหมู่บ้านเริ่มไป ทำงานโรงงาน รับราชการ ไปทำงานต่างถิ่น ด้วยเหตุนี้ ในปี พ.ศ. 2546 หน่วยงานภาครัฐและชุมชนได้ ประชุมร่วมกันเพื่อขอความร่วมมือในการอนนุรักษ์ต้นตาลโตนด ไม่ให้มีการโค่นล้ม บางครัวเรือนประสบ ปัญหาขาดทุน มีหนี้สินจากการเลี้ยงกุ้ง ก็หันกลับมาประกอบอาชีพนี้บนพื้นที่ของตนเอง ที่จะสามารถ อนุรักษ์และส่งเสริมการทำน้ำตาลพื้นบ้านให้เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนได้

ในช่วงปี พ.ศ. 2560 เป็นต้นมา เป็นยุคที่อาชีพทำน้ำตาลโตนดกลับมาเป็นที่จับตามองมากขึ้น จาก กระแสการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม มีการจำหน่ายน้ำตาลโตนดให้กับพ่อค้าคนกลาง แต่ก็ยังมีผู้ประกอบการ น้ำตาลโตนดที่ยังจำหน่ายในหมู่บ้านเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว การจำหน่ายน้ำตาลในช่วง 2-3 ปีนี้ราคาขายส่ง กิโลกรัมละ 50 บาท ขายปลีกกิโลกรัมละ 60 บาท และมีการจำหน่ายกันมากขึ้นเนื่องจากมีราคาดี วิธีการผลิต ไม่ซับซ้อน ทำให้ได้ผู้ประกอบอาชีพนี้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่เป็นการซื้อมาขายไป ผู้ที่สามารถขึ้น ตาลได้เองนั้นยังมีจำนวนน้อยอยู่ ครอบครัวหนึ่งอาจมีเพียง 1 คนและมีอายุมากขึ้นเรื่อย ๆ มีบางครอบครัวที่ ลูกหลานหันมาช่วยกิจการทำน้ำตาลสด และน้ำตาลแปรรูปบ้าง แต่ยังไม่สามารถขึ้นตาลได้

การจำหน่ายน้ำตาลและการตลาด

การตลาดในยุคปัจจุบัน พ.ศ. 2551 ราคาน้ำตาลงบหรือน้ำตาลเข้มข้นขายส่งกิโลกรัมละ 25 บาท ราคาขายปลีกกิโลกรัมละ 30 บาท และเริ่มมีการขายน้ำตาลสดกันมากขึ้น เพราะได้ราคาดี วิธีการไม่ยุ่งยาก เหมือนน้ำตาลงบที่ต้องเคี่ยวน้ำตาลเป็นเวลานาน ทำให้น้ำตาลมีปริมาณมาก ขายส่งราคาถังละ 150-200 บาท ในช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตมาก แต่ในช่วงหน้าร้อน ต้นตาลให้น้ำตาลน้อย และผู้ซื้อเป็นผู้กำหนดราคา สูงตั้งแต่ถังละ 220-250 บาท ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ซื้อ หากเปรียบเทียบกับการขายน้ำตาลในอดีต กับปัจจุบันจะพบว่า ถ้าขายน้ำตาลในอดีตได้ จำนวน 13 ถัง ราคาถังละ 80 บาทต่อวันจะรายได้วันละ ประมาณ 1,050 บาท เช่นกัน ชาวบ้านกล่าว "สมัยก่อนหาน้ำตาลมากจึงได้มาก แต่ปัจจุบันขึ้นน้ำตาลน้อย กว่า แต่สามารถหารายได้เท่าสมัยก่อน" แม้ค่าเงินในปัจจุบันจะไม่เหมือนในอดีต สินค้ามีราคาแพงขึ้น แต่ ชาวบ้านก็ยังยืนยันว่า รายได้ในปัจจุบันดีกว่าในอดีต เพราะเหนื่อยน้อยกว่า และตลาดการจำหน่ายใน ปัจจุบันของซุมชนได้ขยายมากขึ้นด้วย มีลูกค้าที่มารับน้ำตาลจากทั้งในตำบล อำเภอ และจังหวัดข้างเคียง

ปัจจุบันแหล่งท่องเที่ยวหมู่บ้านน้ำตาลสดตั้งอยู่ริมถนนวนะภูติ ระหว่างถนนบางตลาดสวนปาล์ม กับ วัดปากน้ำโจ้โล้ โดยผู้มีอาชีพทำน้ำตาลจะนำน้ำตาลสด น้ำตาลปึก และผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดมาวางขายตาม เพิงซึ่งตั้งอยู่เรียงรายตลอดริมถนนวนะภูติ ซึ่งจะมีมากและขายดีในวันเสาร์อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ นอกจากลูกค้าประจำในท้องถิ่นแล้วยังมีนักท่องเที่ยวที่สัญจรผ่านไปมา เมื่อเห็นร้านค้าปลีกเรียงรายอยู่ริมทาง จะจอดรถซื้อที่หน้าร้าน

2. พันธุ์ตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ

จากการสำรวจและสัมภาษณ์นายมนัส กล่อมเกลี้ยง นายเอก โลหะเจริญ นางสมหมาย โลหะเจริญ และผู้ใหญ่ฉ่อง แพต่วน ได้ให้ข้อมูลหลักในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่ามี พันธุ์ตาลโตนดแตกต่างไปจากที่คณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารวิชาการอยู่บ้าง ซึ่งอาจจะเกิดจาการ กลายพันธุ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) ตาลหม้อ เป็นตาลที่มีลำต้นแข็งแรง ถ้าดูจากลำต้นภายนอกไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นตาลพันธุ์อะไร นอกจากตาลต้นนั้นจะให้ผลแล้วจึงจะสามารถสังเกตได้จากผล ตาลหม้อยังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ
- 1.1) ตาลหม้อใหญ่ เป็นตาลที่ให้ผลใหญ่ ผิวดำมันแทบไม่มีสีอื่นปนเลย เวลาแก่มีรอยชืดตามแนว ยาวของผล 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 ผล จะมี 2-4 เมล็ด ใน 1 ทะลาย จะมีประมาณ 15-20 ผล ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากผลมีขนาดเล็กและเต้าที่ได้ จะมีขนาดเล็กตามไปด้วย
 - 2) ตาลไข่ ลำต้นแข็งแรง ลูกมีขนาดเล็กสีค่อนข้างเหลือง ตาลไข่แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ
- 2.1) ไข่เล็ก ลูกค่อนข้างเล็ก ใน 1 ทะลายจะมีผล 20-30 ผล เนื่องจากผลเล็กจึงทำให้เต้ามีขนาดเล็ก ตามไปด้วย จะให้ผลเมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไป
- 2.2) ไข่ใหญ่ ผลมีขนาดใหญ่กว่าไข่เล็ก สีค่อนข้างเหลือง ใน 1 ทะลายจะมีผล 10-20 ผล เต้ามีขนาด ใหญ่กว่าไข่เล็ก 1 ผลจะมี 2-3 เต้า จะให้ผลเมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไป
- 3) ตาลพันธุ์ลูกผสม มีลำต้นตรงใหญ่แข็งแรง ลูกค่อนข้างใหญ่เกือบเท่าตาลพันธุ์หม้อ มีสีดำผสม น้ำตาล (เหลืองดำ) ในผลจะมี 2-3 เต้า ให้ผลประมาณ 15-20 ผลต่อทะลาย

3. กระบวนการผลิตตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ

การผลิตตาลโตนดของชุมชนปากน้ำ มีกรรมวิธีและอุปกรณ์ที่ใช้สืบทอดกันมาตามวิถีชีวิตและภูมิ ปัญญาท้องถิ่น ซึ่งผู้ประกอบอาชีพตาลโตนดนำมาใช้รุ่นต่อรุ่นแล้วดัดแปลงตามความเหมาะสมกับพื้นที่และ การใช้งาน เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต มีดังนี้

- 1) ตะเกียบนวดงวงตาล มี 2 ชนิด ได้แก่ ตะเกียบนวดตาลตัวเมีย และตะเกียบนวดตาลตัวผู้ ทำด้วย ไม้พุทธาหรือไม้ขนุน เพราะลักษณะของไม้ทั้งสองนี้จะมีลักษณะแข็งและเหนียว
- 2) กระบอกรองน้ำตาล โดยปกติชุมชนจะใช้ไม้ไผ่สีสุกปล้องขนาดใหญ่ เป็นไม้ไผ่ที่มีอายุอย่างน้อย 3-4 ปี โดยแต่ละปล้องจะตัดข้างหนึ่งทำเป็นปากกระบอก เจาะส่วนที่เป็นกระบอกเพื่อร้อยเชือกหูกระบอก และ เมื่อนำไปรองน้ำตาลจะได้ใช้เชือกผูกไว้กับงวงตาล ซึ่งในปัจจุบันมีการเปลี่ยนมาใช้ท่อพีวีซีที่มีขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางประมาณ 3.5-4.5 นิ้ว
- 3) เชือกหูกระบอก แต่เดิมนิยมใช้เชือกที่ทำจากกาบต้นมะพร้าว หรือต้นปอกระเจา ปัจจุบันนิยมใช้ เชือกในล่อน เนื่องจากมีความคงทน ไม่ขาดง่าย
- 4) มีดปาดตาล ในสมัยอดีตชุมชนจะทำมีดปาดตาลเอง แต่ระยะต่อมามีขายในท้องตลาดทั่วไป มี ขนาดประมาณ 35-40 เซนติเมตร กว้างประมาณ 2.5-3.5 นิ้ว แล้วแต่ขนาด
- 5) พะอง ลักษณะคล้ายกับบันได ทำมาจากไม้ไผ่ทั้งต้น มีลักษณะแข็งแรง เรียวยาว ใช้พาดสำหรับ ขึ้นต้นตาลเพื่อขึ้นไปตัดงวงตาล มีความยาวแตกต่างกันตามความสูงของลำต้นตาล ประมาณ 5-15 เมตร

- 6) เชือกรัดตาล สมัยก่อนมักใช้เส้นใยจากต้นหวายหลายชนิด เช่น หวายขบ หวายนก หรือหวายขี้ไก่ นำมาตากแห้ง และแช่น้ำให้นิ่ม โดยมักจะใช้พันลำต้นตาลหลายรอบเพื่อไม่ให้ขาดได้ง่าย และมัดติดกับลำต้น ตาลโตนดให้แน่น พาดจากโคนต้นตาลไปถึงยอดตาล ปัจจุบันชาวบ้านเปลี่ยนมาใช้เชือกไนล่อน
- 7) เตาเคี่ยวตาล เป็นลักษณะเตาขนาดใหญ่ สำหรับใช้เคี่ยวน้ำตาล ก่อด้วยอิฐสีแดง และฉาบด้วยปูน ตรงส่วนกลางกระทะ จะก่อเป็นหลุมลึกเป็นช่องบรรจุถ่านหรือฟืน ด้านข้างของเตาจะเป็นท่อต่อก่อด้วยอิฐสี แดงเป็นแนวยาว เพื่อใช้บรรจุถ่านและจุดไฟ
- 8) เตารมกระบอก ทำมาจากไม้ไผ่ขึงให้เป็นสี่เหลี่ยมเพื่อใส่ฟืนและจุดไฟ ใช้สำหรับรมควันให้กระบอก ไม้ไผ่ที่ใช้รองน้ำตาลแห้ง ซึ่งในอดีตจะทำด้วยดินเหนียว สูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร
- 9) กระทะเคี่ยวน้ำตาล ใช้กระทะเหล็กขนาดใหญ่ ปากกว้างประมาณ 90 เซนติเมตร สูงประมาณ 40-50 เซนติเมตร ใช้สำหรับเคี่ยวน้ำตาล
- 10) ที่รองน้ำตาล ทำจากผ้าดิบหนาเย็บติดกับลวดวง และมีด้ามจับทำด้วยไม้ไผ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 30 เซนติเมตร ใช้ป้องกันไม่ให้น้ำตาลเดือดล้นออกมานอกกระทะ และยังใช้กรองเศษไม้พะยอม เศษ น้ำตาลที่เป็นฟอง หรือกากน้ำตาลที่ไม่ต้องการ เป็นต้น
- 11) เชื้อเพลิง ชุมชนมักจะใช้กะลามะพร้าว หรือกาบตาล เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ โดยใส่ไปในเตา ที่ใช้เคี่ยวน้ำตาล

ตอนที่ 2 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทางโภชนาการ ของน้ำตาลโตนดสด กรณีศึกษา : กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

1. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำตาลโตนดสด

ผู้วิจัยทำการเก็บน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบในชุมชนหมู่บ้านน้ำตาลสด ตำบลปากน้ำ อำเภอบาง คล้า จำนวน 3 ร้าน พบว่ามีสี ความหอม และรสชาติแตกต่างกัน ดังภาพที่ 4.1



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

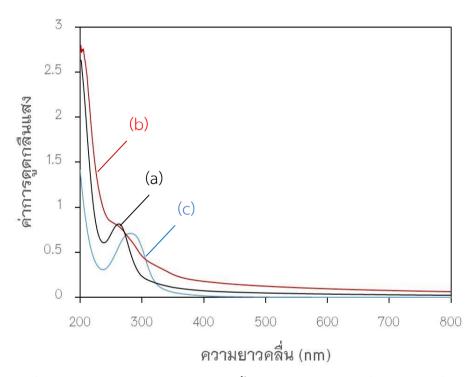
นำน้ำตาลสดทั้ง 3 ตัวอย่างไปวัดค่าสีในหน่วยL* a*b* ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE ได้ผลดังตารางที่ 4.1 จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เพื่อ แยกของแข็งขนาดใหญ่ออก และนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง นำเฉพาะส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วง ความยาวคลื่น 200 – 800 นาโนเมตร โดยไม่ได้ทำการเจือจาง ได้ผลดังภาพที่ 4.2 พบว่าแต่ละตัวอย่างมีสี

ต่างกัน และมีสเปคตรัมการดูดกลืนแสงที่แตกต่างกันโดยเฉพาะในช่วงรังสียูวี ซึ่งบ่งชี้ว่าน้ำตาลแต่ละแหล่งมี องค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน

นำตัวอย่างไซรัปที่ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid; TSS) หรือการวัด ค่าการหักเหของแสงของของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายตัวอย่างโดยใช้ refractometer อ่านค่าได้เป็นค่า การหักเหของแสงหรือองศาบริกซ์ (^OBrix) ซึ่งเป็นการหาปริมาณน้ำตาลในน้ำตาลโตนดทางอ้อมได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดค่าสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ ใน อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

	Color co-ordinates			~ 11	TGC (OD .)
	L*	a*	b*	рН	TSS (^O Brix)
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 สเปคตรัมการดูดกลืนแสงของน้ำตาลสดจาก (a) ร้านที่ 1 (b) ร้านที่ 2 และ (c) ร้านที่ 3 ใน อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดสด

ในการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการ ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดจากร้านที่ 1 ซึ่งเป็น ร้านที่ทำการขึ้นตาลและทำน้ำตาลสดด้วยตัวเอง สามารถควบคุมกระบวนการผลิตและคุณภาพวัตถุดิบให้คงที่ ตลอดระยะการวิจัยได้ น้ำตาลสดนี้เก็บลงจากต้นตาลด้วยวิธีภูมิปัญญาชาวบ้าน ผ่านการต้มให้เดือด เมื่อเย็น ลงเก็บใส่ถุงพลาสติก แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นช่องปกติอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน แล้วส่งทำการ วิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐาน โดยสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ ดังตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าน้ำตาลโตนดมีองค์ประกอบ ทางเคมีซึ่งมีปริมาณคุณค่าโภชนาการสูง มีแร่ธาตุ ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม และธาตุเหล็ก ข้อมูล โภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (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)

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหร	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	35 g	12 %
(Total carbohydrate)		
ใยอาหาร (Dietary fiber)	0 g	0 %
น้ำตาล (Sugar)	34 g	
โซเดียม (Soduim)	15 mg	1 %

^{*}ร้อยละสารอาหารที่แนะนำใหบริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต 6 ปขึ้นไป (Thai RDI) ตามบัญชีแนบ ท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2541 โดยคิดจากความต้องการพลังงานต่อวัน 2,000 กิโลแคลอรี

ตอนที่ 3 การศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อ สุขภาพ และอาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ทำการศึกษาแนวทางในการพัฒนาไซรัปตาลโตนดเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของจังหวัด ฉะเชิงเทรา โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งจากผู้ประกอบการและผู้บริโภคเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สรุป ได้ดังนี้

- 1) การแปรรูปผลิตภัณฑ์ตาลโตนดส่วนใหญ่จะประกอบกิจการในรูปแบบผู้ประกอบการรายเดียว มี เพียงส่วนน้อยที่มีการดำเนินการเป็นกลุ่มเกษตรกร ซึ่งในกลุ่มชุมชนมีเป้าหมายในการจัดตั้งกลุ่มผลิตน้ำตาล โตนดแท้ ๆ เพื่อส่งเสริมอาชีพการทำโตนด อนุรักษ์ต้นตาล คนขึ้นตาล และมีความต้องการที่จะหารายได้จาก การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของพื้นที่ สำหรับชุมชนที่ยังผลิตน้ำตาลสดแบบดั้งเดิมได้นั้นเนื่องมาจากมีความ ต้องการรักษาและอนุรักษ์ภูมิปัญญาของรุ่นพ่อแม่ เพื่อการส่งเสริมการท่องเที่ยวและรักษาความเป็นชุมชน ดั้งเดิมที่กำลังหายไป โดยพบว่าชุมชนเหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น มหาวิทยาลัยราช ภัฏราชนครินทร์ สำนักงานพัฒนาชุมชน สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ฉะเชิงเทรา ฯลฯ และภาคเอกชน ในการพัฒนากระบวนการผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ การขอเอกสารรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ และงบประมาณในการพัฒนาธุรกิจ ซึ่งชุมชนมีความต้องการในการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ มากกว่าที่จะเป็นผลิตภัณฑ์แบบเดิม ๆ
- 2) ลักษณะพฤติกรรมของผู้ซื้อ โดยทำแบบสำรวจรูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการพิจารณาตัดสินใจ ในการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด 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 เพศ ชายคิดเป็นร้อยละ 18.82

ข้อมูลทั่วไปด้านอื่นๆ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุตั้งแต่ 20-35 ปี จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อย ละ 56.47 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัท จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 71.76 และร้อยละ 24.12 ไม่ได้ประกอบอาชีพและได้เกษียณอายุจากราชการและบริษัทเอกชน รายได้ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน เดือนละ 15,000 บาทหรือต่ำกว่า จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 65.88 และส่วนใหญ่มีจำนวนสมาชิก ครอบครัว 2-3 คน จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 82.94

ตารางที่ 4.5 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม รูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการพิจารณาตัดสินใจในการ ซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด ในภาพรวม

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

ในด้านพฤติกรรมของผู้บริโภคในการพิจารณาตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด ผลการสำรวจพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจบริโภคน้ำตาลสด จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 82.94 และสนใจผลิตภัณฑ์ใหม่ สำหรับดูแลสุขภาพ จำนวน 159 คน คิดเป็นร้อยละ 93.35 โดยชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พร้อมรับประทาน จำนวน 160 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11

ตอนที่ 2 ปัจจัยในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ใหม่ของตาลโตนด

จากการสำรวจพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ประสงค์จะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ใหม่ของตาลโตนดที่เน้นถึงความ หอมหวานของรสชาติตาลโตนด จำนวน 164 คน คิดเป็นร้อยละ 95.12 ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่าไม่ควรเพิ่มการ ปรุงแต่งใดๆ เป็นจำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 95.27 ในด้านปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการ เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนดพร้อมบริโภค จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ปัจจัยประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการ เลือกซื้อ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 (S.D. = 1.09) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านราคา มีผลต่อการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนดมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.97 (S.D. = 1.14) อยู่ในระดับปาน กลาง รองลงมา คือด้านผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ย 3.84 (S.D. = 1.21) อยู่ในระดับปานกลาง ด้านการจัดจำหน่ายมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 (S.D. = 1.06) อยู่ในระดับปานกลาง ตามลำดับ

- 3) แนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตาลโตนด จากผลการศึกษาและสัมภาษณ์ชุมชนผู้ผลิตตาลโตนด คณะผู้วิจัยสรุปแนวคิดของชุมชนได้ดังนี้
- 3.1) การพัฒนาด้านผลิตภัณฑ์ ชุมชนสนใจผลิตผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดรูปแบบใหม่ให้มีรสชาติและ สีสันที่ได้จากธรรมชาติอย่างแท้จริง สะอาดและถูกสุขลักษณะ ไร้การเจือปนจากสารสังเคราะห์ทั้งสีและกลิ่น แต่ถ้ามีการปรุงแต่งก็ควรมีการเพิ่มการปรุงแต่งในผลิตภัณฑ์ต่างๆเพียงเล็กน้อย และยังคงรักษาอัตลักษณ์ของ พื้นที่ และควรมีการแสดงมาตรฐานการรับรองผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
- 3.2) การพัฒนาด้านราคา ชุมชนสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อยกระดับสินค้าให้มีมูลค่าสูงขึ้น และถ้า เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการรักษาสุขภาพหรือดูแลสุขภาพในทุกกลุ่มคน คาดว่าจะเป็นที่ต้องการในกลุ่มผู้บริโภค มากขึ้น แต่อยากให้พิจารณาต้นทุนการผลิตเป็นหลัก ถ้าขายหรือจำหน่ายได้ ก็สามารถลงทุนด้วยราคาต้นทุนที่ สูงได้ แต่ขอให้ชุมชนได้กำไร และได้ของดีมีคุณภาพ
- 3.3) การพัฒนาด้านการตลาด ชุมชนอยากให้มีช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลาย เน้นการขายสินค้า ผ่านมือถือให้เข้ากับยุคสมัย สามารถเข้าหาคนทุกวัยที่สนใจผลิตภัณฑ์รักษ์สุขภาพ

จากผลการสำรวจความต้องการของทั้งผู้ประกอบการ และผู้บริโภค สามารถสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่ เป็นที่ต้องการได้แก่ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่มีสี กลิ่น รสชาติของน้ำตาลโตนดแท้ที่ไม่ผ่านการปรุงแต่งด้วยสี และกลิ่นสังเคราะห์ มีความเป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่ มีมาตรฐานรับรอง ต้นทุนการผลิตไม่สูงอยู่ในระดับที่ ชุมชนสามารถลงทุนได้ และหากมีข้อมูลแสดงว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพได้ก็จะเพิ่มแรงจุงใจในการเลือกซื้อ

ตอนที่ 4 การวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตไซรัปน้ำตาลโตนด และการวิเคราะห์คุณภาพทาง ประสาทสัมผัส

1. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ใชรัปน้ำตาลโตนด

ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลโตนด ที่มีรูปแบบทันสมัย เก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิห้อง และตอบโจทย์ความต้องการของผู้ประกอบการและผู้บริโภค โดยใช้กระบวนการทำน้ำตาลให้เข้มข้น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) วิธีการต้มเคี่ยวน้ำตาลสด 2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก และ 3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึกและเติมสารเพิ่มความหนืด

1) วิธีการต้มเคี่ยวน้ำตาลสด

นำน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ผ่านการต้มให้เดือด เมื่อเย็นลง เก็บไว้ในตู้เย็นเป็นเวลา 1 คืน แล้วนำออกมาใส่ในภาชนะ ระเหยน้ำออกโดยการให้ความร้อนโดยตรงในกระทะ เปิดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนต่าง ๆ 3 ตัวอย่าง (A01 – A03) ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการระเหยน้ำตาลสดให้งวดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำที่ ระเหยออก (%)	ลักษณะทางกายภาพที่มองด้วยตาเปล่า	TSS (^o Brix)
A - 01	90	มีความข้นหนืดเหมือนคาราเมล	74
A - 02	80	มีความข้นหนืดใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมการค้า	70
A - 03	60	ไม่มีความหนืด	42
น้ำตาลสด	-	ไม่มีความหนืด	16

2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำตาลสดจากแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่าง กันค่อนข้างมาก คุณภาพและปริมาณของวัตถุดิบยังต่างกันไปตามฤดูกาลที่เก็บน้ำตาล โดยฤดูหนาวจะเก็บได้ มาก แต่ฤดูฝนจะเก็บน้ำตาลได้น้อย มีสิ่งเจือปนสูง การเก็บรักษาวัตถุดิบยังมีความยุ่งยากเนื่องจากต้องเก็บไว้ ในตู้เย็นตลอดเวลา และน้ำตาลจะเสียภายใน 1 สัปดาห์แม้ว่าจะเก็บในตู้เย็นแล้วก็ตาม ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ กระบวนการผลิตไซรัปด้วยวิธีเจือจางน้ำตาลตกผลึก คือนำน้ำตาลสดมาเคี่ยวจนตกผลึกเป็นของแข็งก่อน เพื่อให้สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลานาน แล้วจึงนำน้ำตาลตกผลึกนี้มาเจือจางโดยการ เติมน้ำ และเคี่ยวให้น้ำระเหยจนสารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น ทำการศึกษาตัวอย่างไซรัปน้ำตาลสดที่มีความ เข้มข้นต่างกัน 4 ตัวอย่าง (B01 – B04)

นำตัวอย่างไซรัปที่ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร มาทำการวัดความหนืดของตัวอย่างด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยใช้หัวเข็มเบอร์ 2– 4 แปรความเร็วรอบในการหมุนหัวเข็มในช่วง 0-200 รอบต่อ นาทีโดยเพิ่มความเร็วรอบขึ้นทีละ 10 รอบต่อนาทีจนกระทังค่าทอร์ก (torque) เท่ากับ 100% บันทึกค่าความ หนืด (cp) และค่า torque (%) แต่ละความเร็วรอบ (ผลการทดลองในภาคผนวก)

บันทึกค่าความหนืด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) และค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของแต่ละ ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับน้ำเชื่อมการค้า แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการวัดความหนืดตัวอย่างไซรัปน้ำตาลโตนด 4 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับน้ำเชื่อมการค้า

ตัวอย่างไซรัป น้ำตาลโตนด	ค่าความหนืด (cP)	TSS (^o Brix)	рН
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

3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึกและเติมสารเพิ่มความหนืด

จากการทดลองเจือจางน้ำตาลตกผลึกพบว่าความหนืดของไซรัปที่ได้น้อยกว่าไซรัปที่มีจำหน่ายทาง การค้า คณะผู้วิจัยจึงทดลองใช้สารเพิ่มความข้นหนืด เพื่อปรับปรุงความหนืดของไซรัปน้ำตาลโตนดให้อยู่ ในช่วงที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่าสารเพิ่มความข้นหนืดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไซรัปได้แก่แซนแทนกัม (Fryer, 1996; Manzocco, 2002) คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose; CMC) (Keyser, 1986; Bennett, 1988) โดยปริมาณแซนแทนกัมและ CMC ที่แนะนำให้ใช้มีค่าผันแปรในช่วง 0.01-1%

^{**} น้ำเชื่อมสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (ภาพในภาคผนวก)

- และ 0.3-1.75% ตามลำดับ (สุนทรี, 2553) ส่วนกัวร์กัมนั้นละลายได้ยาก และมีสีขุ่น จึงนิยมใช้ในการเพิ่ม ความหนืดของไอศกรีมงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของแซนแทนกัม กัวร์กัม และ CMC ที่มีต่อ ความหนืดและเนื้อสัมผัสของไซรัปโดยมีกระบวนการดังนี้
- 1. นำน้ำตาลตกผลึกมาเจือจางโดยการเติมน้ำ และนำไปให้ความร้อนบนเตาไฟฟ้า เพื่อระเหยน้ำออก จนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสุดท้ายประมาณ 70 องศาบริกซ์ ใช้เป็น starter หรือสารเริ่มต้น (รหัส ตัวอย่าง C-00)
- 2. ตวง starter ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ละลายสารเพิ่มความข้นหนืดในสัดส่วนดังตารางที่ 2.10 และ นำไปให้ความร้อนบน hot plate โดยกวนผสมตลอดเวลาจนกระทั่งสารละลายงวดลงเหลือปริมาตร 300 มิลลิลิตร เท่าเดิมหรือใกล้เคียง ผสมน้ำตาลโตนดสดในอัตราส่วนร้อยละ 6 กวนผสมให้เดือดต่ออีก 2-3 นาที แล้วบรรจุลงภาชนะขณะร้อน ควบคุม TSS สุดท้ายของทุกตัวอย่างให้อยู่ในช่วง 68 75 ^OBrix

ตารางที่ 4.8 ปริมาณสารเพิ่มความข้นหนืดที่ผสมในไซรัปแต่ละตัวอย่าง

สูตร	รหัสตัวอย่าง	แซนแทนกัม (%)	กัวร์กัม (%)	CMC (%)	
Starter	C - 00	-	-	-	
	C -01-01				
สูตรที่ 1	C -01-02	0.1	0.1	0.8	
	C -01-03				
	C -02-01				
สูตรที่ 2	C -02-02	0.1	0.3	0.6	
	C -02-03				
	C -03-01				
สูตรที่ 3	C -03-02	0.1	0.5	0.4	
	C -03-03				
	C -04-01				
สูตรที่ 4	C -04-02	0.1	0.7	0.2	
	C -04-03				
	C -05-01				
สูตรที่ 5	C -05-02	0.1	0.9	-	
	C -05-03				
	C -06-01				
สูตรที่ 6	C -06-02	0.1	-	-	
	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
рН	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
วอเตอร์แอคติ วิตี (a _w)	0.945	0.928	0.925	0.919	0.958	0.905	0.920	0.926
TSS (^o 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

ค่า! * 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) เมื่อนำมา เติมสารเพิ่มความขันหนืดจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระดับ Nectar – like จนถึง Spoon – thick แตกต่าง กันตามชนิดและสัดส่วนของสารเพิ่มความขันหนืด เมื่อพิจารณาจากค่าความสว่าง (L*) จะเห็นว่าเมื่อเติมสาร ขันหนืดจะทำให้ค่าความสว่างของไซรัปเพิ่มขึ้น จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ไซรัปสูตรที่ 6 มีค่าความหนืด 223.85 cp ใกล้เคียงกับไซรัปจากกากน้ำตาล ในงานวิจัยของ สุนทรี สุวรรณสิชณน์ (2553) ซึ่งมีค่าอยู่ใน ระหว่าง 200 – 300 cp และยังมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี 0.905 ซึ่งต่ำที่สุดในตัวอย่างทั้งหมด อยู่ในระดับเดียวกับ เมเปิ้ลไซรัป (ตารางที่ 2.2) แต่สูตรที่ 7 มีค่าความความหนืดมากกว่า อยู่ในระดับน้ำผึ้งหรือ Honey-like และ มีค่าความสว่างใกล้เคียงกับน้ำผึ้ง (L*, a*, b* ของน้ำผึ้ง : 67.34, 23.55, 89.81)

ไซรัปทุกตัวอย่างมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ หรือค่าความหวานเป็นไปตามมาตรฐานของไซรัปคือไม่ น้อยกว่า 60 องศาบริกซ์ ยกเว้นสูตรที่ 5 อาจเนื่องจากมีความข้นหนืดมากเกินไปทำให้ค่าที่ได้จากการทดลองมี ความคลาดเคลื่อน ไซรัปตาลโตนดสูตรที่ 2 มีค่า TSS สูงที่สุดคือ 75 องศาบริกซ์ เทียบเท่ากับน้ำเชื่อมการค้า

2. การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการของไซรัปน้ำตาลโตนด

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของไซรัปน้ำตาลโตนด สูตรที่ 7 ด้วยวิธีมาตรฐาน เช่นเดียวกับน้ำตาลโตนดสด โดยสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทาง โภชนาการ ดังตารางที่ 4.11 และ 4.12 จะเห็นได้ว่ามีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าน้ำตาลโตนดสดเนื่องจากการทำให้ เข้มข้น แต่ยังมีค่าใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมเข้มข้นที่มีวางจำหน่ายทั่วไป และมีส่วนประกอบของไขมันต่ำมาก

ตารางที่ 4.11 องค์ประกอบทางโภชนาการของไซรัปน้ำตาลโตนด สูตรที่ 7

Test Item	Units	Result
Total Calories	Kilo Calories/100 g	304
Caolies 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 Cabohydrates	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< td=""></loq<>
Moisture	g/100 g	23.92
Ash	g/100 g	0.23

ทำการวิเคราะห์โดย สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม เมื่อ 27 ส.ค. 2562

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

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหร	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	11 g	4 %
(Total carbohydrate)		
ใยอาหาร (Dietary fiber)	0 g	0 %
น้ำตาล (Sugar)	10 g	
โซเดียม (Soduim)	10 mg	0.4 %

^{*}ร้อยละสารอาหารที่แนะนำใหบริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต 6 ปขึ้นไป (Thai RDI) ตามบัญชีแนบท้ายประกาศ กระทรวงสาธารณสข พ.ศ.2541 โดยคิดจากความต้องการพลังงานต่อวัน 2,000 กิโลแคลอรี

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านลักษณะปรากฏ สี ความหนืด รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9 Points hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด, 1= ไม่ชอบมาก ที่สุด) จากผู้ทดสอบชิมซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้รับการ ฝึกฝนจำนวน 30 คน (ตารางที่ 4.13)

วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยใช้เฉลี่ย (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑค์ะแนน 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 บอกไม่ได้ ว่าชอบหรือไม่ชอบ 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 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของไซรัปน้ำตาลโตนด 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 \pm SD

พบว่าน้ำตาลทุกสูตรทุกคุณลักษณะผู้บริโภคให้ความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง – ชอบมากที่สุด ผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าชอบสูตรที่ 7 มากที่สุด เพราะมีรสอร่อย มีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์คล้ายกับคาราเมล มี ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของผู้ทดสอบเป็น 7.97 อยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมาก จากนั้นนำไซรัปตาลโตนดสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 7 มาทดสอบทางประสาท สัมผัสเพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไซรัปตาลโตนดโดยผู้ทดสอบทั่วไป 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

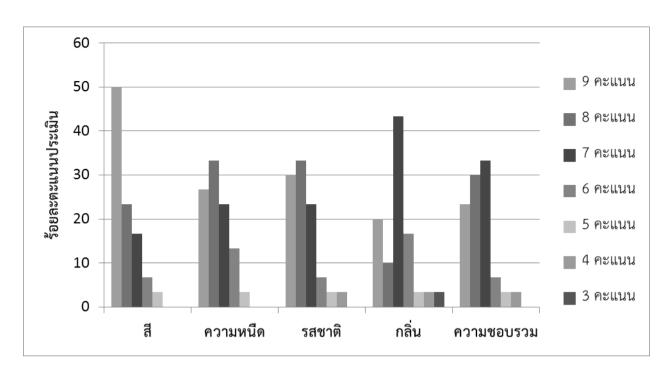
อายุ (ปี)	จำนวน	ร้อยละ
25 – 34	14	46.67
35 – 50	16	53.33
รวม	30	100.00

ตารางที่ 4.16 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประเภทน้ำหวานเข้มข้นที่รับประทานเป็น ประจำ (สามารถตอบได้หลายตัวเลือก)

อายุ (ปี)	จำนวน	ร้อยละ
น้ำผึ้ง	26	86.67
น้ำเชื่อมผสมผลไม้หรือน้ำเชื่อม แต่งกลิ่นผลไม้	10	33.33
น้ำเชื่อมเมเปิ้ลหรือน้ำเชื่อมแต่ง กลิ่นเมเปิ้ล	9	30.00
รวม	30	100.00

ตารางที่ 4.17 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ใชรัปน้ำตาลสด (n=30)

ตะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย ± S.D.	ระดับความพึงพอใจ					
वंत	8.10±1.12	ชอบมาก					
ความหนืด	7.67±1.12	ชอบมาก					
รสชาติ	7.70±1.26	ชอบมาก					
กลิ่น	7.03±1.45	ชอบปานกลาง					
ความชอบโดยรวม	7.53±1.22	ชอบมาก					



ภาพที่ 4.3 ร้อยละคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของไซรัปน้ำตาลโตนด

จากตารางที่ 2.20 และภาพที่ 2.6 ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของผู้บริโภคหลังชิม ผลิตภัณฑ์ใชรัปน้ำตาลโตนดครั้งนี้ เท่ากับ 7.53 อยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมาก โดยผู้บริโภคชอบสีของ ใชรัปมากที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 8.10 คะแนน ชอบกลิ่นน้อยที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 7.03 คะแนน ผู้บริโภคให้ความเห็นว่าชอบ เพราะมีสีสวยน่ารับประทาน รสอร่อย ไม่ต่างจากไซรัปที่มีวางขายในท้องตลาด ผู้บริโภคจำนวนหนึ่งให้ความเห็นว่าเมื่อดมกลิ่นใชรัปแล้วไม่ค่อยได้กลิ่น แต่เมื่อรับประทานแล้วจึงจะได้กลิ่น หอมหวานเป็นเอกลักษณ์ของตาลโตนด

ตอนที่ 5 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของน้ำตาลโตนด และไซรัปน้ำตาลโตนดเพื่อค้นหา เอกลักษณ์และคุณประโยชน์

1. การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

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

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

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

จากตารางจะเห็นได้ว่า น้ำผึ้งมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือ 54.06 รองลงมาคือไซรัปน้ำตาล โตนด C – 07 น้ำเชื่อมการค้า ไซรัปน้ำตาลโตนด B – 03 และ C – 01 น้ำตาลสด และต่ำที่สุดคือน้ำตาลตก ผลึกหรือน้ำตาลปึก ที่น่าสนใจคือไซรัปน้ำตาลโตนด C – 07 หรือสูตรที่มีคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส สูงสุดมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับน้ำผึ้ง

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟินอลิกทั้งหมดโดย วิธี Folin-Ciocalteu

ทำการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟืนอลิกทั้งหมด (Total phenolics) โดยวิธี Folin-Ciocalteus ได้ผลดังตาราง 4.19 ผลการทดสอบพบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณสารประกอบฟืนอลิกมากที่สุดคือน้ำตาลโตนดสด มีปริมาณ 21.40 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ส่วนผลิตภัณฑ์ใชรัปจากน้ำตาลโตนดมี ปริมาณสารฟืนอลิกทั้งหมด 7.33 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฟินอลิกทั้งหมด

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

ผลการทดลองพบว่าน้ำตาลโตนดสดมีปริมาณฟีนอลิกเทียบเท่ากับปริมาณฟีนอลิกในสารสกัดจาก น้ำตาลโตนดที่รายงานในงานวิจัยของ M.V.Reshma และคณะ (2017) ซึ่งรายงานว่ามีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 244.70±5.77 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ซึ่งถือว่าสูงเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้ ทั่วไปที่ไม่มีรสฝาด เช่น น้ำเสาวรสมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 126.19±0.10 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ในขณะที่เครื่องดื่มที่มีรสฝาด เช่น เครื่องดื่มสมอไทยมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 2,765 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง (เนตรนภา เมยกลาง, 2557) ซึ่งตรงกับรายงานของ รพีพร เอี่ยมสะอาด (2557) ซึ่งระบุว่าเป็นผลมาจากสารประกอบฟีนอลิกในไม้พะยอม ที่ใส่ในกระบอกตาล โดยน้ำตาลสดจากอำเภอบางคล้ามีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าน้ำตาลสดจากจังหวัดเพชรบุรี ที่นำมาเปรียบเทียบ กัน ส่วนไชรัปน้ำตาลโตนดมีปริมาณฟีนอลิกลดลงจากน้ำตาลสด ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับผลการวัดค่าการ ต้านอนุมูลอิสระว่าน้ำตาลตกผลึก (น้ำตาลก้อน) ที่ถูกทำให้ผ่านความร้อนในกระบวนการผลิตมีค่าการต้าน อนุมูลอิสระลดลง และตรงกับรายงานของ Jayanudin (2019) ว่าการให้ความร้อนอาจทำให้สารฟีนอลิกบาง ชนิดเปลี่ยนสภาฟไป

3. การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส

ทำการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy จากตัวอย่างน้ำตาลโตนดสดจากร้านที่ 1 น้ำตาลตกผลึก ไซรัปน้ำตาลโตนด 3 ตัวอย่าง ได้แก่ B-03 C-01 และ C-07 น้ำผึ้ง และน้ำเชื่อมการค้า โดยใช้ 2.5 mM Acarboseเป็นสารมาตรฐาน ได้ผลดังตาราง ที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส

ตัวอย่าง	% $lpha$ glucosidase Inhibition	S.D.
น้ำตาลตกผลึก	3.97	5.94
น้ำตาลสด	65.92	1.46
ใชรัปน้ำตาลโตนด B – 03	8.44	4.55
ใชรัปน้ำตาลโตนด C – 01 (สูตรที่ 1)	12.35	4.49
ไซรัปน้ำตาลโตนด 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 น้ำตาลสดมีร้อยละการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสสูงที่สุดคือ 65.92 รองลงมาคือน้ำผึ้งและน้ำเชื่อมการค้า ไซรัปน้ำตาลโตนด C – 01 B - 03 และ C – 07 และต่ำที่สุดคือน้ำตาล ผลึก จะเห็นได้ว่าการให้ความร้อนจะทำให้การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสต่ำลง แต่ได้ผลการทดลองที่เป็น ที่น่าสนใจคือน้ำตาลสดสามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีกว่าน้ำผึ้ง เมื่อรวมกับข้อมูลปริมาณ สารฟินอลิกและการต้านอนุมูลอิสระแล้วสามารถนำไปเป็นจุดขายเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดได้

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

คณะผู้วิจัยทำการประชุม และอบรมเชิงปฏิบัติการ กรรมวิธีการผลิตไซรัปน้ำตาลโตนดให้กับ ตัวแทนชุมชนที่มีอาชีพทำน้ำตาลโตนด เกษตรกร และผู้ประกอบการแปรรูปอาหาร ณ หมู่บ้านน้ำตาลสด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งได้รับความสนใจจากผู้เข้าอบรมเป็นอย่างดี ผู้เข้าอบรมมีความเห็นว่า ไซรัปมีรสอร่อย กระบวนการทำง่ายไม่ยุ่งยาก และมีความเป็นเอกลักษณ์ของน้ำตาลโตนด สามารถนำไปต่อ ยอดประกอบอาชีพได้



ภาพที่ 4.4 การอบรมเชิงปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิตไซรัปน้ำตาลโตนด ณ หมู่บ้านน้ำตาลสด

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เปนการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจากตาลโตนด จังหวัดฉะเชิงเทรา ภายใต้ แผนงาน การพัฒนาชุมชนต้นแบบเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด กรณีศึกษา : กลุ่มวิสาหกิจ ชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัด ฉะเชิงเทรา ประจำปังบประมาณ 2562 สามารถดำเนินการได้ตาม วัตถุประสงค์ และสรุปผลการวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการดำเนินการต่อไปได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจั๋ยนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบทางโภชนาการของ น้ำตาลโตนดสด จากแหล่งผลิตน้ำตาลสด 3 แหล่งในตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า น้ำตาลสดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 13 – 16 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ใน ระหว่าง 4.24 – 4.85 มีความเป็นกรดอ่อน มีค่าสีและสเปคตรัมการดูดกลืนแสงที่ต่างกัน การที่น้ำตาลสดมี ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีแตกต่างกันไปตามแหล่งวัตถุดิบ หรือร้านที่นำมาจำหน่ายนั้นอาจเป็นผลมาจาก กระบวนการเก็บน้ำตาล ตลอดจนกระบวนการทำให้เดือดก่อนนำมาบรรจุขวดหรือถุงเพื่อจำหน่าย โดยเฉพาะ สารอินทรีย์จากกระบอกไม้ไผ่ที่ใช้รองน้ำตาล ไม้เคี่ยมหรือไม้พะยอมที่ใส่ในกระบอกตาลเพื่อกันบูด ซึ่งล้วนเป็น ภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมาในแต่ละครอบครัวนั้นอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ลักษณะทางเคมีของน้ำตาล แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการพบว่าน้ำตาลโตนดมีคุณค่าโภชนาการสูง มีแร่ธาตุ ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม และธาตุเหล็ก

การวิจัยนี้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลโตนด ที่มีรูปแบบทันสมัย เก็บรักษาได้นานที่ อุณหภูมิห้อง และตอบโจทย์ความต้องการของผู้ประกอบการและผู้บริโภค โดยใช้กระบวนการทำน้ำตาลให้ เข้มข้น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) วิธีการต้มเคี่ยวน้ำตาลสด 2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก และ 3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก และ 3) วิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึกและเติมสารเพิ่มความหนืด พบว่าน้ำตาลโตนดสดเมื่อทำให้เข้มข้น จะต้องระเหยน้ำออก มากกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก จึงจะทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากกว่า 70 องศาบริกซ์ และ เนื่องจากคุณภาพของน้ำตาลสดที่เก็บได้ในแต่ละครั้งนั้นไม่เท่ากัน ในฤดูฝนจะได้น้ำตาลน้อยกว่าฤดูหนาว ใน งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองกระบวนการ 2) และ 3) เพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพวัตถุดิบตั้งต้น ได้แก่ น้ำตาลตกผลึก (หรือที่เรียกกันว่าน้ำตาลก้อน น้ำตาลปึก ฯลฯ) ได้ พบว่าวิธีการเจือจางน้ำตาลตกผลึก (น้ำตาล ก้อน) และเติมสารเพิ่มความหนืด จะได้ใชรัปที่มีความหวานและความหนืดใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมกลูโคส ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของแซนแทนกัม กัวร์กัม และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ที่มีต่อความหนืด และเนื้อสัมผัสของไซรัป พบว่าเมื่อเติมสารเพิ่มความหนืดจะทำให้ใชรัปมีความหนืดและมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น สัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ สูตรที่มีการเติมเฉพาะแซนแทนกัม ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก

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

ผลการทดสอบทางจุลชีววิทยา และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560) ต่อผลิตภัณฑ์ใชรัปตาลโตนดที่บรรจุในถุงถุงรีทอร์ทเพาช์ภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 1 – 6 เดือน ยังคงมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง

ผลการทดสอบร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ โดยทำการวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านออกซิเดชัน ด้วยวิธี DPPH พบว่าน้ำตาลโตนดสดมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 11.01 ส่วนไซรัปน้ำตาลโตนดมี เท่ากับ 46.06 สูงเทียบเท่ากับน้ำผึ้ง

ผลการวิเคราะห์สารประกอบฟืนอลิคโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu พบว่าน้ำตาลโตนดสดมีปริมาณฟื นอลิกที่ 214 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่าง ซึ่งถือว่าสูงเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้ทั่วไปที่ไม่มี รสฝาด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากสารประกอบฟืนอลิกในไม้พะยอม ที่ใส่ในกระบอกตาล ส่วนไชรัปตาลโตนดมี 73.3 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ปริมาณฟืนอลิกที่ลดลงจากน้ำตาลสดอาจเป็นจาก กระบวนการให้ความร้อนเป็นเวลานานในขั้นตอนการทำเป็นก้อน ซึ่งถ้าสามารถลดกระบวนการนี้ได้อาจทำให้ ได้ปริมาณฟืนอลิกที่สูงขึ้น

ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส พบว่าในน้ำตาลโตนดมีค่าเท่ากับ 65.92% ส่วนในไซรัปน้ำตาลโตนดมีค่าเท่ากับ 12.85% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำตาลโตนดสดมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ แอลฟากลูโคซิเดสสูง และสูงกว่าน้ำผึ้ง

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

ทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พบว่าค่าคะแนน เฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของผู้บริโภคหลังชิมผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนดเท่ากับ 7.53 อยู่ในเกณฑ์ของ ระดับความชอบมาก โดยให[้]คะแนนความชอบด้านสีของไซรัปมากที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 8.10 คะแนน คะแนนความชอบกลิ่นน้อยที่สุดคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 7.03 คะแนน

5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต

เนื่องจากกระบวนการผลิตไซรัปใช้การเจือจางน้ำตาลตกผลึก ทำให้กลิ่นที่เป็นลักษณะเฉพาะของ น้ำตาลสดจางหายไปในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน ถึงแม้ว่าในสูตรที่พัฒนาขึ้นจะมีการเติมน้ำตาลสดใน สัดส่วนร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก ในขั้นตอนสุดท้าย ก็ยังไม่สามารถได้ความพึงพอใจจากผู้บริโภคได้ หากมีการ ผลิตไซรัปน้ำตาลในชุมชน ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลสดและอุปกรณ์ขนาดใหญ่ในการผลิต อาจใช้กระบวนการต้ม เคี่ยวน้ำตาลสดจนได้ความหวานเท่ากับ 70 องศาบริกซ์ แล้วเติมสารเพิ่มความหนืดในสัดส่วนของสูตรที่ พัฒนาขึ้น จะได้ไซรัปที่มีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของน้ำตาลสดมากขึ้น โดยยังคงคุณค่าทางสุขภาพไว้เท่าเดิม

บรรณานุกรม

- กีย์ เทรบุยล์. (2527). ประเภทและกลไกการทำงานของระบบการผลิตทางการเกษตรของสะทิงพระในปัจจุบัน. โครงการววิจัยระบบการผลิตทางการเกษตร. คณะทรัพกรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขานครินทร์.
- มนสุวีร์ ไพชำนาญ (2552). ผลของการปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดสด ต่อ คุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเข้มข้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขา นครินทร์.
- จุฑามาศ ถิระสาโรช และเฉลิมพล ถนอมวงค์. (2548). การศึกษาการสกัดไซรัปกล้วย. ปัญหาพิเศษ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก. พิษณุโลก.
- ชิดชัย ปัญญาสวรรค์ และคณะ. (2547). การพัฒนาไซรัปจากกล้วยหอมโดยใช้เอนไซม์. ปริญญานิพนธ์วิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทพร อัคนิจ. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมสมุนไพร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- เนตรนภา เมยกลาง และ เฉลิม เรื่องวิริยะชัย. (2557). การหาปริมาณสารประกอบฟินอลิกและฤทธิ์การต้าน อนุมูลอิสระ ในเครื่องดื่มน้ำผลไม้. วารสารวิจัย มข. (บศ.). 14 (4). 69-79.
- ไพบูลย ธรรมรัตนวาสิก. (2532). กรรมวิธี การแปรรูปอาหาร. โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- มะลิวัลย์ ไชยโย. (2554). การเปรียบเทียบคุณสมบัติของไซรัปกล้วยที่ผลิตจากน้ำตาลทรายและน้ำตาลอ้อย สารนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- รพีพร เอี่ยมสอาด, เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์, รัฐกรณ์ จำนงผล, และ สุภาภรณ์ เลขวัตร. (2557). คุณสมบัติ ทางเคมีกายภาพและการต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลโตนด. ว. วิทย์. กษ. 45(2)(พิเศษ): 657-660.
- เรณุกา แจ่มฟ้า. (2545). การผลิตไซรัปจากน้ำตาลสด. วิทยานิพนธ์ (อุตสาหกรรมเกษตร). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- สุคันธรส ธาดากิตติสาร. (2550). การพัฒนากระบวนการผลิตไซรัปจากกล้วยหอมทองที่ไม่ได้มาตรฐานการ ส่งออก. ปริญญานิพนธ์ ปร.ด. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุนทรี สุวรรณสิชณน์. (2553). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปจากกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 18 (2). 42-55.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2532). มาตรฐานอุตสาหกรรม: น้ำหวานเข้มข้น มอก 155/2532. โรงพิมพ์โพสต์พับลิชชิ่ง จำกัด. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). มาตรฐานอุตสาหกรรมชุมชน: น้ำตาลโตนด มผช 38/2546. โรงพิมพ์โพสต์พับลิชชิ่ง จำกัด. กรุงเทพฯ.

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). มาตรฐานอุตสาหกรรมชุมชน: น้ำตาลโตนด มผช 113/2546. โรงพิมพ์โพสต์พับลิชชิ่ง จำกัด กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). มาตรฐานอุตสาหกรรมชุมชน: น้ำตาลโตนด มผช 489/2547. โรงพิมพ์โพสต์พับลิชชิ่ง จำกัด กรุงเทพฯ.
- Andreasen, T. G. and Nielsen, H. 1992. Ice Cream and Aerate 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 syruping 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.
- Gibi**ń**ski, 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 จังหวัด ฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมีส่วนร่วม ในภาพที่ ผนวก 2 ได้ทำการสัมภาษณ์ร้านลุงหม่อง ป้าสมนึก ผู้ประกอบ อาชีพขึ้นตาลและทำน้ำตาลในชุมชน สืบทอดมาตั้งแต่สมัยปู่ย่าตายาย และได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำตาลสด เพื่อการทดลองในห้องปฏิบัติการในขั้นตอนต่อไป





ภาพที่ ผนวก 3 กระบอกไม้ไผ่หรือพีวีซีที่ใช้รองน้ำตาล



ภาพที่ ผนวก 4 เส้นใยในล่อนที่ใช้กับกระบอกรองน้ำตาล





ภาพที่ ผนวก 5 เตาเคี่ยวตาลที่ทำมาจากอิฐสีแดงและฉาบด้วยปูน ใช้ฟืนและกะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง



ภาพที่ ผนวก 6 เตาที่ใช้รมควันเพื่อทำให้กระบอกไม้ไผ่หรือพีวีซีแห้ง



ภาพที่ ผนวก 7 กระทะเหล็กขนาด 90 เซนติเมตร สำหรับเคี่ยวน้ำตาล



ภาพที่ ผนวก 8 ที่กรองน้ำตาลทำจากผ้าดิบเย็บติดกับลวดวง และมีด้ามจับทำด้วยไม้ไผ่



ภาพที่ ผนวก 10 กะลามะพร้าว และกาบตาลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเคี่ยวน้ำตาล





ภาพที่ ผนวก 11 น้ำเชื่อมสำเร็จรูปที่ใช้ในงานวิจัย

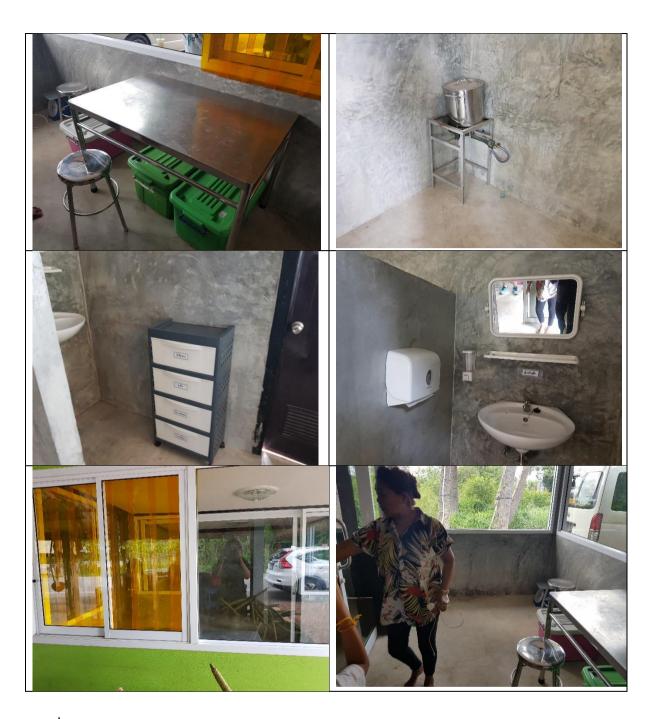




ภาพที่ ผนวก 12 ตัวอย่างไซรัปน้ำตาลโตนด (ภาพเรียงจากซ้ายไปขวา ตัวอย่าง B-04B-03 และ B-02) ผลิต ในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งต้องใช้ตัวอย่างไซรัปมากกว่า 500 มิลลิลิตร ในการวัด ความหนืด



ภาพที่ ผนวก 13 การพัฒนาส่งเสริมสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ในการพัฒนาการตลาด สำหรับสติกเกอร์ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์น้ำตาลสด



ภาพที่ ผนวก 14 การพัฒนาส่งเสริมสนับสนุนจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทราร่วมกับภาคเอกชน ในการพัฒนาโรงเรือนการผลิตให้มีมาตรฐานโรงเรือนที่ดี

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



ภาพที่ ผนวก 15 การทดสอบทางประสาทสัมผัส ไชรัปน้ำตาลโตนด 3 สูตร จากผู้ทดสอบชิม มีการแจกขนม ปังรสจืด และน้ำดื่มพร้อมกับตัวอย่าง



ภาพที่ ผนวก 16 ผู้ทดสอบชิมตอบแบบสอบถามผ่าน goog;e form

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



ภาพที่ ผนวก 17 กิจกรรมการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี



ภาพที่ ผนวก 18 กิจกรรมการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี

ในเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี กรรมวิธีการผลิตไซรัปน้ำตาลโตนดให้กับตัวแทนชุมชนที่มีอาชีพทำน้ำตาลโตนด เกษตรกร และผู้ประกอบการ แปรรูปอาหาร ณ หมู่บ้านน้ำตาลสด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ผู้ประกอบการที่มีอายุน้อย ให้ความ สนใจผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ บรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างจากที่มีวางจำหน่ายตามท้องตลาด และให้ความเห็น ว่าไซรัปน้ำตาลโตนดมีความอร่อย สามารถต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้อีกหลายรูปแบบ





ภาพที่ ผนวก 19 ผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด เผยแพร่ที่หมู่บ้านน้ำตาลสด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

หลังจากการอบรมเชิงปฏิบัติการในเดือนธันวาคม 2562 แล้ว ผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนดจาก งานวิจัยได้มีการวางจำหน่าย ณ ร้านสมนึกน้ำตาลสด ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา



แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป											
โปรดเติมเครื่องหมาย 🗌 ลงใน ()	หน้าข้อค	าวาม ตา	เมความ	เป็นจริง							
1. เพศ											
🗆 ชาย 🗆 หญิง											
อายุ											
15- 24 ปี	25-34 เ็	اً ا		35-50	ว ปี		🗌 มา	กกว่า 5	0 ปี		
3. ในตัวเลือกต่อนี้ ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ชนิดใด (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)											
🗌 น้ำเชื่อมเมเปิ้ลหรือน้ำเชื่อ	มแต่งกลิ่	นเมเปิ้ล									
🗌 น้ำเชื่อมผสมผลไม้หรือน้ำเ	์ ชื่อบแต่ง	າກລິ່ນผล	ไข้								
ส่วนที่ 2 กรุณาประเมินความชอบและ พร้อมทั้งให้ระดับคะแนนความชอบและ ท่าน โดยกำหนดระดับคะแนนความชอ 1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่	ะความรู้ บ โดยใช ม่ชอบมา	สึกที่มีต่อ ช้เครื่องน เก	อผลิตภัญ หมาย ✔ 3	นฑ์ในแต ในตา ไม่ชอบ	ก่ละลักษ ราง ปานกล	ู ่ณะคุณ					
4 ไม่ชอบเล็กน้อย 5 เล	•										
7 ชอบปานกลาง 8 ช	อบมาก		9	ชอบมา	ากที่สุด						
d											
สูตรที่ 1		I	T	T							
คุณลักษณะ ระดับความพึงพอใจ	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
व											
ความหนืด											
รสชาติ											
กลิ่น											
ความชอบโดยรวม											

สูตรที่ 2

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

สูตรที่ 3

N .									
คุณลักษณะ ระดับความพึงพอใจ	9	8	7	6	5	4	3	2	1
वैद									
ความหนืด									
รสชาติ									
กลิ่น									
ความชอบโดยรวม									

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาลโตนด ผ่าน google form

น้ำตา	ลไซร้	ป									3. ท่านรับ	ประทานผล่	าิตภัณฑ์ใ	าต่อไปนี้ (เ	คอบได้มาค	ากว่า 1 ซัย) *			
* Required											น้าตึง									
											น้ำเชื่อมเมเปิลหรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นเมเปิล น้ำเชื่อมผสมมลใม้หรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นผลใม้									
ส่วนที่ 1 ข้อ: โปรดเติมเครื่อง	มูลทั่วไปข เหมาย ส	องผู้ตอบแ ฟน () หน้	เบบสำรวจ เาข้อความ ต	ามความเป็นจ	i\$4							UNMINNIII	NH TO M IS D	2000014116100	P401034					
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ โปเตเต็มเจร็อหมาย ลเน็น () หน้าข้องาม ตามเงามเป็นจริง									ส่วนที่ 2 กรุณาประเมินความชอบและความรู้สึกที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามลำดับตัวอย่าง เสนอ พร้อมทั้งให้ระดับคะแนนความชอบและความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละลักษณะคุณภาพ ความรู้สึกของท่าน โดยกำหนดระดับคะแนนความชอบ											
		. ,									1 ไม่ชอบมา 4 ไม่ชอบเล็ก 7 ชอบปานก	ห์สุด 2 ไม่จ น้อย 5 เฉย	รอบมาก เๆ 6 จ	3 ใม่ชอบเ รอบเล็กน้อย 9 ชอบมาค	านกลาง					
1. เพศ *											7 0000 1471	N 14 0 00	DAI IFI	9 000M IF	inda					
🔾 ชาย											คุณลักษถ	fr								
О หญิง												9	8	7	6	5	4	3	2	1
											គី	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. อายุ *											ความ หนืด	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-2	4 U										иче									
คุณลักษณ	ž																			
	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
สี	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
ความ	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
หนืด	0	0		0	0		0													
รสชาติ	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
กลิ่น	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
ความ ชอบรวม	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
Submit																				
This con	tent is neitl	her created	I nor endor:			Abuse - Te	rms of Serv	vice - Privac	cy Policy											
				·	_															

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอด	
			โครงการ	
1. เพื่อศึกษา	- ศึกษาสภาพการ	ศึกษาสภาพการ	1. ข้อมูลสภาพการ	
องค์ประกอบทางเคมี	ประกอบอาชีพทำน้ำตาล	ประกอบอาชีพทำน้ำตาล	ประกอบอาชีพทำ	
ฤทธิ์ทางชีวภาพของ	โตนดการเปลี่ยนแปลง	โตนดการเปลี่ยนแปลง	น้ำตาลโตนดการ	
น้ำตาลโตนด และ	ทางสังคมและวัฒนธรรม	ทางสังคมและวัฒนธรรม	เปลี่ยนแปลงทางสังคม	
ผลิตภัณฑ์แปรรูปจาก	ที่มีต่ออาชีพการทำ	ที่มีต่ออาชีพการทำ	และวัฒนธรรมที่มีต่อ	
น้ำตาลตาลโตนดจังหวัด	น้ำตาลจากตาลโตนดใน	น้ำตาลจากตาลโตนดใน	อาชีพการทำน้ำตาล	
ละเชิงเทรา เป็นการเพิ่ม	ชุมชนตำบลปากน้ำ	ชุมชนตำบลปากน้ำ	จากตาลโตนดในชุมชน	
มูลค่าแก่น้ำตาลโตนดใน	อำเภอบางคล้าจังหวัด	อำเภอบางคล้าจังหวัด	ตำบลปากน้ำอำเภอบาง	
ด้านการเป็นผลิตภัณฑ์	ฉะเชิงเทราโดยชุมชนมี	ฉะเชิงเทราโดยชุมชนมี	คล้าจังหวัดฉะเชิงเทรา	
เพื่อสุขภาพ	ส่วนร่วม	ส่วนร่วม	2. ข้อมูลองค์ประกอบ	
2. เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์	- คัดเลือกหมู่บ้านที่มี	คัดเลือกหมู่บ้านที่มี	ทางโภชนาการของ	
น้ำตาลโตนดแบบเข้มข้น	ครัวเรือนประกอบอาชีพ	ครัวเรือนประกอบอาชีพ	น้ำตาลโตนดสด สมบัติ	
หรือน้ำเชื่อมไซรัปจาก	ผลิตน้ำตาลจาก	ผลิตน้ำตาลจาก	ทางกายภาพ และฤทธิ์	
ตาลโตนดจังหวัด	ตาลโตนด	ตาลโตนด ได้แก่ หมู่บ้าน	ทางชีวภาพ (กิจกรรม	
ฉะเชิงเทราเพื่อให้ได้		น้ำตาลสด อำเภอบาง	ของสารต้านออกซิเดชัน	
ผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนด		คล้า	ปริมาณสารประกอบฟี	
ในรูปแบบใหม่ที่ทันสมัย	- วิเคราะห์องค์ประกอบ	ศึกษาสมบัติทาง	นอลิกรวม และฤทธิ์การ	
ยืดอายุการเก็บรักษาได้	ทางเคมีของน้ำตาลโตนด	กายภาพของน้ำตาลสด	ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา	
นานขึ้น	สดด้านปริมาณไขมัน	ในแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ	กลูโคซิเดส) ของน้ำตาล	
3. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ	ปริมาณโปรตีน ปริมาณ	ได้แก่ ค่าสีในระบบ CIE	สดที่สามารถเพิ่มมูลค่า	
ทางประสาทสัมผัสของ	ความชื้น ค่ากรด-ด่าง	L* a* b* สเปคตรัมการ	ให้กับผลิตภัณฑ์ในแง่	
ผลิตภัณฑ์ไซรัปน้ำตาล	ปริมาณของแข็งที่ละลาย 	ดูดกลืนแสง ปริมาณ	การเป็นอาหารเพื่อ	
โตนด และศึกษาความพึ่ง	ได้ปริมาณน้ำตาลชนิด	ของแข็งที่ละลายได้	สุขภาพ	
พอใจของผู้บริโภคต่อ	ต่าง ๆ ด้วยเครื่องHPLC	ทั้งหมด	3. ผลการศึกษาความ	
ผลิตภัณฑ์	การวิเคราะห์ด้าน	ทำการศึกษา	ต้องการของกลุ่มบริโภค	
	กายภาพ ได้แก่ ค่าสีใน	องค์ประกอบทาง	และความเป็นไปได้ของ	
	ระบบCIE L* a* b* ค่า	โภชนาการของน้ำตาล	ตลาดผลิตภัณฑ์อาหาร	
	ความหนืดด้วยเครื่อง	โตนดสด เช่น ปริมาณ	เพื่อสุขภาพ และอาหาร	
	viscometer	พลังงาน ปริมาณไขมัน	สำหรับผู้สูงอายุ	
		ปริมาณโปรตีน ปริมาณ	4. เทคโนโลยีพร้อมใช้	
		คาร์โบไฮเดรตและ	ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	
		น้ำตาล ปริมาณความชื้น	ไซรัปน้ำตาลโตนด	

<u> </u>		
วิเคราะห์กิจกรรมของ สารต้านออกซิเดชันด้วย วิธี 2, 2-Diphenyl-1- picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) ปริมาณ สารประกอบฟินอลิกโดย วิธี Folin-Ciocalteau ศึกษาฤทธิ์การยับยั้ง เอนไซม์แอลฟากลูโคซิ เดสของน้ำตาลโตนดด้วย เทคนิค UV-Visible	ฯลฯ เพื่อทำการออก ฉลากโภชนาการ โดย สถาบันอาหาร กระทรวง อุตสาหกรรม วิเคราะห์กิจกรรมของ สารต้านออกซิเดชันด้วย วิธี 2, 2-Diphenyl-1- picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) ปริมาณ สารประกอบฟินอลิกโดย วิธี Folin-Ciocalteau ศึกษาฤทธิ์การยับยั้ง เอนไซม์แอลฟากลูโคซิ เดสของน้ำตาลโตนดด้วย เทคนิค UV-Visible	5. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ แปรรูปน้ำตาลสด (ไชรับน้ำตาลโตนด) ที่มี รูปแบบที่ทันสมัย ยืด อายุการเก็บรักษา สร้าง มูลค่าเพิ่มแก่น้ำตาล โตนด 6. ผลการวิเคราะห์ สมบัติทางกายภาพและ ฤทธิ์ทางชีวภาพ (กิจกรรมของสารต้าน ออกซิเดชัน ปริมาณ สารประกอบฟันอลิ กรวม และฤทธิ์การ ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา กลูโคซิเดส) ของไซรัป น้ำตาลโตนด ข้อมูล
ด้วยวิธีของ Ahrmed และคณะ ศึกษาความต้องการของ กลุ่มบริโภคและความ เป็นไปได้ของ ตลาด ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อ ผู้สูงอายุศึกษาความ ต้องการของกลุ่มบริโภค และความเป็นไปได้โดย ศึกษาในประเด็น 1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย 2) รับประทานง่าย 3) ผู้ดูแลสามารถจัดหาให้ รับประทานได้สะดวก และรวดเร็ว 4) สะดวก ในการพกพาฯลฯ รวมทั้ง ศึกษาแนวทางการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็น นวัตกรรมใหม่	ด้วยวิธีของ Ahrmed และคณะ ศึกษาความต้องการของ กลุ่มบริโภคและความ เป็นไปได้ของตลาด ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อ สุขภาพ และอาหาร สำหรับผู้สูงอายุใน ประเด็นที่เกี่ยวข้องโดย ทำการเก็บข้อมูลทั้งจาก ผู้ประกอบการและ ผู้บริโภคเพื่อเป็นข้อมูล ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	น้ำตาลโตนดเพื่อทำการ ออกฉลากโภชนาการ โดยสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม รวมทั้งผลการทดสอบ ความพึงพอใจของ ผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ไซรัปตาลโตนด 7. หลักสูตรฝึกอบรม เชิงปฏิบัติการ การ พัฒนาผลิตภัณฑ์ไซรัป น้ำตาลโตนด

ดำเนินการศึกษาพัฒนา ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็น นวัตกรรมที่สามารถ รักษาสภาพคุณค่าทาง โภชนาการ รสชาติอร่อย เก็บได้นาน และเพิ่ม มูลค่า ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ อาหารไซรัปน้ำตาลสด จำนวน 1 ผลิตภัณฑ์ ท ด ส อ บ ส ม บั ติ ท า ง กายภาพและฤทธิ์ทาง ชีวภาพของไซรัปน้ำตาล เช่นเดียวกับน้ำตาลสด	ดำเนินการวิจัยพัฒนา สูตรและกระบวนการ ผลิตไซรัปน้ำตาลโตนด โดยใช้กระบวนการทำ น้ำตาลให้เข้มข้น 3 รูปแบบได้แก่ 1) วิธีการ ต้มเคี่ยวน้ำตาลสด 2) วิธีการเจือจางน้ำตาลตก ผลึก และ 3) วิธีการเจือ จางน้ำตาลตกผลึกและ เติมสารเพิ่มความหนืด ได้ใชรัปน้ำตาลโตนดจาก วิธีที่ดีที่สุดคือวิธีที่ 3) รวมทั้งหมด 7 สูตร ทดสอบสมบัติทาง กายภาพและฤทธิ์ทาง ชีวภาพ (กิจกรรมของ สารต้านออกซิเดชัน ปริมาณสารประกอบฟี นอลิกรวม และฤทธิ์การ ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา กลูโคซิเดส) ของไซรัป น้ำตาลสด ทำการศึกษา องค์ประกอบทาง โภชนาการของซรัป น้ำตาลโตนดเพื่อทำการ	
การวิเคราะห์คุณภาพ ทางประสาทสัมผัสด้วย วิธีการให้คะแนนแบบ 9 Points hedonic scale ต่อคุณลักษณะทั้ง 4 ประการได้แก่ สี ความ	การวิเคราะห์คุณภาพ ทางประสาทสัมผัสด้วย วิธีการให้คะแนนแบบ 9 Points hedonic scale ต่อคุณลักษณะทั้ง 4 ประการได้แก่ สี ความ	

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

นวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเชิงสร้างสรรค์ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลจากตาลโตนด จังหวัดฉะเชิงเทรา สรุป (ร่าง) รายงานฉบับสมบูรณ์

4	<u> </u>	9		ച് വ	e e	5	a 0	а и у а
ตารางท 2.2	เปรยบเทยเ	มผลผลต ((Output)	ทเสนอเ	นขอเสนเ	อเครงการแ	ละทดาเ	นินการได้จริง

	ผลผลิต (Output)	ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จ		
	กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	- ไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุ สาเหตุและการแก้ไขที่ ท่านดำเนินการ	
1.	ศึกษาสภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและ วัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทราโดยชุมชนมีส่วนร่วม	100 %		
2.	วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำตาลโตนดสด ด้านปริมาณไขมันปริมาณโปรตีนปริมาณความขึ้นค่ากรด-ด่างปริมาณของแข็ง ที่ละลายได้ปริมาณน้ำตาลชนิดต่างๆด้วยเครื่องHPLC การวิเคราะห์ค่าสีใน ระบบCIE L* a* b* ค่าความหนืดด้วยเครื่องviscometer	100%		
3.	การวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้าน ออกซิเดชันด้วยวิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยวิธี Folin- Ciocalteau ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของน้ำตาลโตนดด้วยเทคนิค UV-Visible spectroscopy	100%		
4.	ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์ อาหารเพื่อผู้สูงอายุศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้โดย ศึกษาในประเด็น 1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย 2) รับประทานง่าย 3) ผู้ดูแล สามารถจัดหาให้รับประทานได้สะดวกและรวดเร็ว 4) สะดวกในการพกพา ฯลฯ	100%		
5.	พัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและผู้สูงอายุจาก ตาลโตนดให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การ จำหน่ายเชิงพาณิชย์	100%		
6.	ทดสอบสมบัติทางกายภาพและฤทธิ์ทางชีวภาพของไซรัปน้ำตาลเช่นเดียวกับ น้ำตาลสด	100%		
7.	การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9 Points hedonic scale ต่อคุณลักษณะทั้ง 4 ประการ ได้แก่ สี ความหนืด รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวม	100%		

8.	ประชุมและอบรมเชิงปฏิบัติการ และลงปฏิบัติการให้กับผู้ผลิต	100%	
9.	สรุปผลการวิจัย		

avuru Moor com

(ดร.พลอยทราย โอฮาม่า)

หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

วันที่ 30 ธันวาคม 2562