



รายงานฉบับสมบูรณ์

การใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

Utilization of Dietary Fiber and Cellulose from Toddy Palm Residue
for Value Creation of Agriculture By-Products

โดย รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร ภูพะกา และคณะ
สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
มกราคม พ.ศ. 2563

สัญญาเลขที่ RDG 62T0118

รายงานฉบับสมบูรณ์

การใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

Utilization of Dietary Fiber and Cellulose from Toddy Palm Residue
for Value Creation of Agriculture By-Products

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร ภู่มะกา	มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
2. ดร. พลอยทราย โอฮาม่า	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
3. ดร. เสาวณีย์ คำพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
4. ดร. จิตรลดา ชูมี	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2562

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

บทสรุปผู้บริหาร

จังหวัดฉะเชิงเทราแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 11 อำเภอ โดยมี “ชุมชนอำเภอบางคล้า” เป็นจุดยุทธศาสตร์ที่สำคัญแห่งหนึ่งที่มีแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ ทำให้อำเภอบางคล้าเป็นพื้นที่ที่มีนักท่องเที่ยวให้ความสนใจจำนวนมาก (สำนักงานท่องเที่ยวจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2560) ไม่เพียงแต่ความเก่าแก่ของอำเภอบางคล้าและความงดงามของธรรมชาติเท่านั้นที่ดึงดูดใจนักท่องเที่ยว ศิลปะอันวิจิตรที่มีชื่อเสียง รวมทั้งทรัพยากรที่มีคุณค่า โดยเฉพาะเอกลักษณ์ที่โดดเด่นในเรื่องตาลโตนด เนื่องจากตาลโตนดเป็นพืชเก่าแก่ที่พบในอำเภอบางคล้านานนับพันปีมาแล้ว และมีมากจนเป็นเอกลักษณ์ของอำเภอบางคล้า ก่อให้เกิดรายได้จากภาชนะน้ำตาลโตนดเป็นอย่างมากแก่ภาครัฐในประวัติศาสตร์ และเกิดภูมิปัญญาที่หลากหลายจากการใช้ประโยชน์ทุกส่วน แต่จากการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจในปัจจุบันได้ส่งผลกระทบในการสืบทอดภูมิปัญญาดาลโตนดที่บรรพบุรุษได้คิดค้นและสืบทอดกันต่อมา (สำนักงานพัฒนาชุมชน, 2559) ประกอบกับต้นตาลเป็นต้นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของคนท้องถิ่น ซึ่งเป็นที่มาของน้ำตาลรสเลิศ สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการทำขนมหวาน นานาชนิด ผลตาล นำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง ประการสำคัญ การสัมภาษณ์ชาวชุมชนปากน้ำเพิ่มเติมพบว่า 1) ผลิตรัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นผลิตรัณฑ์ที่ซื้อไปขายไป ผลิตวันต่อวัน เช่น น้ำตาลสด ขนมตาล จาวตาล เชื่อม ชาวชุมชนปากน้ำอยากที่จะนำผลิตรัณฑ์เหล่านี้มาเพิ่มมูลค่า และสร้างผลิตรัณฑ์ใหม่สำหรับนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในพื้นที่ โดยเฉพาะกลุ่มนักท่องเที่ยวที่รักสุขภาพ และนักท่องเที่ยวที่ชื่นชอบวัฒนธรรม ผลิตรัณฑ์อาหารพื้นบ้าน 2) ผลิตรัณฑ์ส่วนใหญ่ไม่สามารถเก็บรักษาได้ระยะเวลานาน จึงควรพัฒนาผลิตรัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาได้นาน และสามารถพกพาเพื่อการบริโภคได้สะดวก 3) สิ่งเหลือใช้จากตาลโตนดมีจำนวนมาก ถ้ามีการนำมาพัฒนาผลิตรัณฑ์ใหม่ไม่ให้เกิดการเหลือทิ้ง (เช่น กากตาลโตนด) ก็จะเป็นประโยชน์ต่อชุมชน และสามารถสร้างรายได้ให้คนในพื้นที่ได้ 4) จากภูมิปัญญาของชุมชนในพื้นที่ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ยังมีการใช้ประโยชน์จากตาลโตนดมากมายและเล่าขานเป็นวัฒนธรรมประเพณีมาช้านาน ตั้งแต่การใช้รากของตาลโตนด ช่วยการรักษาอาการปวดเมื่อย และเป็นยาชูกำลัง การใช้น้ำคั้นจากก้านใบสด ช่วยในการแก้ท้องร่วง แก้ปากเปื่อย การนำวงตาล (ช่อดอก) กินแก้ตาลขโมยในเด็ก การใช้กากตาลโตนดมาช่วยในการขับถ่าย การรักษาโรคในผู้สูงอายุ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า ยังไม่มีนักวิจัยท่านใดที่นำเอากากตาลโตนดมาศึกษาคุณค่าโภชนาการและสารสำคัญของตาลโตนดในพื้นที่อำเภอบางคล้าอย่างจริงจัง ด้วยเหตุผลทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำผลผลิตทางการเกษตรจากตาลโตนดซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีจำนวนกว่า 2 แสนกว่าตัน (สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2561) ซึ่งให้ปริมาณผลผลิตตาลประมาณ 3,400 ตันต่อปี สำหรับส่วนลอนตาลอ่อนที่สามารถนำมาใช้ในการแปรรูปและบริโภคได้มีปริมาณร้อยละ 75.34 ของผลผลิตทั้งหมด และส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 24.66 เป็นส่วนของกากตาลโตนดที่มีลักษณะเป็นเนื้อแข็ง เส้นใยมีลักษณะหยาบ ไม่สามารถนำมาแปรรูปได้ ซึ่งถูกทิ้งหรือจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ราคาถูก ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาการนำกากตาลโตนดมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในภาคเกษตรและภาคอุตสาหกรรม ประกอบกับมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากตาลโตนดมาผลิตเส้นใยอาหารผง เพื่อนำมาใช้เป็น functional ingredients ในการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ

โครงการวิจัย เรื่อง “การใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม” นี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและสารสำคัญของกากตาลโตนดที่คัดทิ้งเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะเส้นใยอาหารที่ผลิตทางการค้า และ 3) เพื่อพัฒนาการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มสู่อาหารเพื่อสุขภาพรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ 4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่เหมาะสม

การวิจัยนี้จะเน้นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและสารสำคัญของกากตาลโตนดที่คัดทิ้งเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะเส้นใยอาหารและเซลลูโลสที่ผลิตทางการค้า หลังจากนั้นพัฒนาการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพสำหรับกากตาลโตนด รวมทั้งถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่เหมาะสม นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังมีการบูรณาการของรูปแบบและกระบวนการผลิตตามความต้องการของธุรกิจการแปรรูปในระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของผลผลิต โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างนักวิจัยกับเกษตรกร ผู้ประกอบการ นักศึกษาและภาครัฐ แบ่งประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

- 1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา
- 2) กลุ่มตัวอย่างตาลโตนดที่ใช้ได้มาจากชุมชนปากน้ำ เขตอำเภอบางคล้า จังหวัด ฉะเชิงเทรา
- 3) ระยะเวลาการเก็บข้อมูลและทำวิจัย ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 กันยายน
- 4) การวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทราสำหรับนำไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ลักษณะทาง

ประสาทสัมผัส และทดสอบความชอบของผู้บริโภคตลาดส่งออกเป้าหมาย กรณีศึกษา : กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตอนที่ 2 เป็นการคัดเลือกกลอนตาลที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 3 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการส่งออกสำหรับการค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ โดยวิเคราะห์หาคุณค่าโภชนาการ เส้นใยโดยรวม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu เบต้าแคโรทีน วิตามินซี และวิเคราะห์สารกลุ่มฟีนอลิกโดยใช้เทคนิค HPLC(DAD) รวมถึงฤทธิ์การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลองด้วยวิธี Ferric reducing / antioxidant power (FRAP) assay, DPPH radical scavenging activity

ตอนที่ 4 เป็นศึกษากากตาลโตนดที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 5 เป็นศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 6 เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากกากตาลโตนดให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์

ผลที่ได้จากการวิจัย มีดังนี้

1) ผู้วิจัยได้ศึกษาคูสมบัติทางเคมี ทางกายภาพของกากตาลโตนด โดยกากตาลโตนดที่นำมาศึกษา มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ สมบัติทางกายภาพและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยวัดเนื้อสัมผัส มีค่าความกรอบ 14.29 ค่าความกรอบนี้จะแสดงคุณภาพทางกายภาพในส่วนของแรงที่ทำให้ตัวอย่างแตกหักโดยเป็นตัวอย่างที่มีค่าความแข็งสูงและมีความสามารถเกาะรวมตัวกันต่ำ ในการแสดงถึงคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะทำให้ทราบถึงระยะเวลาที่ใช้ในการเคี้ยวบดตัวอย่างที่เป็นของแข็งในอัตรา การเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งและความเหนียวพบว่า กากตาลโตนด มีค่าความแข็งและความเหนียวมีค่า 12.51 N ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เป็นร้อยละ 2.14 องศาบริกซ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาสารสำคัญของตาลโตนดและกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการส่งออกสำหรับการค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ สรุปได้ดังนี้ พบว่ากากตาลโตนดมีปริมาณเส้นใยทั้งหมด เท่ากับ 54.2 % ปริมาณลิกนิน เท่ากับ

7.96 % เฮมิเซลลูโลส มีปริมาณ 13.78 % สารประกอบเพคติน 14.63 % ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.0012 mg/100 g FW ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน มีปริมาณ 5.14 mg/100g ปริมาณไลโคปีน มีการสะสมสารไลโคปีน มีค่าอยู่ในช่วง 0.35-0.41 mg/100 g FW ปริมาณฟลาโวนอยด์ มีค่าอยู่ในช่วง 745 mg/100 g FW โดยใช้ HPLC เทียบกับสารฟลาโวนอยด์มาตรฐาน ดังนี้ myricetin, luteolin, quercetin, apigenin และ kaempferol สาร myricetin ในกากตาลโตนด มีปริมาณ 15.21 mg/100g ตามลำดับ สาร quercetin ในกากตาลโตนดมีปริมาณ 2.11 mg/100g สาร luteolin ในกากตาลโตนดมีปริมาณ 1.69 mg/100g สาร apigenin มีปริมาณ 2.19 mg/100g สาร kaempferol มีปริมาณ 8.85 mg/100g ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่ามีปริมาณเท่ากับ 1.78 mg/100g ปริมาณวิตามินซีโดยวิธี HPLC พบว่ามีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 0.31 mg/g ปริมาณของสาร gallic acid มีปริมาณอยู่ในช่วง 9.68 mg/g ปริมาณแทนนินทั้งหมดในสารสกัดจากกากตาลโตนด พบว่ามีปริมาณสารแทนนิน 21.63 mg/L

2) จากผลการวิเคราะห์ทดลองสรุปได้ว่ากากตาลโตนด มีเส้นใยที่มีความสามารถละลายน้ำได้ ได้แก่ สารประกอบเพคติน ซึ่งมีปริมาณสูงถึง 14.63 % และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.0012 mg/100 g FW ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน มีปริมาณ 5.14 mg/100g ซึ่งสารสำคัญทั้งสามชนิดนี้จะเหมาะที่จะนำกากตาลโตนดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อดูแลสุขภาพ โดยที่กากใยอาหารที่มีสารประกอบเพคติน สามารถให้เส้นใยสำหรับการขับถ่ายได้ง่าย และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งพบมากในพืชที่มีสีเหลืองรวมถึงตาลโตนด โดยมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนใกล้เคียงกับพืชหลายชนิด เช่น มะม่วง หัวผักกาดแดง เป็นต้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการรักษาโรคบางชนิด เช่น โรคระดูกล ความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากความไวต่อแสง ซึ่งการที่ผิวมีความไวต่อแสงจะกระตุ้นให้มีการสร้างพอร์ไฟริน (porphyrins) ที่ผิวหนังซึ่งจะดูดกลืนพลังงานจากแสง และทำให้เกิดอนุมูลอิสระและอนุมูลที่เกิดขึ้นจะทำลายเซลล์ และทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อ การได้รับเบต้าแคโรทีนจะทำให้อาการเจ็บปวดลดลง เนื่องจากเบต้าแคโรทีนไปหยุดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ รวมทั้งสารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอลิก เช่น ฟลาโวนอยด์ ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoids) เป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ (โอภา วัชรคุปต์.2549) จากการศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องในการลดอัตราการเสี่ยงและเพิ่มอัตราป้องกันการเกิดโรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคเกี่ยวกับหลอดเลือด และโรคหัวใจรวมทั้งโรคอื่นๆ (โอภา วัชรคุปต์. 2549 ; Simopoulos. 2003 ; Kalirage and Dedoussis. 2007) ประการสำคัญกากน้ำตาลโตนดยังมีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 0.31 mg/g ซึ่งวิตามินซีมีความสำคัญต่อร่างกายโดยมีฤทธิ์ด้านการเกิดออกซิเดชัน ช่วยกำจัดอนุมูลอิสระภายในร่างกายที่อาจก่อให้เกิดโรคหลายชนิด มีความเกี่ยวข้องกับการสร้างคอลลาเจน ซึ่งเป็นโปรตีนสำคัญของฟันและกระดูก จึงมีส่วนในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อบาดแผลและกระดูกทำให้สมานแผลเร็วขึ้น รักษาอาการเลือดออกตามไรฟัน หรือโรคลักปิดลักเปิด (Scurvy) ถ้าร่างกายผู้ป่วยขาดวิตามินซี ผู้ป่วยจะมี

อาการเลือดออกตามร่างกาย เช่น ผิวน้ำ กล้วยเนื้อ ข้อต่างๆ เยื่อบุทางเดินอาหาร อ่อนเพลีย เหนื่อยล้า หงุดหงิด

3) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดใยอาหารจากกากตาลโตนด คือ การเตรียมตัวอย่างด้วยการบด และล้างที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จากนั้นกำจัดองค์ประกอบที่ไม่ต้องการ ได้แก่ การกำจัดไขมันโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จำนวน 14 ชั่วโมง จำนวน 2 ครั้ง กำจัดแป้งโดยใช้เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส และกลูโคสอะไมเลส ความเข้มข้น 0.06 % และกำจัดโปรตีนด้วยเอนไซม์นิวเทรล ความเข้มข้น 1.0 % จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือความชื้นไม่เกิน 5 % และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของใยอาหาร ได้แก่ แป้ง ใยอาหารทั้งหมด โปรตีน และไขมัน

4) คณะผู้วิจัยได้นำใยอาหารที่ได้จากตอนที่ 6 ถูกลำเลียงลงในอาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด ในปริมาณ 1 , 3 และ 6 % ตามลำดับ จากนั้นนำอาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนดไปทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้ผลการทดลอง

จากการทดลองการผลิตอาหารเสริมจากใยอาหารกากตาลโตนด โดยใช้ใยอาหารจากกากตาลโตนดจำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่เสริมด้วยใยอาหารสกัดร้อยละ 1 ,3 และ 5 % ตามลำดับ และสูตรควบคุมคือสูตรที่ไม่มีการเสริมใยอาหาร นำอาหารเสริมจากข้าวไปวัดค่าความหนืด พบว่าค่าความหนืดของอาหารเสริมจากใยอาหารกากตาลโตนด 1 ,3 และ 5 % มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าความหนืดสูงกว่าอาหารเสริมจากข้าวที่ไม่มีการเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2.15 ซึ่งจะเห็นได้ว่า การเสริมใยอาหารจะมีส่วนช่วยในเรื่องความหนืดให้แก่ผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ใยอาหารมีส่วนช่วยในการอุ้มน้ำให้อยู่ในโครงสร้างจุลภาพของอาหารเสริมส่งผลให้อาหารเสริมจากข้าวมีความหนืดและความคงตัวสูง

จากการวัดค่าความเป็นกรดต่างของอาหารเสริมจากข้าวพบว่าค่าความเป็นกรดต่างมีความแตกต่างกันเล็กน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2.15 โดนคราค่าความเป็นกรดต่างของอาหารเสริมจากข้าวที่มีการแทนที่ใยอาหารสกัดจากกากตาลโตนด 1 , 3 และ 5 % มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.12 , 3.89 และ 3.91 ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่แตกต่างกับสูตรที่ไม่มีเสริมเส้นใยอาหาร (pH 3.12)

จากการวัดค่าการแยกตัวของของเหลว ระหว่างการเก็บรักษาอาหารเสริมจากข้าว ผลการทดลองดังตารางที่ 2.15 พบว่าอาหารเสริมจากข้าวที่มีการแทนที่ด้วยใยอาหารจากกากตาลโตนด 1 % มีการแยกตัวของของเหลวน้อยที่สุด เท่ากับ 1.65 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมอาหารเสริมต่อ 2 ชั่วโมง โดยไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมที่ไม่มีการเสริมใยอาหาร เมื่อเพิ่มการแทนที่ด้วยใยอาหารสกัดเป็น 3 และ 5 % พบว่าการแยกตัวของของเหลวหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 14 วัน มีค่าเท่ากับ 9.11 และ 10.25 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม อาหารเสริมต่อ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ

จากผลการทดลอง เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารในสูตรอาหารเสริมจะทำให้เกิดการแยกตัวของของเหลวในระหว่างการเก็บรักษามากขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากขนาดอนุภาคของผงใยอาหารค่อนข้างใหญ่ (130 เมช) อาจส่งผลให้เกิดความขัดขวางการดูดซึมของโครงสร้างจุลภาคของอาหารเสริมจากข้าว นอกจากนี้ใยอาหารเสริมมีแป้งเป็นองค์ประกอบ เมื่อเก็บรักษาไว้ 14 วัน จึงเกิดการคายน้ำออกจากแป้ง ทำให้มีการแยกตัวของของเหลวเพิ่มมากขึ้น

ค่าสีของอาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด พบว่า อาหารเสริมที่มีการเสริมด้วยใยอาหารจากกากตาลโตนด 1 % มีค่า L^* หรือความสว่างสูงสุด รองลงมาคือ สูตรที่มีการเสริมใยอาหาร 3 และ 5 % ตามลำดับ เนื่องจากใยอาหารจากกากตาลโตนดมีสีน้ำตาล และไม่ได้ผ่านการฟอกสี ดังนั้นอาหารเสริมที่มีการเสริมใยอาหารสูง จึงมีสีเข้มกว่าสูตรที่มีอาหารเสริมในปริมาณต่ำ ($p < 0.05$)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่ออาหารเสริมจากข้าวเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนดทั้ง 4 สูตร พบว่าคะแนนคุณลักษณะด้านต่างๆ รวมทั้งความชอบโดยรวมของอาหารเสริมจากข้าวทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากตารางแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรควบคุมสูงที่สุด (8.19) รองลงมาคือสูตรที่มีปริมาณใยอาหารจากกากตาลโตนด 1 % 3 % และ 5 % มีคะแนนโดยรวมเท่ากับ 8.02 , 7.12 และ 7.09 ตามลำดับ จากคะแนนความชอบในด้านต่างๆ แสดงว่าผู้บริโภคให้การยอมรับกับอาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด 1 % มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่มีการเติมใยอาหาร 3 และ 5 % ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะปรากฏของอาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนดจะมีสีเข้ม เนื้อสัมผัสไม่เรียบและมีกลิ่นเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด 1 , 3 และ 5 % ในระดับดี

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามแผนการดำเนินงานของโครงการ โดยคณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีตั้งแต่วันที่ 24 ตุลาคม 2562 โดยประชุมชี้แจง และวางแผนการจัดการฝึกอบรม ร่วมกับนางสมนึก โลหะเจริญ อยู่บ้านเลขที่ 30/3 หมู่ 11 ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และนางสาววันดี จันทร์เจริญ เจ้าหน้าที่งานส่งเสริม ของสำนักงานอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อทำปฏิทินการดำเนินการฝึกอบรมที่เหมาะสม ผลจากการร่วมวางแผน ได้ปฏิทินการฝึกอบรมจำนวน 2 ครั้ง ครอบคลุมทุกเนื้อหาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด

บทคัดย่อภาษาไทย

โครงการวิจัย เรื่อง การใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและสารสำคัญของกากตาลโตนดที่คัดทิ้งเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะเส้นใยอาหารที่ผลิตทางการค้า และ 3) เพื่อพัฒนาการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มสู่อาหารเพื่อสุขภาพรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ 4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ นำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่เหมาะสม โดยกลุ่มเป้าหมาย คือ ชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา จากผลการวิจัย พบว่า กากตาลโตนด มีเส้นใยที่มีความสามารถละลายน้ำได้ได้แก่ สารประกอบเพคติน ซึ่งมีปริมาณสูงถึง 14.63 % และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.0012 mg/100 g FW ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน มีปริมาณ 5.14 mg/100g ซึ่งสารสำคัญทั้งสามชนิดนี้จะเหมาะที่จะนำกากตาลโตนดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อดูแลสุขภาพ โดยที่กากใยอาหารที่มีสารประกอบ เพคติน สามารถให้เส้นใยสำหรับการขับถ่ายได้ง่าย และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งพบมากในพืชที่มีสีเหลือง รวมถึงตาลโตนด โดยมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนใกล้เคียงกับพืชหลายชนิด เช่น มะม่วง หัวผักกาดแดง เป็นต้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการรักษาโรคบางชนิด เช่น โรคกระดูก ความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากความไวต่อแสง ซึ่งการที่ผิวมีความไวต่อแสงจะกระตุ้นให้มีการสร้างพอร์ไฟริน (porphyrins) ที่ผิวหนังซึ่งจะดูดกลืนพลังงานจากแสง และทำให้เกิดอนุมูลอิสระและอนุมูลที่เกิดขึ้นจะทำลายเซลล์ และทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อ การได้รับเบต้าแคโรทีนจะทำให้การเจ็บปวดลดลง เนื่องจากเบต้าแคโรทีนไปหยุดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ รวมทั้งสารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอลิก เช่น ฟลาโวนอยด์ ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoids) เป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ จากการศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องในการลดอัตราการเสี่ยงและเพิ่มอัตราป้องกันการเกิดโรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคเกี่ยวกับหลอดเลือด และโรคหัวใจรวมทั้งโรคอื่นๆ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่ออาหารเสริมจากข้าวเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนดทั้ง 4 สูตร พบว่าคะแนนคุณลักษณะด้านต่างๆ รวมทั้งความชอบโดยรวมของอาหารเสริมจากข้าวทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากตารางแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรควบคุมสูงที่สุด (8.19) รองลงมาคือสูตรที่มีปริมาณใยอาหารจากกากตาลโตนด 1 % 3 % และ 5 % มีคะแนนโดยรวมเท่ากับ 8.02 , 7.12 และ 7.09 ตามลำดับ จากคะแนนความชอบในด้านต่างๆ แสดงว่าผู้บริโภคให้การยอมรับกับอาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด 1 % มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่มีการเติมใยอาหาร 3 และ 5 % ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะปรากฏของอาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนดจะมีสีเข้ม เนื้อ

สัมผัสไม่เรียบและมีกลิ่นเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด 1 , 3 และ 5 % ในระดับดี

Abstract

This research is “Utilization of Dietary Fiber and Cellulose from Toddy Palm Residue for Value Creation of Agriculture By-Products” that is supported from the Thailand Research Fund. This research aims to study the physical and chemical substances of the from Toddy Palm Residue, that use dietary Fiber and cellulose that is the benefits in the production of new innovation of healthy food products 2) To compare the features of physical, chemical and dietary fiber and 3) to develop for using of Dietary Fiber and Cellulose from Toddy Palm Residue for Value Creation of Agriculture By-Products 4) To transfer knowledge in the development of innovative products for health food for the elderly to increase the capacity of farmers and the distribution of income in the appropriate. The target group is a Park-Nam ‘s community, Amphur Bangkra, Chachoengsao Province. The result of this research has found that Toddy Palm Residue. There are dietary fiber that have the ability to melt the water. Pectin compound has a high content of 14.63% and a chlorophyll A content in the range 0.0012 mg / 100 g FW, beta carotene content is 5.14 mg / 100g. Three Important substance is suitable for the dietary Fiber, privatization as a food product to health care by the pulp fibers that are compounds pectin mix can provide the fibers for excretory system. The epidemiological study showed that these bioactive compounds are involved in reducing the rate of evasion and increasing the rate of anti-heart disease. Of cancer Diseases of atherosclerosis and heart disease, including other diseases. From consumer adoption tests to dietary supplements from sugar-free fiber, all 4 recipes found that scores of various features, including the overall preferences of the 4 rice supplements, have a significant difference in statistical significance ($p < 0.05$) The table shows that consumers rated the overall formula, the highest (8.19), followed by the recipes with dietary fiber from waste palmyra 1%, 3% and 5%, with an overall score of 8.02, 7.12 and. 7.09 respectively. The scores in various fields Show that consumers agree to supplement dietary supplement residue palmyra 1% more compared to the formulation with the addition of fiber, 3, and 5% due to the appearance of the food supplement, dietary fiber from waste Palmyra. are dark The texture is smooth and smells slightly of consumer acceptance as a food supplement dietary fiber from palmyra 1, 3 and 5% level.

สารบัญ

หัวข้อ		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		9
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		11
สารบัญ		13
สารบัญตาราง		16
สารบัญภาพ		17
บทที่ 1	บทนำ	18
	1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	19
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	23
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	23
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	25
	1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย	26
	1.6 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	27
	1.7 วิธีการดำเนินการวิจัย	39
	1.8 แผนงานโครงการ	47
บทที่ 2	ทบทวนวรรณกรรม	52
	2.1 บริบทชุมชน	53
	ประวัติชุมชนตำบลปากน้ำ	53
	ประวัติความเป็นมาของตาลโตนด	53
	2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	54
	2.3 สภาพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดในอดีตจนถึงปัจจุบัน	55
	2.4 พันธุ์ตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ	57
	2.5 ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของการประกอบอาหาร	58
บทที่ 3	ผลการวิจัย	65
	ตอนที่ 1 ศึกษาจากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราสำหรับนำไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ลักษณะทางประสาทสัมผัส	66
	1.1 สมบัติทางกายภาพและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	66
	1.2 องค์ประกอบทางโภชนาการของสารสกัดจากตาลโตนด	68
	1.3 การวัดเนื้อสัมผัส (Texture analysis)	70
	1.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)	71
	ตอนที่ 2 การคัดเลือกตาลโตนดและจากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ	71

	หัวข้อ	หน้า
	2.1 ลักษณะและบริบทการประกอบอาชีพการทำน้ำตาลโตนด	71
	1) พันธุ์ตาลโตนด	72
	2) กระบวนการผลิตตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ	73
	2.2 ศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา	77
	1) บริบทของกลุ่มชุมชนตาลโตนด หรือผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์ตาลโตนด	77
	2) ลักษณะพฤติกรรมของผู้ซื้อ	79
	3) แนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตาลโตนด	79
ตอนที่ 3	การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของตาลโตนดและกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการส่งออกสำหรับการค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ	80
	3.1 การวิเคราะห์เส้นใยทั้งหมด (Total fiber content)	81
	3.2 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์	81
	3.3 การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน (b-carotene) และสารไลโคปีน (lycopene)	81
	3.4 การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์	82
	3.5 การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ	82
	3.6 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content)	83
	3.7 การวิเคราะห์วิตามินซีด้วย HPLC โดยวิธีของ Abushita et al. (1997)	83
	3.8 การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิก ด้วยเทคนิค HPLC	84
	3.9 การวัดการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity)	84
ตอนที่ 4	การศึกษากากตาลโตนดที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ	87
ตอนที่ 5	การสกัดใยอาหารจากกากตาลโตนด	98
ตอนที่ 6	ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ	93

	หัวข้อ	หน้า
ตอนที่ 7	การพัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากตาลโตนดและ ลอนตาลแก้ไข้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่าย เชิงพาณิชย์	94
ตอนที่ 8	การถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ สูงอายุนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่ เหมาะสม	100

บรรณานุกรม

ภาคผนวก (ประกอบด้วย)

- ก บทความสำหรับเผยแพร่ (ถ้ามี)
- ข กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์ (ถ้ามี)
- ค ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมา
และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

สารบัญตาราง

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 2		
ตารางที่	3.1 ผลการวัดค่าสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของสารสกัดจากกากตาลโตนดจากชุมชนหมู่บ้านน้ำตาลสด ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า	67
ตารางที่	3.2 องค์ประกอบทางโภชนาการของกากตาลโตนด กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา	69
ตารางที่	3.3 องค์ประกอบทางโภชนาการของกากตาลโตนด	70
ตารางที่	3.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์และอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ในกากตาลโตนด	81
ตารางที่	3.5 คุณค่าโภชนาการของกากตาลโตนด และคุณค่าโภชนาการของผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ผลิตทางการค้า	85
ตารางที่	3.6 องค์ประกอบทางเคมีของใยอาหารจากกากตาลโตนด และคุณค่าโภชนาการของผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ผลิตทางการค้า	86
ตารางที่	3.7 ปริมาณไขมันของกากตาลโตนดที่ผ่านการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	89
ตารางที่	3.8 ปริมาณแป้งของกากตาลโตนดที่ผ่านการกำจัดแป้งด้วยเอนไซม์	89
ตารางที่	3.9 ปริมาณโปรตีนของกากตาลโตนดที่ผ่านการกำจัดโปรตีนด้วยเอนไซม์	90
ตารางที่	3.10 องค์ประกอบทางเคมีของใยอาหารจากกากตาลโตนดที่สกัดได้	91
ตารางที่	3.11 ลักษณะทางกายภาพของใยอาหารจากกากตาลโตนด	91
ตาราง	3.12 ค่าสีของใยอาหารจากกากตาลโตนด	93
ตาราง	3.13 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ	93
ตาราง	3.14 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในภาพรวม	94
ตาราง	3.15 คุณลักษณะเคมีและกายภาพของอาหารเสริมที่มีการแทนที่ด้วยใยอาหารจากกากตาลโตนด 0 , 1 และ 5 % หลังเก็บรักษา 14 วัน	96
ตาราง	3.16 ค่าสีของอาหารเสริมที่มีการเสริมด้วยใยอาหารจากกากตาลโตนด 0% ,1% , 3% และ 5 % หลังการเก็บรักษา 14 วัน	96
ตาราง	3.17 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด	97
ตาราง	3.18 กำหนดการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตาลโตนดสู่ชุมชน	100

สารบัญภาพ

หัวข้อ			หน้า
บทที่ 3			
ภาพที่	3.1	สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของกากตาลโตนดจาก (a) ร้านที่ 1 (b) ร้านที่ 2 และ (c) ร้านที่ 3 ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา	67
ภาพที่	3.2	กระบอกไม้ไผ่หรือพีวีซีที่ใส่น้ำตาล	73
ภาพที่	3.3	เส้นใยไนลอนที่ใช้กับกระบอกใส่น้ำตาล	73
ภาพที่	3.4	เตาเคี้ยวตาลที่ทำมาจากอิฐสีแดงและฉาบด้วยปูน	74
ภาพที่	3.5	เตาที่ใช้รมควันเพื่อทำให้กระบอกไม้ไผ่หรือพีวีซีแห้ง	75
ภาพที่	3.6	กระทะเหล็กขนาด 90 เซนติเมตร สำหรับเคี้ยวน้ำตาล	75
ภาพที่	3.7	ที่กรองน้ำตาลทำจากผ้าดิบเย็บติดกับขวด และมัดด้วยไม้ไผ่	76
ภาพที่	3.8	กะลามะพร้าว และกากตาลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเคี้ยวน้ำตาล	76
ภาพที่	3.9	การพัฒนาส่งเสริมสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ในการพัฒนาการตลาดสำหรับสตีกเกอร์ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์น้ำตาลสด	77
ภาพที่	3.10	การพัฒนาส่งเสริมสนับสนุนจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทรา ร่วมกับภาคเอกชนในการพัฒนาโรงงานการผลิตให้มีมาตรฐานโรงงานที่ดี	78
ภาพที่	3.11	แผนผัง (flowchart) แสดงขอบเขตของการวิจัย	80
ภาพที่	3.12	ปริมาณคลอโรฟิลล์และอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ในกากตาลโตนด	83
ภาพที่	3.13	ภาพรายละเอียดเกี่ยวกับอาหารเสริมจากกากตาลโตนด ปริมาณ 1 %	98
ภาพที่	3.14	ภาพรายละเอียดเกี่ยวกับอาหารเสริมจากกากตาลโตนด ปริมาณ 5 %	99
ภาพที่	3.15	วัตถุดิบที่เตรียมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนด	102
ภาพที่	3.16	กระบวนการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนด	106
ภาพที่	3.17	คณะผู้วิจัยส่งมอบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนด	107
ภาพที่	3.18	บรรจุภัณฑ์ที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบเพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนด	108

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

จังหวัดฉะเชิงเทรามีเขตการปกครองออกเป็น 11 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอเมือง อำเภอบางคล้า อำเภอบางน้ำเปรี้ยว อำเภอบางปะกง อำเภอบ้านโพธิ์ อำเภอพนมสารคาม อำเภอรราชาสีน อำเภอสนมชัยเขต อำเภอแปลงยาว อำเภอท่าตะเกียบ และอำเภอคลองเขื่อน โดยที่ “ชุมชนอำเภอบางคล้า” เป็นจุดยุทธศาสตร์ที่สำคัญแห่งหนึ่งที่มีแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ เช่น วัดสมานรัตนาราม ตลาดน้ำบางคล้า วัดปากน้ำ วัดหัวสวน วัดปากน้ำโจ้โล่ วัดโพธิ์บางคล้า อนุสรณ์สถานพระศุภเจติย์สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช ฯลฯ ทำให้อำเภอบางคล้าเป็นพื้นที่ที่มีนักท่องเที่ยวให้ความสนใจจำนวนมาก (สำนักงานท่องเที่ยวจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2560) รวมทั้งอยู่ใกล้กับสนามบินสุวรรณภูมิ ทำให้มีแนวโน้มในการได้รับการพัฒนาส่งเสริมเป็นแหล่งท่องเที่ยว (ปรากฏในแผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติฉบับที่ 2 พ.ศ. 2560-2564) ประการสำคัญอำเภอบางคล้าเป็นอำเภอที่มีความเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรม เช่น การทำสวน การทำน้ำตาล และผลิตภัณฑ์จากต้นตาล เลี้ยงสัตว์ แม่น้ำสายสำคัญของอำเภอบางคล้า ได้แก่ แม่น้ำบางปะกง มีความยาว 122 กิโลเมตร วิถีชีวิตของชาวพื้นเมืองเป็นสิ่งที่น่าศึกษา ไม่เพียงแต่ความเก่าแก่ของอำเภอบางคล้า และความงดงามของธรรมชาติเท่านั้นที่ดึงดูดใจนักท่องเที่ยว ศิลปะอันวิจิตรที่มีชื่อเสียง รวมทั้งทรัพยากรที่มีคุณค่า โดยเฉพาะเอกลักษณ์ที่โดดเด่นในเรื่องตาลโตนด เนื่องจากตาลโตนดเป็นพืชเก่าแก่ที่พบในอำเภอบางคล้ามานานนับพันปีมาแล้ว และมีมากจนเป็นเอกลักษณ์ของอำเภอบางคล้า ก่อให้เกิดรายได้จากภาชีน้ำตาลโตนดเป็นอย่างมากแก่ภาครัฐในประวัติศาสตร์ และเกิดภูมิปัญญาที่หลากหลายจากการใช้ประโยชน์ทุกส่วน แต่จากการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจในปัจจุบันได้ส่งผลกระทบในการสืบทอดภูมิปัญญาดาลโตนดที่บรรพบุรุษได้คิดค้นและสืบทอดกันต่อๆมา (สำนักงานพัฒนาชุมชน, 2559) ประกอบกับต้นตาลเป็นต้นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของคนท้องถิ่น ซึ่งเป็นที่มาของน้ำตาลรสเลิศ สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการทำขนมหวานนานาชนิด ผลตาล นำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง เมล็ดแก่ นำมาแกะให้งอกแล้วผ่าจะได้จาวตาล นิยมนำมาเชื่อมน้ำตาล ใบตาลอ่อน นำมาจักสานได้เช่นเดียวกับใบลาน เช่น ทำตะกร้า หมวก เสื่อ กระเป๋า พัด ฯลฯ ลำต้นตาลโตนด นำมาทำเป็นเครื่องใช้ต่างๆ เช่น แก้ว ไม้ โต๊ะ ด้ามร่ม ฯลฯ ในด้านสมุนไพร ใช้วงตาล (ช่อดอก) กินแก้ตาลขโมยในเด็ก แก้พิษตานซาง ขับพยาธิ น้ำคั้นจากก้านใบสดย่างไฟแก้ท้องร่วง แก้ปากเปื่อย ส่วนรากเป็นยาชูกำลัง ขับเลือด แก้พิษต่างๆ

นอกจากนี้ พฤติกรรมการบริโภคของคนในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงจากอดีตที่มีการบริโภคอาหารที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อความอยู่รอดหรือเพื่อประทังชีวิต ไปเป็นการบริโภคอาหารตามความชอบของแต่ละบุคคลตามกำลังทรัพย์หรือเศรษฐกิจเพราะมีอาหารให้เลือกมากขึ้น อุตสาหกรรมอาหารของจังหวัดฉะเชิงเทราในปัจจุบันจึงมีการขยายตัวเพื่อผลิตอาหารตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและการเปลี่ยนแปลงทางสังคมมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารจากต่างประเทศ ตลอดจนการนำเครื่องจักร

ต่างๆเข้ามาในประเทศไทยมากมาย นอกจากนี้ความต้องการอาหารที่มีคุณสมบัติเป็น “อาหารเพื่อสุขภาพ” (functional food) มีแนวโน้มสูงขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทั้งนี้เนื่องมาจากผลการวิเคราะห์ทางสาธารณสุขของประเทศเหล่านี้ในทศวรรษที่ผ่านมา พบว่าประชากรยังขาดความเอาใจใส่ในการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพซึ่งเชื่อต่อมาว่าเป็นวิธีที่ป้องกันโรคบางชนิดได้ เช่น โรคที่เกี่ยวกับหัวใจ มะเร็ง และความดัน ในขณะที่เดียวกันรัฐบาลของหลายประเทศต้องเผชิญกับการสูญเสียงบประมาณปีละมากมายในการรักษาโรคและให้บริการด้านสาธารณสุขแก่ประชาชน หลายประเทศจึงได้เริ่มตระหนักถึงความสำคัญของการป้องกันการเกิดโรค โดยการรณรงค์ให้ประชาชนบริโภคอาหารที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดโรค พร้อมกับสนับสนุนให้มีการศึกษาวิจัยในด้านอาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการดูแลสุขภาพด้วยตนเองของประชาชน ถึงแม้ประเทศไทยจะเป็นประเทศที่อยู่ในเขตประเทศที่มีความสมบูรณ์ของพืชสมุนไพรและธัญพืช ซึ่งข้อมูลการวิจัยเหล่านี้สามารถสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคได้ดีกว่าอาหารเพื่อสุขภาพระดับท้องถิ่นที่มีขายกันทั่วไปในตลาดบ้านเรา แม้สินค้าเพื่อสุขภาพเหล่านั้นจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างแท้จริงก็ตาม การวิจัยพื้นฐานในระดับโมเลกุลทางด้านอาหารเพื่อสุขภาพในประเทศไทย จึงนับว่ายังเป็นระยะเริ่มต้น โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับการวิจัยด้านเคมีผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติโดยเฉพาะทางยา ที่ได้นำพืชสมุนไพรมาศึกษาหาโครงสร้างทางเคมีของสารออกฤทธิ์ และสังเคราะห์ขึ้นเลียนแบบผลิตภัณฑ์เป็นยารักษาโรค ในแง่มุมของอาหารเพื่อสุขภาพหรือ “functional food” นั้น เน้นการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพหรือบริโภคส่วนสกัดของอาหารควบคู่ไปกับมื้ออาหารปกติเพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพของร่างกายและก่อให้เกิดภูมิคุ้มกันโรค โดยไม่ได้เน้นที่การรักษาหรือเติมเต็มในส่วนที่ขาดไป

ประการสำคัญ คณะผู้วิจัยได้ประชุมร่วมกับสำนักงานอำเภอบางคล้า และชาวชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า ในวันที่ 16-17 มีนาคม 2560 เพื่อสังเคราะห์โจทย์วิจัยและศึกษาความต้องการของพื้นที่ พบว่า 1) หน่วยงานระดับจังหวัดทำหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย แต่ยังขาดการเชื่อมโยงเป็นเครือข่าย 2) องค์กรปกครองท้องถิ่นเกือบทุกหน่วยงานมีโครงการพัฒนาส่งเสริมอาชีพแต่ส่วนใหญ่จะเน้นการสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานและการฝึกอบรม 3) งานวิจัยหรือการบริการวิชาการสนับสนุนการตัดสินใจและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์มีจำนวนน้อย (รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อสังเคราะห์โจทย์และบริบทเชิงพื้นที่ วันที่ 16-17 มีนาคม 2560) นอกจากนี้ชุมชนที่สนใจเข้าร่วมและมีทรัพยากรในการร่วมพัฒนา ได้แก่ ชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากน้ำตาลสด จากการสัมภาษณ์ชาวชุมชนปากน้ำเพิ่มเติม พบว่า 1) ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ซื้อมาขายไป ผลิตวันต่อวัน เช่น น้ำตาลสด ขนตาล จาวตาลเชื่อม ชาวชุมชนปากน้ำอยากที่จะนำผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาเพิ่มมูลค่า และสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในพื้นที่ โดยเฉพาะกลุ่มนักท่องเที่ยวที่รักสุขภาพ และนักท่องเที่ยวที่ชื่นชอบวัฒนธรรมผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน 2) ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ไม่สามารถเก็บรักษาได้ระยะเวลานาน จึงควรพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาได้นาน และ

สามารถพกพาเพื่อการบริโภคได้สะดวก 3) สิ่งเหลือใช้จากตาลโตนดมีจำนวนมาก ถ้ามีการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ไม่ให้เกิดการเหลือทิ้ง (เช่น กากตาลโตนด) ก็จะเป็นประโยชน์ต่อชุมชน และสามารถสร้างรายได้ให้คนในพื้นที่ได้ 4) จากภูมิปัญญาของชุมชนในพื้นที่ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทรา ยังมีการใช้ประโยชน์จากตาลโตนดมากมายและเล่าขานเป็นวัฒนธรรมประเพณีมาช้านาน ตั้งแต่การใช้รากของตาลโตนด ช่วยการรักษาอาการปวดเมื่อย และเป็นยาชูกำลัง การใช้น้ำคั้นจากก้านใบสดอย่างช่วยในการแก้ท้องร่วง แก้ปากเปื่อย การนำวงตาล (ช่อดอก) กินแก้ตาลขโมยในเด็ก การใช้กากตาลโตนดมาช่วยในการขับถ่าย การรักษาโรคในผู้สูงอายุ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า ยังไม่มีนักวิจัยท่านใดที่นำเอากากตาลโตนดมาศึกษาคุณค่าโภชนาการ และสารสำคัญของตาลโตนดในพื้นที่อำเภอบางคล้าอย่างจริงจัง ซึ่งพื้นที่ชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า นี้เป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีลักษณะเป็นดินเปรี้ยว มีผลทำให้ผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่มีรสชาติดี กลมกล่อม และมีคุณภาพ ยกตัวอย่างเช่น มะม่วงบางคล้า เป็นต้น ด้วยเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาคุณค่าโภชนาการที่สำคัญของกากตาลโตนดที่น่าจะมีคุณค่าโภชนาการอื่นที่แตกต่างจากพื้นที่จังหวัดต่างๆ รวมทั้งข้อมูลสนับสนุนของวัฒนธรรมการใช้ประโยชน์ตาลโตนดในพื้นที่ ซึ่งเป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ที่เป็นสิ่งที่เหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมาก และนำเส้นใยอาหาร รวมทั้งเซลลูโลสมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ผงเสริมสุขภาพพร้อมรับประทาน เพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุได้รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ มีเส้นใยและสารสำคัญในการช่วยด้านการขับถ่ายและการลดปัญหาด้านความจำในผู้สูงอายุ ฯลฯ อีกทั้งผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทานและพกพาสะดวก ซึ่งอาจจะรับประทานร่วมกับอาหารเข้า

สิ่งที่สนับสนุนอีกประการหนึ่ง คือ ตำบลบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรามีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตาล แต่ยังไม่มีการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ชุมชนของสำนักงานพัฒนาชุมชน ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์สด เช่น ผลตาลสด น้ำตาลโตนดสด และนำมาแปรรูป เช่น ผลตาลเชื่อม ขนตาล จาวตาลเชื่อม น้ำตาลโตนดแปรรูป เป็นต้น (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการและเกษตรกรในพื้นที่ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา) ซึ่งข้อจำกัดในการพัฒนาไม่ได้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม่สามารถพัฒนามาตรฐานสู่มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ รวมทั้งการพัฒนาเป็นนวัตกรรมใหม่ และไม่ได้นำวัฒนธรรมภูมิปัญญาที่มีมาในอดีตมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับคนในยุคใหม่

ต้นทุนทางสังคมของมหาวิทยาลัย ได้มีพื้นที่บริการในส่วนของชาวชุมชนบางคล้าที่เป็นกลุ่มผู้สูงอายุ โดยสำนักงานอำเภอบางคล้าได้มีกลุ่มชุมชนที่เป็นชมรมผู้สูงอายุในพื้นที่ที่มีความต้องการในการดูแลรักษาตนเอง และจำนวนผู้สูงอายุในชุมชนที่เป็นคนในพื้นที่และเป็นผู้บริโภคมีจำนวนเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ทำให้ต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุโดยใช้ผลผลิตของตาลโตนดเป็นส่วนประกอบหลัก เนื่องจากบุคคลกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มักมีปัญหาในด้านการขับถ่าย และปัญหาด้านความจำ ดังนั้นสารสำคัญใน

ตาลโตนด เช่น เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนด หรือสารประกอบฟีนอลิก ประเภทโพลีฟีนอล ซึ่งจะช่วยให้สภาพหรืออาการที่เกิดขึ้นบรรเทาลง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้เกิดการส่งเสริม การอนุรักษ์ และเห็นความสำคัญของตาลโตนดที่มีอยู่ และเหลือทิ้งจากการเกษตร นอกจากนี้ในตาลโตนดยังมี สารฟลาโวนอยด์ สารเบต้าแคโรทีน ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และควบคุมการสร้างไนตริกออกไซด์ที่จำเป็น ต่อการไหลเวียนโลหิต รวมทั้งการส่งผ่านสารอาหารให้กับเซลล์ประสาทอีกด้วย อีกทั้งมหาวิทยาลัยยังมีการ **จัดตั้งโครงการศูนย์สุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในจังหวัดฉะเชิงเทรา** กรณีถ้าได้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดที่เป็นอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ก็เกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับผู้สูงอายุที่เป็นอาหารสุขภาพที่สามารถรับประทานได้ สะดวก และเหมาะกับการพกพาไปในสถานที่ต่างๆ

ด้วยเหตุผลทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำผลผลิตทางการเกษตรจากตาลโตนดซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีจำนวนกว่า 2 แสนกว่าตัน (สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2561) ซึ่งให้ปริมาณผลผลิตลontonตาลประมาณ 3,400 ตันต่อปี สำหรับส่วนลontonตาลอ่อนที่สามารถนำมาใช้ในการแปรรูปและบริโภคได้มีปริมาณร้อยละ 75.34 ของผลผลิตทั้งหมด และส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 24.66 เป็นส่วนของกากตาลโตนดที่มีลักษณะเป็นเนื้อแข็ง เส้นใยมีลักษณะหยาบ ไม่สามารถนำมาแปรรูปได้ ซึ่งถูกทิ้งหรือจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ราคาถูก ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาการนำกากตาลโตนดมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในภาคเกษตรและภาคอุตสาหกรรม ประกอบกับมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากตาลโตนดมาผลิตเส้นใยอาหารผง เพื่อนำมาใช้เป็น functional ingredients ในการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและสารสำคัญของกากตาลโตนดที่คัดทิ้งเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณสมบัติในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะเส้นใยอาหารที่ผลิตทางการค้า และ 3) เพื่อพัฒนาการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มสู่อาหารเพื่อสุขภาพรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ เพื่อมาเพิ่มโอกาสในการบริโภคของนักท่องเที่ยวกลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มชมรมผู้สูงอายุของอำเภอบางคล้า และกลุ่มของผู้สูงอายุของศูนย์สุขภาพของผู้สูงอายุของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าเกษตรของชุมชนชาวปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยเฉพาะกากตาลโตนด และสร้างนวัตกรรมใหม่ รวมทั้งสร้างความภาคภูมิใจในสินค้าท้องถิ่นที่เป็นอัตลักษณ์ โดยอาศัยกระบวนการวิจัยและพัฒนา การสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกที่มีศักยภาพในจังหวัด และสร้างช่องทางการตลาดนำไปสู่การสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจของจังหวัดฉะเชิงเทราซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ที่กำหนดวิสัยทัศน์ภาคเกษตรก้าวไกลด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตลาดนำการผลิต ชีวิตเกษตรกรมีคุณภาพ ทรัพยากรเกษตรมีความสมดุลและยั่งยืน โดยเน้น

ส่งเสริมให้เกษตรกรและสถาบันเกษตรกรยกระดับผลิตภาพ ประสิทธิภาพ คุณภาพมาตรฐาน รวมทั้ง สอดคล้องและสนับสนุนในการพัฒนาแผนงานพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (พ.ศ. 2560-2564) ในการพัฒนาคัลสเตอร์เกษตรแปรรูป ซึ่งเป็นคลัสเตอร์เป้าหมายในการพัฒนาพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจภาค ตะวันออก และสอดคล้องกับนโยบายของประเทศในเรื่องการเข้าถึงอาหารและการได้มาซึ่งอาหารที่เหมาะสม ของผู้สูงอายุ กำลังเป็นปัญหาสำคัญในสังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) ทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยมีจำนวน ผู้สูงอายุที่อยู่คนเดียวมากขึ้น เนื่องจากผู้สูงอายุมีข้อจำกัดในเรื่องการออกไปจับจ่ายหาซื้ออาหารด้วยตนเอง ซึ่งรัฐบาลมีแนวทางนโยบายรองรับกับสถานการณ์ดังกล่าวเป็นการสนับสนุนทั้งในภาคสังคมและเศรษฐกิจ ควบคู่กันไป (นโยบายยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและสารสำคัญของกากตาลโตนดที่คัดทิ้งเพื่อค้นหา เอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ
- 2) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะเส้นใยอาหารและเซลลูโลสที่ ผลิตทางการค้า
- 3) เพื่อพัฒนาวิธีการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดโตนดเพื่อสร้าง ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ
- 4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ นำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้จะเน้นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและสารสำคัญของกากตาลโตนดที่คัด ทิ้งเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และ เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะเส้นใยอาหารและเซลลูโลสที่ผลิตทางการค้า หลังจากนั้นพัฒนาการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อ สุขภาพสำหรับกากตาลโตนด รวมทั้งถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหารเพื่อ สุขภาพสำหรับผู้สูงอายุนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่เหมาะสม

นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังมีการบูรณาการของรูปแบบและกระบวนการผลิตตามความต้องการของธุรกิจการแปรรูปในระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของผลผลิต โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างนักวิจัยกับเกษตรกร ผู้ประกอบการ นักศึกษาและภาครัฐ แบ่งประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

- 1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา
- 2) กลุ่มตัวอย่างतालโตนดที่ใช้ได้มาจากชุมชนปากน้ำ เขตอำเภอบางคล้า จังหวัด ฉะเชิงเทรา
- 3) ระยะเวลาการเก็บข้อมูลและทำวิจัย ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 กันยายน

พ.ศ. 2563 (1 ปี)

4) การวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม
ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทราสำหรับนำไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ลักษณะทางประสาทสัมผัส และทดสอบความชอบของผู้บริโภคตลาดส่งออกเป้าหมาย กรณีศึกษา : กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตอนที่ 2 เป็นการคัดเลือกตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 3 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการส่งออกสำหรับการค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ โดยวิเคราะห์หาคุณค่าโภชนาการ เส้นใยโดยรวม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu เบต้าแคโรทีน วิตามินซี และวิเคราะห์สารกลุ่มฟีนอลิกโดยใช้เทคนิค HPLC(DAD) รวมถึงฤทธิ์การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลองด้วยวิธี Ferric reducing / antioxidant power (FRAP) assay, DPPH radical scavenging activity

ตอนที่ 4 เป็นศึกษากากตาลโตนดที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 5 เป็นศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 6 เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุจากกากตาลโตนดให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์

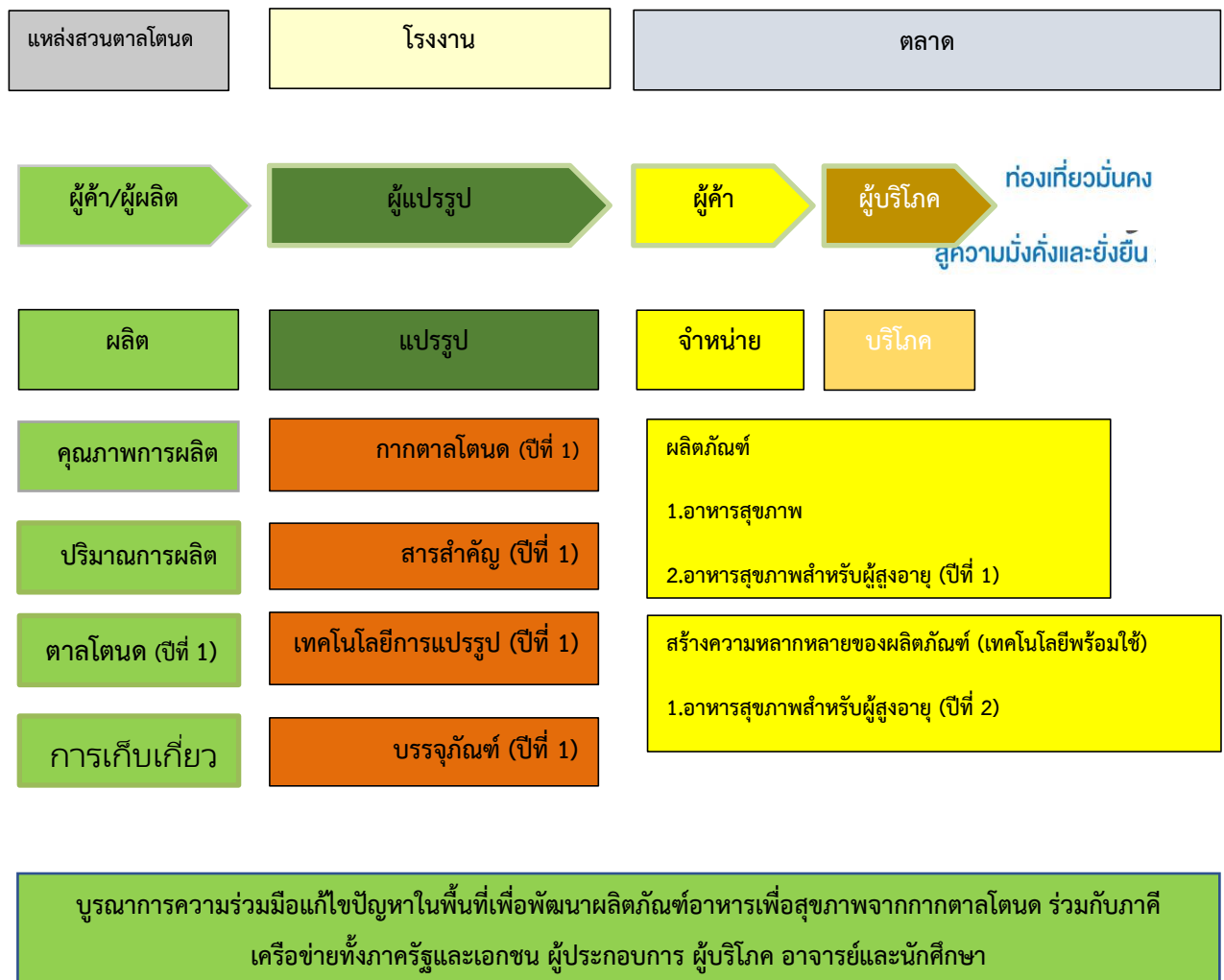
ซึ่งจากขั้นตอนการวิจัยทั้ง 6 ขั้นตอน จะได้ต้นแบบของนวัตกรรมการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- 1) ประโยชน์ด้านสังคมและชุมชน กระตุ้นให้ชุมชนอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เกิดพลังแห่งการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และวัฒนธรรมอาชีพการนำผลผลิตจากตาลโตนดมาใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่ม ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ทรงคุณค่าได้รับการถ่ายทอด พัฒนาและต่อยอดบนฐานวิถีชีวิตชุมชน มีการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับภูมิปัญญาสมัยใหม่โดยไม่ถูกตัดตอน
- 2) ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์กากตาลโตนดที่เหลือทิ้งจากภาคการเกษตร และภาคอุตสาหกรรม ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และยกระดับคุณภาพให้ได้มาตรฐานสากลเพื่อประโยชน์ในการส่งออกเกิดแนวทางการจัดการทรัพยากรชีวภาพและการพัฒนาชุมชนบนต้นทุนของชุมชน สร้างรายได้ให้กับชุมชน เพื่อประชาชนมีความสุขตามนโยบายสานพลังประชารัฐ
- 3) ประโยชน์ด้านวิชาการ ได้บทความวิจัย ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติจดสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ และบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กและเยาวชน ถ่ายทอดสู่สังคม

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



เป้าหมายที่ 1 กากตาลโตนดที่เหลือทิ้งจากภาคการเกษตรและภาคอุตสาหกรรมมีมูลค่าเพิ่มขึ้น

เป้าหมายที่ 2 การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) และเพิ่มโอกาสการเข้าถึงอาหารและการได้มาซึ่งอาหารที่เหมาะสมของผู้สูงอายุ

Output 1 : พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุร่วมกับผู้ประกอบการเพื่อเพิ่มมูลค่าของกากตาลโตนด (เป้าหมายที่ 1 และ 2)

1.6 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

1.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตาลโตนด

ตาลโตนด เป็นพืชตระกูลปาล์มชนิดหนึ่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* Linn. มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Palmyra Palm หรือ Lontar หรือ Fan Palm ในประเทศไทย มีชื่อหลายชื่อคือในภาคกลางเรียกว่า “ ต้นตาลโตนด ” หรือเรียกสั้นๆ ว่า “ ต้นตาล ” ภาคใต้เรียกว่า “ ตาลโตนด ” หรือ “ ต้นโหนด ” ต้นตาลโตนดชอบอากาศร้อน ชอบขึ้นในดินทรายหรือดินปนทราย และดินเหนียวแต่ในที่เปียกมีความชื้นสูง รวมถึงยังเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีพืชคลุม และเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพค่อนข้างแห้งแล้ง

ตาลโตนดเป็นพืชที่มีดอกแบบไม่สมบูรณ์เพศ มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ต้นเพศผู้และต้นเพศเมียจะอยู่คนละต้นกัน ดอกของตาลโตนดจะอยู่บนช่อดอกที่มีลักษณะเป็นกิ่งก้านแขนงช่อดอกยาวแทงออกจากต้นระหว่างกาบใบโค้งงอ ส่วนปลายจะมีลักษณะค่อนข้างแหลมคล้ายวงช้าง เรียกว่า “ วงตาล ” หรือ “ ปลีตาล ” ตาลโตนดมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกาตะวันออก ต่อมาได้แพร่พันธุ์เข้าไปในอินเดีย ศรีลังกา และกลุ่มประเทศในแถบเอเชีย ปัจจุบันมีมากในแถบทวีปเอเชีย อินเดีย ศรีลังกา พม่า กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย สำหรับประเทศไทยพบมากในพื้นที่เขตภาคกลางในแถบจังหวัดเพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ฉะเชิงเทราและภาคใต้แถบจังหวัดสงขลา เป็นต้น ในอดีตโบราณกาล ตาลโตนดเป็นพืชที่มีมาแต่ดึกดำบรรพ์ ตาลโตนดปัจจุบันเป็นพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกโดยธรรมชาตินับเป็นเวลาหลายล้านปีมาแล้ว การคัดเลือกพันธุ์โดยมนุษย์มีน้อยมาก

1.6.2 ลักษณะทางสรีรวิทยาและนิเวศวิทยาของตาลโตนด

ลำต้นของตาลโตนด เป็นพืชลำต้นเดี่ยว (single stem) ซึ่งสามารถเจริญเติบโตเพียงต้นเดียวไม่มีการแยกหรือแตกหน่อ ลักษณะลำต้นมีขนาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 ฟุต โดยที่ลำต้นจะเป็นลำต้นตรงผิวสีดำ โคนต้นมีลักษณะอวบใหญ่เมื่อวัดโดยรอบประมาณ 1 เมตร และมีเส้นแข็งเหนียวสีดำโดยรอบ ความสูงจากพื้นดินถึงยอดต้นตาลประมาณ 25-35 เมตร

ใบตาล มีลักษณะยาวใหญ่คล้ายพัด ต้นหนึ่งมีประมาณ 25-40 ใบ ซึ่งขึ้นอยู่กับอายุของต้นตาล ลักษณะของใบย่อยมักจะเรียกว่า segment ซึ่งจะแตกออกจากจุดๆเดียวกันที่ก้านใบ ตามขอบทางจะมีหนามสีดำติดอยู่ ซึ่งยอดตาลประกอบด้วยใบตาล มีสีเขียวเข้มเป็นวงกลม รัศมีประมาณ 4 เมตร ถ้าต้นตาลต้นใดไม่ได้ใช้ใบเป็นประโยชน์ จะมีสีน้ำตาลอ่อนและจะห้อยแนบกับลำต้น และคลุมบริเวณส่วนคอของตาล

รากตาล หาอาหารได้มาก รากเป็นเส้นกลมยาว เป็นกระจุกคล้ายมะพร้าวแต่แห้ง ลึกลงไปในดินและไม่แผ่ไปตามผิวดินเหมือนรากมะพร้าว ฉะนั้นจึงไม่รบกวนต้นข้าว เมื่อปลูกลงบนคันนา รากของตาลโตนสามารถหยั่งลงไปในดินได้ลึกมาก จึงยึดกับดินได้ดี โอกาสที่จะโคนล้มหรือถอนรากเป็นไปได้อย่างยาก จึงได้ปลูกเพื่อเป็นหลักในการแบ่งเขตของคันนาหรือเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับดินในบริเวณทำการท่อน้ำเข้านา

ดอกตาลโตน เป็นพืชที่ต้นผู้กับต้นเมียแยกกัน ช่อดอกของต้นผู้แตกแขนงออกเป็น 2 – 4 งวงต่อกันช่อยาวงวงละประมาณ 30 – 40 เซนติเมตร ในแต่ละงวงจะมีดอกเล็กๆ ต้นผู้ต้นหนึ่งๆ จะมีช่อดอก 3 – 9 ตัวเมียจะออกช่อดอกหลังตัวผู้เล็กน้อย มีประมาณ 10 กว่าช่อขนาดเล็กและชุ่มหวานมากกว่า ในแต่ละช่อจะมีดอกน้อยกว่าตัวผู้ (ประมาณ 10 ดอก ในช่อกลุ่มที่มีงวง 3 งวง) ทั้งต้นผู้และต้นเมียจะทยอยออกช่อดอกเรื่อย ๆ แม้จะมีจำนวนน้อยแต่ก็สามารถเก็บร่อนน้ำตาลได้ตลอดปี

ผลตาลโตน จะให้ดอกให้ผลหลายครั้งจนกว่าจะแก่ตายไป ผลอ่อนมีสีเขียวติดอยู่บนทะลายคล้ายมะพร้าว ผลแก่จัดมีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำเป็นมัน ผลโตขนาดเท่าผลส้มโอภายในเป็นเส้นละเอียด เมื่อสุกจะเป็นสีเหลืองแก่ เนื้อประกอบด้วยแป้งและน้ำตาล ทะลายหนึ่งมีประมาณ 10 – 15 ผล ผลหนึ่งจะมีเมล็ด 1 – 4 เมล็ด อยู่ภายใน จะมีลักษณะแบนๆ ยาวประมาณ 3 นิ้ว กว้าง 2 นิ้ว และหนาประมาณ ½ นิ้ว

ส่วนประกอบของผลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) Exocarp เป็นเปลือกชั้นนอก 2) Mesocarp เป็นส่วนประกอบของเส้นใยสด 3) Endocarp เป็นเปลือกหรือกะลาแข็งหุ้มเมล็ดไว้

ตาลโตนสืบพันธุ์จากเมล็ดอย่างเดียวทำได้โดยนำเมล็ดแก่ที่ตกอยู่ตามโคนต้นมาฝังดิน ลึกประมาณ 10 เซนติเมตรหลังจากนั้น 2 – 3 เดือนก็จะเริ่มงอกในระยะปีแรกๆ การเจริญเติบโตของตาลโตนจะเป็นไปอย่างช้า ๆ โดยเฉลี่ยแล้วปีหนึ่งจะมีใบใหม่เพิ่มขึ้นเพียง 1 ใบเท่านั้น เมื่อตาลโตนอายุ 5 – 6 ปี ลำต้นจะสูงเพียง 1 เมตร หลังจากระยะนี้จะเป็นลำต้นยืดยาวสูงขึ้นปีละ 1 เมตร หลังจากระยะนี้จะเป็นลำต้นยืดยาวจะสูงขึ้นปีละ 30 เซนติเมตร ดังนั้นตาลโตนอายุ 10–15 ปี จะสูงเพียง 4–5 เมตร ถือว่าเป็นระยะเริ่มให้ดอก ผลนักวิจัยเชื่อว่าตาลโตนให้ผลครั้งแรกอายุ 15–20 ปี แต่ชาวบ้านเชื่อว่าตาลโตนจะให้ผลครั้งแรก เมื่ออายุ 15 ปี บางทีลดลงมาเหลือ 12 ปี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การงอกเยื่อหุ้มเมล็ดหรือหน่อ (Opocolon) จะเจริญข้างล่างขณะที่ใบแรกของผลจะงอกออกมา จากนั้นส่วนที่สะสมอาหารภายในเมล็ดก็จะถูกย่อยเป็นคาร์โบไฮเดรตอย่างง่าย โดยส่วนที่สะสมอาหารของใบเลี้ยงและคาร์โบไฮเดรตก็จะถูกนำไปสร้าง Plunule และรากแขนงให้เจริญเติบโตขึ้น

แมนโนเซลลูโลส (Mannocellulose) ของส่วนที่สะสมอาหารภายในเมล็ด จะมาจากการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลกลูโคสโดยอาศัยน้ำตาลแมนโนสเข้าช่วยแต่การทดลองนี้ได้กระทำระหว่างที่วิทยาการเกี่ยวกับแอนไซม์ไม่เจริญก้าวหน้า จึงควรกระทำการยืนยันผลอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้เทคนิคสมัยใหม่

1.6.3 คุณค่าทางโภชนาการจากตาลโตนด

ผลการศึกษาของกนก ตีระวัฒน์ และคนอื่นๆ (2557) รายงานว่า น้ำตาลโตนดสด มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 116 องศาบริกซ์ PH ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ประมาณ 16.8 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลรีดิซิง 1.8 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาลซูโครส 15.0 เปอร์เซ็นต์ นอกจากน้ำตาลโตนดสด ยังมีองค์ประกอบดังนี้ ความถ่วงจำเพาะที่ 29 องศาเซลเซียส ประมาณ 1.058 – 1.077 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ประมาณ 15.–19.7 กรัม / 100 มิลลิลิตร เถ้า ประมาณ 0.11– 0.41 กรัม / 100 มิลลิลิตร โปรตีน (N * 6.25) ประมาณ 0.23– 0.32 กรัม / 100 มิลลิลิตร

ผลการศึกษาของพิทักษ์ณ อนุญญ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง (2556) ได้วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเส้นใยลูกตาล พบว่าเส้นใยลูกตาลที่นำมาทดลองในการวิจัยนี้ มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ปริมาณความชื้น เท่ากับ 8.9 % ปริมาณน้ำ เท่ากับ 1.2 % ปริมาณเถ้า เท่ากับ 1.1 % ปริมาณไขมันและซีดีฟ เท่ากับ 0.8 % ปริมาณลิกนิน เท่ากับ 12.2 % ปริมาณเซลลูโลส เท่ากับ 62.9 % ปริมาณเฮมิเซลลูโลส เท่ากับ 18.4 % และปริมาณเปกติน เท่ากับ 1.6 % และได้กล่าวไว้ว่าเส้นใยลูกตาลเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีปริมาณเยื่อใยหรือส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ยาก ซึ่งเป็นส่วนของผนังเซลล์พืช (เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน) ในปริมาณที่สูง ซึ่งนับว่ามีบทบาทอย่างยิ่งต่อการกำหนดสมบัติของเส้นใย เพราะว่าหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เป็นตัวบ่งชี้ของสมบัติการเป็นตัวดึงดูดน้ำ มีผลทำให้เส้นใยลูกตาลน่าจะสามารถในการดูดซับน้ำได้ และมีความชื้นได้ดี รวมทั้งส่งผลทำให้เส้นใยลูกตาลมีความแข็งแรง และมีความสามารถทนต่อการย่อยด้วยกรดและด่างได้สูง ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของสารเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน แต่เส้นใยลูกตาลอาจจะไม่คงทนต่อการขึ้นรา เนื่องจากเส้นใยลูกตาลเป็นเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติชนิดหนึ่งที่มีปริมาณความชื้นและน้ำอยู่ แต่สามารถป้องกันโดยการเก็บรักษาเส้นใยเมื่อแห้งสนิทในท้องที่มีความชื้นต่ำ (พิทักษ์ณ อนุญญ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, 2556)

1.6.4 ชุมชนผู้ประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

อำเภอบางคล้า อยู่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ระยะทางจากอำเภอบางคล้า ถึง จังหวัดฉะเชิงเทรา ประมาณ 25 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งอำเภอประมาณ 227.9 ตารางกิโลเมตร ตำบลปากน้ำ มี

ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำบางปะกงไหลผ่าน พื้นที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การทำอาชีพเกษตรกรรม

จากการศึกษาของ ลักษณะพร โรจน์พิทักษ์กุล (2550) พบว่าประชาชนในตำบลปากน้ำมีอาชีพรับจ้างทั่วไปร้อยละ 39 ในจำนวนนี้ ร้อยละ 18 อดีตเคยประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดแต่เลิกไป รองลงมาคือค้าขายร้อยละ 17 รับจ้างใน โรงงานอุตสาหกรรมร้อยละ 11 รายได้ภายในครอบครัวร้อยละ 60 คือต่ำกว่า 5,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 24 มีรายได้ 5,001-10,000 บาทต่อเดือน และพบว่าในอดีตชุมชนประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 1 ปัจจุบันเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 9 ที่นิยมคือการเลี้ยงกุ้งกุลาดำตามกระแสน้ำที่ไหลลงคลองในช่วงแรก ต่อมาหลายครัวเรือนต้องประสบกับปัญหาขาดทุน มีหนี้สินจำนวนมากจากการนำเงินมาลงทุนเลี้ยงกุ้งกุลาดำแล้วไม่มีกำไร จึงส่งผลให้ครัวเรือนไม่สามารถปลดภาระหนี้สินได้ หนี้สินร้อยละ 58.16 เป็นหนี้กองทุนหมู่บ้าน ร้อยละ 22.67 เป็นหนี้ธนาคารและร้อยละ 21.33 เป็นหนี้จากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร

การประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดเริ่มเสื่อมถอยลงนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา ในปี พ.ศ. 2546 หน่วยงานภาครัฐได้เข้ามาส่งเสริมฟื้นฟูการประกอบอาชีพแนววัฒนธรรมภูมิปัญญา

ท้องถิ่นตามนโยบายของประเทศ ส่งผลให้การประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลเริ่มฟื้นตัวอีกครั้ง ผลผลิตน้ำตาล ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือ น้ำตาลสด มาตรฐานเลขที่ มผช. 38/2546 และน้ำตาลโตนด มาตรฐานเลขที่ มผช. 113/2546 ผู้ประกอบอาชีพผลิตน้ำตาล มีการรวมกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชนใช้ชื่อว่า “หมู่บ้านน้ำตาลสด”

ในปัจจุบันหมู่บ้านน้ำตาลสดมีการประชาสัมพันธ์เป็นแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดฉะเชิงเทราผ่านเว็บไซต์การท่องเที่ยวต่างๆ ผู้ประกอบการมีการสร้างแพนเพจเฟซบุ๊ก “น้ำตาลโตนดแท้ 100 % - หมู่บ้านน้ำตาลสดปากน้ำบางคล้า” โฆษณาสินค้าน้ำตาลสดและสินค้าอื่นๆ เช่น ขนมจาก ขนมตาล วุ้นลูกตาล ลูกตาลลอยแก้ว จำหน่ายน้ำตาลสดขวดละ 20 – 25 บาท แต่เนื่องจากเป็นของสดเก็บไว้ไม่ได้ จึงไม่มีการจำหน่ายผ่านเฟซบุ๊ก หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงบ นอกจากจะจำหน่ายในพื้นที่เป็นสินค้า OTOP แล้ว แพนเพจจะเป็นหนึ่งในช่องทางจำหน่ายที่มีประสิทธิภาพได้ในอนาคต

1.6.4 ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลสด และทำน้ำตาลโตนด

น้ำตาลโตนดเป็นน้ำหวานที่ได้จากช่อดอกของต้นตาลโตนด (*Borassus flabellifer* Linn.) เป็นพืชตระกูลปาล์มที่สามารถขึ้นได้ในเขตร้อน พบโดยทั่วไปในประเทศอินเดีย ไทย พม่า ศรีลังกา และเขมร (กี๋ ตรีบุลย์, 2527 อ้างถึงใน มนัสวีร์ ไพฑูรย์, 2552) ตาลโตนดในประเทศไทยพบมากที่จังหวัด

เพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ส่วนภาคใต้พบมากที่อำเภอสังขละบุรี อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา และภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบมากในเขตอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทรา จากการสำรวจของกรมส่งเสริมการเกษตรพบว่า สถานการณ์ปลูกตาลโตนดที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในประเทศไทยเรียงตามลำดับเนื้อที่ปลูกมากไปหาน้อย รายจังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา เพชรบุรี นครสวรรค์ และฉะเชิงเทรา ตามลำดับ

ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลสด และทำน้ำตาลโตนดตามภูมิปัญญาดั้งเดิมของไทย มีดังนี้

1. การเลือกต้นตาล

ต้นตาลที่ใช้ทำน้ำตาลโตนดนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นต้นที่มีอายุ 10 ปีขึ้นไป ต้นตาลโตนด หรือที่เรียกกันสั้นๆ จนติดปากว่า ต้นตาล ตาลโตนดมีช่อดอก 2 ชนิดคือ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ส่วนของดอกตัวผู้ที่แตกแขนงออกเรียกว่า “งวงตาล” ส่วนช่อดอกตัวเมียเรียกว่า “ปลีตาล” ซึ่งทั้งสองชนิดให้น้ำหวานได้โดยผ่านกรรมวิธีการปาดงวงตาลและปลีตาล น้ำหวานนี้เรียกว่า “น้ำตาลใส” หรือ “น้ำตาลสด” ที่สามารถดื่มสดได้ทันที โดยทั่วไปเกษตรกรไม่นิยมเก็บน้ำหวานจากต้นตัวเมีย แต่จะปล่อยให้ออกจันทดผลเพื่อเก็บผลตาลมากกว่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) การเลือกต้นตาลคนปาดตาลจะเลือกต้นตาลที่ออกงวงหรือปลีพร้อมที่จะให้น้ำตาลได้

2. การนวดตาล

การนวดตาล เป็นการกระตุ้นให้ต้นตาลรีดน้ำหวานออกมาไว้ที่ดอก หรืองวงตาล ช่วยให้ได้น้ำตาลเยอะ ซึ่งจะใช้เครื่องมือตามแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน มีลักษณะเป็นไม้ 2 ท่อน ผูกติดกันด้านหนึ่ง เหมือนตะเกียบ หรือตัวหนีบขนาดใหญ่ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บน้ำหวานคือ หลังจากช่อดอกบานเป็นจั่นแล้ว ขนาดเท่าลูกมะยมหรือใหญ่กว่า คนทำตาลจะนำไม้มาขีด ขึ้นไปนวดงวงตาลบนต้นทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 5-7 วัน ให้งวงนูน เมื่อนวดเสร็จต้องเอาน้ำเปล่าใส่กระบอกไม้ไผ่ แช่งวงไว้ในน้ำเพื่อเป็นการบ่มงวงตาล และป้องกันแมลงมากินก่อนการปาด

3. การขึ้นตาล ปาดตาล

ช่วงเวลาในการเก็บน้ำตาลโตนดอยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงปลายเดือนพฤษภาคม โดยคนปาดจะขึ้นตาลวันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้ามืดกับช่วงบ่าย เพื่อปาดและรองน้ำตาลเอาไว้ในกระบอกไม้ไผ่ โดยกระบอกไม้ไผ่ที่นำมารองน้ำหวานจากงวงตาล จะต้องนำไปรมไฟเพื่อฆ่าเชื้อ และต้องนำไปตากให้แห้งก่อน หากใช้กระบอกเปียกจะทำให้น้ำตาลสดบูดได้ ก่อนจะรองน้ำตาลต้องใส่เศษไม้พะยอมชิ้นเล็กๆ ลงไปเพื่อกันน้ำตาลบูด คนปาดตาลจะขึ้นไปพร้อมกระบอกไม้ไผ่ ใช้มีดกรีดที่ปลายงวงตาล เพื่อให้ น้ำจากงวงไหลออกมา แล้วใช้กระบอกไม้ไผ่รองไว้ ปล่อยให้ น้ำหวานไหลลงกระบอกจนถึงข้างขึ้นก็ไปเก็บ จากนั้นก็ปาดและรองน้ำหวานต่อ ทำอย่างนี้ทุกวันเรื่อยไปจนน้ำตาลหมด โดยภายใน 1 ปี การทำน้ำตาลสด

จะมีเพียงช่วงเดียว หลังจากนั้นเกษตรกรจะหยุดเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนมีฝนตกชุก และเป็นช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตน้อยลง โดยเฉลี่ยต้นตาลตัวเมียจะให้น้ำตาลสดวันละ 4-5 ลิตร ต้นตัวผู้จะให้น้ำตาลสดวันละ 3 ลิตรต่อต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)

4. การต้มตาล

เมื่อร่อนน้ำตาลลงมาจากต้นตาลแล้ว จะกรองน้ำตาลที่ได้ผ่านผ้าขาวบางใส่กระทะใบบัว เพื่อกรองเศษไม้พะยอมออกก่อนนำขึ้นตั้งไฟ (มักใช้เตาถ่าน) น้ำตาลที่ร่อนมาได้จากต้นตาล หากยังไม่ได้ผ่านการต้ม รสชาติจะหวานอ่อนๆ มีกลิ่นไหม้ๆ เป็นกลิ่นที่มาจากกระบอกไม้ไผ่ที่ร่อนน้ำตาลลงมา การทำน้ำตาลสดให้เก็บได้นานขึ้น จะต้องนำไปต้มให้พอเดือด น้ำตาลสดที่ผ่านการต้มแล้ว จะมีสีเข้มขึ้น ให้รสชาติหวานขึ้น และมีกลิ่นหอม

5. การทำน้ำตาลก้อน

ขั้นตอนการทำน้ำตาลปึก หรือน้ำตาลป๊ีบ จะต้องเคี่ยวน้ำตาลให้เดือดอยู่ประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ น้ำระเหยออกไปให้มากที่สุด ระหว่างต้มต้องคอยตักฟองทิ้ง จากนั้นก็เคี่ยวให้ข้น และกลายเป็นน้ำตาลเหลว สีเข้ม จึงนำไปใส่เบ้าพิมพ์คล้ายถ้วย จะได้น้ำตาลปึก หากนำไปใส่ป๊ีบก็จะได้น้ำตาลป๊ีบ น้ำตาลโตนด จะมีกลิ่นหอม และมีรสชาติกลมกล่อมกว่าน้ำตาลอ้อย และน้ำตาลมะพร้าว

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากต้นตาล นอกจากน้ำตาลสด น้ำตาลปึก น้ำตาลป๊ีบ ยังมีผลจากลูกตาล นำมาทานได้ทั้งแบบสด และแบบเชื่อม ส่วนวงตาลของตาลตัวผู้นำมาอบแห้ง สำหรับต้มกินน้ำ เชื่อว่าสามารถลดเบาหวาน ลดน้ำตาลในเส้นเลือด

1.6.5 การใช้ประโยชน์จากตาลโตนดที่เป็นงานวิจัยในปัจจุบัน

1. ผลิตภัณฑ์เยลลี่และกัม

ทิพวรรณ ทองสุข, ปุณทริกา รัตนธัยวงศ์ และณัฐกานต์ นามมะภูนา (2551) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่และกัมจากน้ำตาลโตนดหรือน้ำตาลปึกเพื่อทดแทนน้ำตาลทรายได้ การศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลโตนดในสูตรต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าสูตรที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลโตนดมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง ค่าคะแนนความแข็ง ความแน่นเนื้อและความเหนียวมากกว่า แต่มีความชุ่มน้ำน้อยกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลโตนดน้อย อย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาอิทธิพลของการทดแทนน้ำตาลโตนดด้วยน้ำตาลทรายแทนน้ำตาลโตนดที่พัฒนาขึ้น พบว่าเยลลี่มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามปริมาณน้ำตาลโตนดที่เพิ่มขึ้น แต่สูตรที่ใช้น้ำตาลทรายแทนน้ำตาลโตนด ทั้งหมดมีคะแนนความหวานสูงสุด คะแนนความแน่นเนื้อ ความเหนียว ความยืดหยุ่นของตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลทราย 100 % น้อยกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

2.ผลิตภัณฑ์สบู่สมุนไพรตาลโตนด

จารุวรรณ ชูสงค์ และไพฑูรย์ ศิริรักษ์ (2557) ได้พัฒนาและยกระดับผลิตภัณฑ์และพัฒนาสบู่สมุนไพรจากตาลโตนดกลุ่มนักท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดสงขลา ให้มีคุณภาพและมาตรฐาน รวมทั้งส่งเสริมการจัดการตลาดของกลุ่ม โดยการใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ผลงานวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทำให้กลุ่มมีศักยภาพในการยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระบวนการผลิต รูปแบบบรรจุภัณฑ์ ระบบบัญชี และการตลาด 2) ผลการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านเวชสำอางของสบู่สมุนไพรตาลโตนด ในการทดสอบฤทธิ์ Anti-microbial activity พบว่าสบู่สมุนไพรตาลโตนดมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา 3) ผลการพัฒนากระบวนการผลิตและผลการพัฒนาบรรจุภัณฑ์แบบมีส่วนร่วม เน้นความเป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่นเพื่อสอดคล้องกับวิถีชีวิตของชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.ผลิตภัณฑ์ตาลโตนดพื้นบ้าน

วาสนา มู่สา (2561) ได้พัฒนาปรับปรุงพันธุ์ตาลโตนด และแปรรูปสินค้าพื้นบ้านเพื่อเพิ่มมูลค่าของพืชท้องถิ่น โดยการนำน้ำตาลสดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม ได้แก่ น้ำตาลแว่น น้ำตาลผง น้ำตาลปึก ไซรัป น้ำส้มสายชูหมัก ไซเดอร์ (น้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่ม) วุ้นน้ำตาลโตนด พลังเชื้อเพลิงเอทานอล และออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ถ่ายทอดเทคโนโลยีในการจัดทำผลิตภัณฑ์ให้แก่ชุมชน พร้อมทั้งจัดตั้งศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี ณ องค์การบริหารส่วนตำบลรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา และกลุ่มแม่บ้านคลองฉนวน อำเภอสังขละบุรี จังหวัดสงขลา และศึกษาการปลูกขยายพันธุ์ และการปรับปรุงพันธุ์ตาลโตนดด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ นำไปสู่การได้มาซึ่งพันธุ์ตาลโตนดที่ดีต่อไปในอนาคต

4. ผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดพร้อมดื่ม

กุสุมา ศรีจันทร์, หงส์หยก อุ่นศรี และศิริวรรณ แดงฉำ (2558) ได้ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นตาลโตนด กรณีศึกษาการเก็บเกี่ยวน้ำตาลสดและการแปรรูป มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวมภูมิปัญญาท้องถิ่นตาลโตนดของจังหวัดเพชรบุรี โดยใช้แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์เชิงลึกเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพเกี่ยวกับตาลโตนด ในพื้นที่อำเภอบ้านลาด และอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาได้แก่ น้ำตาลสดพร้อมดื่ม น้ำตาลปืบ น้ำตาลสดผง เป็นต้น

5. มัฟฟินเนื้อมะพร้าวตาลสุกผสมลูกตาล

ธีรนุช ฉายศิริโชติ และจันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา (2555) ได้ศึกษาต่อยอดจากการพัฒนามัฟฟินเนื้อมะพร้าวตาลสุกโดยนำลูกตาลมาผสมเข้าไปทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย ซึ่งวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตร คุณภาพทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคของมัฟฟินเนื้อมะพร้าวตาลสุกผสมลูกตาล ผลการวิจัยพบว่า

การเพิ่มปริมาณลูกตาลมีผลทำให้มัพฟินมีแนวโน้มของขนาดขึ้นลดลง มีความแข็งแรงและความชื้นเพิ่มขึ้น สูตรที่เหมาะสมของมัพฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล ประกอบด้วยแป้งสาลีเอนกประสงค์ ผงฟู เนยสด น้ำตาลทราย เกลือป่น ไข่ไก่ นมสด กลิ่นวานิลลา เนื้อตาลสุก และลูกตาล และได้ศึกษาคุณภาพทางเคมีด้วย

6. ผลิตรัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนด

ชไมพร เพ็งมาก และสุธาสินี ศรีวิไล (2560) ได้ศึกษาวิธีการทำแห้งของแป้งตาลโตนดโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิที่ 60 65 และ 70 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด และนำไปทดแทนในส่วนผสมแป้งของขนมไทย 3 ชนิด คือ ขนมชั้น ขมน้ำดอกไม้ และขนมปุยฝ้าย เพื่อให้ได้สีและกลิ่นที่เหมาะสม โดยทำการศึกษาอัตราส่วนของแป้งตาลโตนด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 และ 30 และทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี การยอมรับของผู้บริโภคและการศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยบรรจุในภาชนะ 2 ประเภท คือ กล่องพลาสติก PVC และกล่องพลาสติก PVC สวมด้วยถุงพลาสติกชนิด PE

7. เส้นใยอาหารผงจากลอนตาลแก่

รลิตา โอสถานนท์ (2557) ได้ศึกษาชนิดของสารสกัดและระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดลอนตาลแก่ ตลอดจนศึกษาคุณสมบัติใยอาหารที่ได้ เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตใยอาหาร รวมทั้งการสกัดใยอาหารด้วยเอนไซม์แอลฟาอะมิเลส ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน ใยอาหารผงจากลอนตาลแก่ที่สกัดได้ ยังคงมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อเปรียบเทียบกับใยอาหารผงทางการค้าซึ่งมีสีขาว

8. เส้นใยลูกตาลสำหรับผลิตรัณฑ์กระเป๋าดินทาง

วิโรจน์ โภชนกุล และสาธิต พุทธชัยยงค์ (2559) ได้ศึกษาเส้นใยลูกตาลสำหรับผลิตเป็นผลิตรัณฑ์กระเป๋าดินทาง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเส้นใยตาลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ โดยนำเส้นใยลูกตาลมาทำเป็นผลิตรัณฑ์กระเป๋าดินทาง ผ้าที่ทอได้นำไปทดสอบสมบัติทางด้านเชิงกลความแข็งแรงจากการวิจัยพบว่า ผ้าทอลายขัดมีสมบัติต้านทานต่อการขาดได้สูงสุดในทุกระดับความถี่ เส้นด้ายพุ่ง ส่วนความต้านทานต่อแรงดึงกลับพบว่าลายหยาบมีค่าความต้านทานสูงสุด อย่างไรก็ตามลักษณะการใช้งานสำหรับกระเป๋าดินทางนั้น สมบัติที่สำคัญคือความทนทานต่อการขาด

9. สีผงสำหรับผสมอาหาร

กลอยใจ เขยกลินเทศ (2556) ได้ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติมาผลิตสีผสมอาหารด้วยการทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย 2 ชนิด คือ เนื้อตาลสุกแห้งผง และน้ำสกัดใบเตยผง ในการผลิตเนื้อตาลสุกผง ใช้สารเสริมการทำแห้ง 3 ชนิด คือ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด และผงกากแครอต ผลิตน้ำสกัดจากใบเตยผง ใช้สารเสริมทำให้แห้งคือ มอลโทเดกซ์ทริน กับอาร์บิก และผงกากแครอต ผลการศึกษาพบว่า เนื้อตาลผงที่ใช้ผง

กากแครอทเป็นสารเสริมการแห้งมีความหนาแน่นน้อยที่สุด มีสีเหลืองอมส้ม สีเข้มกว่าเนื้อตาลผงที่ใช้แบ่งข้าวเจ้าและแบ่งข้าวโพดเป็นสารเสริม เนื้อตาลผงที่ใช้แบ่งข้าวเจ้าเป็นสารเสริมมีค่าการละลายดีที่สุด เนื้อตาลผงที่ใช้ผงกากแครอทเป็นสารเสริมมีฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

สำหรับงานวิจัยนี้ เรื่อง การใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม เป็นงานวิจัยที่เน้นศึกษาคุณค่าโภชนาการของกากตาลโตนด ที่เหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมาก และนำเส้นใยอาหาร รวมทั้งเซลลูโลสมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ผงเสริมสุขภาพพร้อมรับประทาน เพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุได้รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ มีเส้นใยและสารสำคัญในการช่วยด้านการขับถ่ายและการลดปัญหาด้านความจำในผู้สูงอายุ ฯลฯ อีกทั้งผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทาน และพกพาสะดวก ซึ่งอาจจะรับประทานร่วมกับอาหารเช้า

ประการสำคัญยังไม่มีนักวิจัยท่านใดที่นำเอากากตาลโตนดมาศึกษาคุณค่าโภชนาการ และสารสำคัญของตาลโตนดในพื้นที่อำเภอบางคล้า ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีลักษณะเป็นดินเปรี้ยว มีผลทำให้ผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่มีรสชาติดี กลมกล่อม และมีคุณภาพ ยกตัวอย่างเช่น มะม่วงบางคล้า เป็นต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาคุณค่าโภชนาการที่สำคัญของกากตาลโตนดที่น่าจะมีคุณค่าโภชนาการอื่นที่แตกต่างจากพื้นที่จังหวัดต่างๆ

สิ่งที่สนับสนุนอีกประการหนึ่ง คือ ชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตาล แต่ยังไม่มีการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์สด เช่น ผลตาลสด น้ำตาลโตนดสด และนำมาแปรรูป เช่น ผลตาลเชื่อม ขนตาล จาวตาลเชื่อม น้ำตาลโตนดแปรรูป เป็นต้น (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการและเกษตรกรในพื้นที่ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา) ซึ่งข้อจำกัดในการพัฒนาไม่ได้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ไม่สามารถเก็บรักษาได้ระยะเวลานาน รวมถึงไม่สามารถพัฒนามาตรฐานสู่มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ อีกทั้งยังไม่มีการพัฒนาเป็นนวัตกรรมใหม่ และไม่ได้นำวัฒนธรรมภูมิปัญญาที่มีมาในอดีตมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับคนในยุคใหม่

1.6.6 บริบทของชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

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

สภาพพื้นที่ชุมชนปากน้ำเป็นที่ราบลุ่ม มีการทับถมของตะกอนน้ำจากแม่น้ำบางปะกง ทำให้พื้นที่ในปัจจุบันมีระดับความสูง 4-9 เมตรจากระดับน้ำทะเล นอกจากนี้มีคลองเล็กๆต่างๆที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และขุดขึ้นเพื่อให้ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมากที่สุด รวมทั้งการอุปโภคและบริโภค สภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว มีสภาพเป็นกรดและถูกยกพื้นที่ให้เป็นร่องสวนเพื่อกักเก็บน้ำจืด ไว้ใช้ในช่วงที่มีปริมาณน้ำเค็มหนุนมา โดยช่วงน้ำจืดระหว่างเดือน พค - ธค และช่วงน้ำเค็ม ระหว่างเดือน มค - เมย สำหรับภูมิอากาศของชุมชนปากน้ำ มีสภาพเช่นเดียวกับพื้นที่แห่งอื่นๆ คือ แบ่งออกเป็น 3 ฤดู โดยช่วงประมาณเดือน มีค - พค เป็นฤดูร้อน ฤดูฝนเริ่มเดือน มิย - ตค ฤดูหนาว เริ่มเดือน พย - กพ แต่บางปีอากาศเปลี่ยนแปลงไป โดยต้นปีฤดูร้อนอาจจะเริ่มตั้งแต่ปลายเดือน กพ ก็ได้

การประกอบอาชีพของชุมชนปากน้ำ จากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน และชาวบ้านในชุมชนปากน้ำ พบว่า ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพหลากหลาย เช่น ทำสวน เลี้ยงสัตว์ โดยกลุ่มชาวสวน สวนที่นิยมทำได้แก่ สวนมะม่วง ซึ่งมักจะเป็นมะม่วงพันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย ฟ้าลั่น มั่นเดือนแก้ว นอกจากนี้ยังมีสวนมะพร้าว สวนพุด สวนหมาก และมักจะทำสวนในพื้นที่ร่องสวน มีลักษณะเป็นพื้นที่ริมสวนที่ยกคันดินสูงขึ้น การระบายน้ำในร่องสวนจะใช้ประโยชน์จากตาล ชวนสวนจะนำลำต้นมาทะลุตรงกลางลำต้น กลวงให้เป็นรู ใช้แทนท่อน้ำฝังไว้ในคันดินเป็นทาง โดยใช้ระบายน้ำเข้าสวน คันดินนี้จะมีประโยชน์ในการป้องกันน้ำท่วมได้ด้วย ประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่มักจะประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด เนื่องจากเป็นผลผลิตที่ได้รับความนิยมสำหรับนักท่องเที่ยว และคนในพื้นที่ เพราะมีรสชาติหอมหวาน อร่อย และกลมกล่อม การประกอบอาชีพดังกล่าวมีทั้งในที่สาธารณะ และพื้นที่ครอบครอง รวมทั้งมีผลผลิตตลอดทั้งปี

วัฒนธรรมการประกอบอาชีพการทำน้ำตาลโตนด ได้สร้างรายได้ในมูลค่าสูงขึ้น และเป็นรายได้ต่อชุมชนตลอดมา จนมาถึงในช่วงปี 2557 พบว่านักท่องเที่ยวสนใจในผลผลิตจำนวนมาก แต่มีความต้องการที่จะนำผลผลิตเก็บได้ในช่วงเวลานานขึ้น และมีความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความสะดวกในการพกพา และรับประทาน ประการสำคัญมีความต้องการเชื่อมโยงสู่วัฒนธรรมประเพณีดั้งเดิมของพื้นที่เพื่อการท่องเที่ยว เช่น วัฒนธรรมการทำน้ำตาลพื้นบ้าน วัฒนธรรมประเพณีการทำบุญป่าตาล เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถนำไปสู่การพัฒนาการท่องเที่ยวในพื้นที่ได้ (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนปากน้ำ, 2561)

ปัจจัยที่เอื้อต่อการอนุรักษ์และส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตาลโตนดให้มีมาตรฐาน มีหลายประการ เช่น 1) การทำน้ำตาลโตนด เป็นการประกอบอาชีพหลักของชาวชุมชนปากน้ำ และมีการสืบทอดวัฒนธรรมภูมิปัญญาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งวัฒนธรรมเหล่านั้นเป็นวัฒนธรรมที่สร้างการพัฒนาสังคมและชุมชน เกิดความรักความสามัคคีของคนในชุมชน สร้างรายได้ให้กับครัวเรือนตลอดมาช้านาน และมีความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มอย่างเป็นรูปธรรม และชัดเจน 2) ต้นตาลโตนดเป็นผลผลิตของชุมชนปากน้ำ และเป็นน้ำตาลพื้นบ้านที่เป็นผลผลิตของชุมชน รวมทั้งมีความต้องการของนักท่องเที่ยวจำนวนมาก

มากในการยกระดับมาตรฐานให้มีการแปรรูปที่หลากหลาย และดึงเอาคุณประโยชน์ตาลโตนดและภูมิปัญญา มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประจำท้องถิ่นที่ตอบสนองสำหรับคนยุคใหม่และการท่องเที่ยวในอนาคต

1.6.7 การพัฒนาพื้นที่เพื่อเป็นชุมชนต้นแบบ

วิลาสินี ศรีสุวรรณ นคร ไชยวงศ์ศักดิ์ และคณะ (2555) ได้ศึกษาการบริการ วิชาการแก่สังคมด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมเพื่อสร้างชุมชนต้นแบบด้านเศรษฐกิจพอเพียง บ้านร่อง ปลายนา จังหวัดเชียงราย และเพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการสร้างชุมชนต้นแบบด้าน เศรษฐกิจพอเพียง บ้านร่องปลายนา จังหวัดเชียงราย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ คือ กลุ่มงาน 3 กลุ่มงาน คือ กลุ่มงานสมุนไพร กลุ่มงานผ้ามัดย้อม และกลุ่มงานโฮมสเตย์ เครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย คือ การสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า บ้านร่องปลายนา เป็นหมู่บ้านต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียงระดับที่ 2 พออยู่พอกิน จากทั้งหมด 4 ระดับ การพัฒนาบ้านร่องปลายนาสู่ชุมชนต้นแบบระดับที่ 3 อยู่ดีมีสุขนั้น จะต้องมีการพัฒนากองทุน รูปแบบสวัสดิการแก่สมาชิก ด้านคุณธรรม/จริยธรรม ด้านลดรายจ่ายและสร้างรายได้ ด้านกิจกรรมการออมที่ หลากหลาย ด้านการใช้ประโยชน์จากข้อมูลชุมชนและแผนชุมชน ซึ่งการบริการวิชาการด้านวิศวกรรมและ สถาปัตยกรรมได้ให้บริการวิชาการที่เป็นเฉพาะส่วน การสร้างรายได้ การใช้ประโยชน์จากข้อมูลชุมชนและแผน ชุมชน และการพึ่งตนเอง โดยพบว่ากลุ่มงานสมุนไพรควรมีการปรับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ แบบให้ผู้เข้า มาดูงาน มีส่วนร่วมให้สอดคล้องกับเวลาของผู้เข้ามาดูงานเพื่อที่จะได้รับผลิตภัณฑ์ที่ร่วมทำการผลิตนั้นกลับไป

นงลักษณ์ จิ๋ว และคณะ (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการถอดบทเรียนความสำเร็จการ เป็นชุมชนต้นแบบด้านเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อนำมาพัฒนาชุมชนบ้านวันน้ำแดง หมู่ที่ 5 ตำบลท่ามะเขือ อำเภอลองขลุ่ จังหวัดกำแพงเพชร โดยมีการดำเนินการพัฒนาชุมชนต้นแบบด้านเศรษฐกิจพอเพียงตาม เกณฑ์การประเมินหมู่บ้านเศรษฐกิจพอเพียงของกระทรวงมหาดไทยกำหนด จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านจิตใจ และสังคม ด้านเศรษฐกิจ ด้านการเรียนรู้ และด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จากการถอดบทเรียน พบว่า มีการดำเนินงานสู่การพัฒนาการเป็นชุมชนต้นแบบด้านเศรษฐกิจพอเพียงระดับกึ่งดีอยู่ดี โดยมีการ ประเมินตัวชี้วัดทั้งหมด 23 ตัวชี้วัด ซึ่งจะต้องผ่าน 17 ตัวชี้วัด และชุมชนได้ผ่าน 22 ตัวชี้วัด

ไชยรัตน์ ปราณี (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับชุมชนต้นแบบที่นำแนวพระราชดำริด้าน เศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในการแก้ไขความยากจน โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษานำแนวทางพระราชดำริไป ใช้ในการแก้ไขปัญหาความยากจนอย่างยั่งยืน จากชุมชนต้นแบบในภูมิภาคต่างๆ จากการวิจัยพบว่า เงื่อนไข การดำรงอยู่ของชุมชนในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียง คือ 1) ทุนทางสังคม 2) ทุนทางทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม 3) ทุนทางความรู้ สติปัญญา/เทคโนโลยี และ 4) นโยบาย/กระบวนการพัฒนาจากภายนอก และจากการศึกษาชุมชนต้นแบบ 38 ชุมชน และลงพื้นที่จริง 6 ชุมชน พบว่า ผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการ สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวพระราชดำริ และพบว่าวิถีการผลิตแบบยังชีพเป็นเงื่อนไข

พื้นฐานที่ทำให้เกิดความเชื่อมโยง ส่วนผลการกำหนดแนวทางในการนำแนวพระราชดำริไปใช้ในการแก้ไข ปัญหาความยากจนในพื้นที่เป้าหมาย พบว่ามี 2 แนวทาง คือ 1) การสร้างความรู้ ความเข้าใจในตนเอง สิ่งแวดล้อม บริหารชุมชน และ 2) การปฏิบัติเพื่อความพอเพียงในระดับตนเอง ครอบครัวและชุมชน

กรมการศึกษานอกโรงเรียน สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้คัดเลือก ชุมชนต้นแบบ ระดับจังหวัด ระดับกลุ่ม และระดับประเทศ เพื่อเป็นการประกาศเกียรติคุณยกย่องชมเชย ชุมชนที่มีผลการดำเนินงานให้เห็นเป็นรูปธรรม โดยมีการกำหนดเกณฑ์ทั้งหมด 5 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้าน กายภาพ 2) ด้านบริหารจัดการ 3) ด้านการส่งเสริมการอ่านและการเรียนรู้ 4) ด้านกิจกรรมและการให้บริการ 5) ด้านผลการดำเนินงาน โดยกำหนดประเด็นในการประเมินดังนี้ 1) ด้านกายภาพ ประกอบด้วย 3 ประเด็น ย่อย ได้แก่ 1.1) การมีบรรยากาศที่เอื้อต่อการอ่านและการเรียนรู้ มีความร่มรื่น มีแสงสว่างเพียงพอ 1.2) มีความสะดวกต่อการใช้บริการ เข้าใช้ได้ง่าย 1.3) มีสิ่งอำนวยความสะดวก มีที่นั่งเพียงพอ 2) ด้านบริหารจัดการ ประกอบด้วย 2 ประเด็นย่อย ได้แก่ 2.1) มีผู้ดูแลและให้บริการ 2.2) ผู้ให้บริการมีจิตบริการ 2.3) มีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม มีแนวทางปรับปรุง พัฒนาเพื่อความเข้มแข็งและยั่งยืน 3) ด้านส่งเสริมการอ่านและการ เรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ประเด็นย่อย ได้แก่ 3.1) มีจำนวนเพียงพอต่อผู้ใช้บริการ 3.2) ตรงตามความต้องการ 3.3) อยู่ในสภาพดี สามารถให้บริการได้ 3.4) มีระบบการหมุนเวียนสื่อ 4) ด้านกิจกรรมและการให้บริการ ประกอบด้วย 2 ประเด็นย่อย ดังนี้ 4.1) เป็นกิจกรรมที่แนะนำ กระตุ้นให้เกิดการอยากอ่านและเรียนรู้ 4.2) มี กิจกรรมสร้างเสริมการอ่านและเรียนรู้ 5) ด้านผลการดำเนินงาน ประกอบด้วย 3 ประเด็นย่อย ดังนี้ 5.1) มีความต่อเนื่องในการใช้บริการของผู้รับบริการ 5.2) มีจำนวนผู้รับบริการเพิ่มในแต่ละช่วงเวลา เช่น เพิ่มขึ้นทุกปี เป็นต้น 5.3) มีเครือข่ายร่วมดำเนินการ

กมลชนก ภูมิชาติ ปรีชา สามัคคี และคณะ (2561) ได้ศึกษาบริบทชุมชนในการดูแล และส่งเสริมผู้สูงอายุ พัฒนารูปแบบชุมชนต้นแบบที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ และประเมินรูปแบบชุมชนต้นแบบที่ เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยและพัฒนา ผสมผสานระหว่างวิธีวิจัยเชิงคุณภาพและวิธีวิจัยเชิง ปริมาณ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ เนื้อหา และใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า ผู้สูงอายุมีโรคประจำตัว ซึ่งเกิดจากการไม่มื ความรู้ในการดูแลตนเอง รวมถึงลูกหลานต้องออกไปทำงานนอกบ้าน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาดูแลไม่ทั่วถึง ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบชุมชนต้นแบบ โดยใช้กระบวนการ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการดูแลและส่งเสริม ผู้สูงอายุ ด้านสุขภาพกายและจิตใจ ด้านอาหารและโภชนาการ ด้านการออกกำลังกาย ด้านที่อยู่และ สภาพแวดล้อม ผลการประเมินรูปแบบชุมชนต้นแบบที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ สามารถนำไปใช้ในการดูแลและ ส่งเสริมผู้สูงอายุ และเป็นแหล่งเรียนรู้หรือเป็นแบบอย่างการปฏิบัติที่ดีแก่ชุมชนอื่นได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์การพัฒนาชุมชนต้นแบบตามแนวทางของกระทรวงสาธารณสุขในการพัฒนาชุมชนต้นแบบที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ สามารถนำไปใช้ในการดูแลและส่งเสริมผู้สูงอายุในพื้นที่ ผู้สูงอายุที่เป็นนักท่องเที่ยว และผู้ดูแลสุขภาพทั่วไป

1.7 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการปรับตัว (Adaptive capability) ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนของจังหวัดฉะเชิงเทราโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมและกระบวนการเรียนรู้ในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราดังมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาภาคการตลาดที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราสำหรับนำไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ลักษณะทางประสาทสัมผัส และทดสอบความชอบของผู้บริโภคตลาดเป้าหมาย

ตอนที่ 2 เป็นการคัดเลือกตลาดและภาคการตลาดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ตอนที่ 3 เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของตลาดและภาคการตลาดที่มีศักยภาพในการส่งออกสำหรับการค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ โดยวิเคราะห์หาค่าโภชนาการ เส้นใยโดยรวม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu เบต้าแคโรทีน วิตามินซี และวิเคราะห์สารกลุ่มฟีนอลิกโดยใช้เทคนิค HPLC(DAD) รวมถึงฤทธิ์การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลองด้วยวิธี Ferric reducing / antioxidant power (FRAP) assay, DPPH radical scavenging activity

3.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการสกัดสารและใช้สำหรับการวิเคราะห์

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้ตัวอย่างตาลโตนด โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เนื่องจากเป็นตลาดที่มีการจำหน่ายตาลโตนดจำนวนมาก นำมาล้างทำความสะอาดแล้วไปวัดค่าความแข็ง โดยวัดค่าแรงกด ทำได้โดยหั่นลอนตาลเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 1x1 เซนติเมตร จากนั้นนำไปวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ที่ใช้หัววัดลักษณะกดเป็น P1 (1 mm Dia Cylinder Aluminium) เพื่อวัดแรงที่กดลงบนลอนตาล โดยค่าแรงกดจะสัมพันธ์กับค่าความแข็ง (hardness) มีหน่วยเป็นกรัม สภาวะที่กำหนดในการวัด มีดังนี้ อัตราเร็วในการเคลื่อนที่หัวกดก่อนการวัด 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราเร็วในการวัด 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราเร็วของการเคลื่อนที่หัว

กดหลังการวัด 10.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทางของการวัด 10 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำลอนตาลโตนดมา บดละเอียดด้วยเครื่องบดอาหารเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำมาวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีดังต่อไปนี้

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญและสารออกฤทธิ์ต่าง ๆ

1) ปริมาณเส้นใยทั้งหมด

ชั่งตัวอย่างกากลอนตาลที่ผ่านการบดแล้ว 2.5 ± 0.0001 กรัม ใส่ลงในถ้วย แก้วที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว จากนั้นนำไปเข้าเครื่องวิเคราะห์หาเยื่อใยด้วยเครื่อง FiberTech เติมกรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้น 0.12 โมลาร์ ที่ร้อนลงไปประมาณ 150 มิลลิลิตร ต้มจนกระทั่งเดือด จับเวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นไล่กรดออกให้หมดและล้างตอด้วยน้ำร้อนประมาณ 35 มิลลิลิตรอีก 2 ครั้ง ไล่น้ำออกให้หมด จากนั้นทำการเติมโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.25 โมลาร์ ที่ร้อนลงไปประมาณ 150 มิลลิลิตร ต้มจนกระทั่งเดือด จับเวลาอีก 30 นาที จากนั้นไล่ด่างออกโดยการล้างเยื่อใยด้วยน้ำร้อน 35 มิลลิลิตรอีก 2 ครั้ง นำถ้วยแก้วที่มีเยื่อใยอยู่ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปเผาให้กลายเป็นเถ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เมื่อเผาจนกลายเป็นเถ้าสีขาวหมด ทิ้งให้เย็นใน Desiccator และชั่งน้ำหนัก คำนวณหาปริมาณเยื่อใยได้ดังนี้

$$\% \text{ เยื่อใยทั้งหมด} = \frac{(\text{น้ำหนักหลังอบแห้ง} - \text{น้ำหนักหลังเผา}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

2) การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ (Gandul-Rojas และคณะ, 1999)

นำตัวอย่าง 40 กรัม เติมด้วยสารละลาย N,N –dimethylformamide (DMF) ที่ทำให้หุ้มตัวด้วยเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCO_3) ตามวิธีของ Minguez – Mosquera และ Garrido – Frenandez (1989) ทำการกรองตัวอย่างด้วยปั๊มสุญญากาศ และทำการสกัดซ้ำจนกว่าจะได้ สารละลายใสไม่มีสี นำสารสกัดที่ได้ทำการสกัดอีกครั้งด้วยเฮกเซนในอัตราส่วนสารสกัด : เฮกเซน (3 มิลลิลิตร : 70 มิลลิลิตร) สารสกัดที่ได้จะแยกออกเป็น 2 ชั้น โดยที่สารสกัดที่ละลายอยู่ในตัวทำละลาย DMF จะเป็นสาร กลุ่มคลอโรฟิลล์ อนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ และแซนโทฟิลล์ สำหรับสารสกัดที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายเฮกเซน จะเป็นสารกลุ่มไขมัน และแคโรทีน นำสารสกัดที่อยู่ในสารละลาย DMF ผสมด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/ปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นำสารสกัดส่วนที่มีคลอโรฟิลล์ และแซนโทฟิลล์ผสมอยู่เทลงในตัวทำละลาย ไดเอทิลอีเทอร์/เฮกเซน อัตราส่วน 1:1 (ปริมาตร/ปริมาตร) และ นำส่วนที่เป็นตัวทำละลายน้ำผสมกับตัวทำละลายไดเอทิลอีเทอร์อีกครั้ง นำสารสกัดที่ได้กรองด้วยเกลือโซเดียม

ซัลเฟต (anhydrous Na_2SO_4) และทำการระเหยจนแห้งภายใต้ความดันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ทำการเก็บส่วนที่ทำแห้งไว้ในตู้แช่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส (สารสามารถเก็บไว้ได้ไม่เกิน 18 ชั่วโมงเพื่อทำการวิเคราะห์ ตัวอย่างควรทำการวิเคราะห์ทันที) โดยการนำมาใช้ให้นำส่วนที่ทำแห้งแล้วละลายด้วยอะซิโตน ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เพื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

3) การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน และสารไลโคปีน

วิธีการสกัด β -carotene และ lycopene ดัดแปลงจาก Speek และคณะ (1985) โดยนำตัวอย่างผลิตผล จำนวน 3-5 กรัม ที่ปั่นละเอียด ใส่ในขวดแก้วสีน้ำตาล (saponification flask) เติม 10% ascorbic acid ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ 2 M ethanolic potassium hydroxide (KOH) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ทำการผสมกันและต้มในอ่างน้ำร้อน 30 นาที ต่อมานำตัวอย่างทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นใส่ 70 มิลลิลิตรของ hexane ทำการเขย่าอย่างต่อเนื่องนาน 2 นาที หลังจากแยกเป็น 2 ชั้น ให้แยกสารชั้นบนใส่ใน ขวดแก้วสีน้ำตาล (separating funnel) ที่มี 5% (w/v) KOH ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ทำการสกัดแยกสาร 2 ครั้งด้วย hexane ปริมาตร 35 มิลลิลิตร ต่อมาล้าง hexane ออกจากสารที่สกัดได้ด้วย 10% (w/v) sodium chloride ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และล้างตะกอนด้วยน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร เพื่อล้าง alkali ออก จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างที่ได้มาทำการระเหยสารสกัดออกด้วยเครื่อง rotary evaporator ภายใต้ความดันในอ่างน้ำร้อนที่ 37 องศาเซลเซียส ละลายสารสกัดที่ได้นำมาด้วย chloroform ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และ methanol ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำสารละลายไปแยกวิเคราะห์หาสาร β -carotene และ lycopene

4) การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

วิธีการสกัด flavonoids ดัดแปลงจาก Junka และคณะ (2007) และ Wang และคณะ (2009) โดยนำตัวอย่างลอนตาล 5 กรัม ของผลิตผลมาปั่นให้ละเอียดในอะซิโตน 80% ปริมาตร 20 ml ที่มีกรดฟอร์มิก 0.2% เขย่าที่ 4°C นาน 6 ชั่วโมง แล้วกรองด้วย Whatman filter paper นำกากมาสกัดซ้ำด้วยอะซิโตนอีก 2 ครั้ง แล้วนำสารสกัดที่ได้มารวมกัน จากนั้นระเหยตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 35°C ในสภาพ กึ่งสุญญากาศด้วยเครื่อง evaporator ปรับปริมาตรสารสกัดด้วยน้ำกลั่นที่มีกรดฟอร์มิก 3% นำสารสกัดมาแยกด้วย C18 Sep-Pak cartridge (Waters) ล้างด้วยน้ำกลั่นที่มีกรดฟอร์มิก 3% เพื่อให้ น้ำตาล กรดอินทรีย์ และสารประกอบอิสระที่ละลายน้ำได้ถูกชะออกมา จากนั้นชะ flavonoids ออกมาด้วย เมทานอล ที่มีกรดฟอร์มิก 3% นำมากรองด้วย membrane filter ขนาด 0.45 μm ก่อนฉีดเข้าเครื่อง HPLC

การตรวจวัดปริมาณ flavonoids โดยเครื่อง HPLC-PAD (LC-20AT prominence liquid chromatograph (Shimazu, Japan) - SPD-M20A Diode array detector (PAD))

5) การวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

5.1 การตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolics) โดยวิธี Folin-Ciocalteus โดยดัดแปลงวิธีของ Zhou and Yu. (2004); Kubola และ Siriamornpun (2008) โดยปิเปตสารละลาย Gallic acid มาตรฐานในแต่ละความเข้มข้นอย่างละ 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารมาตรฐาน Folin- Ciocalteus reagent 0.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นเติมสารละลาย sodium carbonate 20 เปอร์เซ็นต์ (w/v) 3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้วเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 725 นาโนเมตร แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน Gallic acid

5.2 การวิเคราะห์วิตามินซีด้วย HPLC โดยวิธีของ Abushita et al.(1997) โดยทำการชั่งวิตามินซี 10 มิลลิกรัม มาละลายน้ำ 10 มิลลิลิตร จะได้วิตามินซีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ทำการเจือจางความเข้มข้นเป็น 0.125 0.0625 0.3125 และ 0.01625 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร วิเคราะห์แบบ external standard วิเคราะห์วิตามินซี ด้วย HPLC ใช้คอลัมน์ขนาด ขนาด 4.6 x 150 mm, 5 μ m ส่วนเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ประกอบด้วยเมทานอล และ KH_2PO_4 ความเข้มข้น 0.1 โมล ทำการเปลี่ยนอัตราส่วนของเมทานอลและ KH_2PO_4 (gradient) ตลอดการวิเคราะห์ โดยที่เวลาเริ่มต้นให้ เมทานอล : KH_2PO_4 (3:97) เป็นเวลา 5 นาที อัตราการไหลเป็น 0.75 มิลลิลิตร/นาที ไปเป็น 1 มิลลิลิตร/นาที ในนาทีที่ 8 โดยฉีดปริมาตร 20 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงโดย diode array ที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร

5.3 การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิก ด้วยเครื่อง HPLC ดัดแปลงวิธีจาก Dragovic-Uzelac et al. (2005) , Kubola และ Siriamornpun (2008) การแยกสารประกอบด้วยเครื่อง HPLC โดยการใช้คอลัมน์ C18 ขนาด 4.6 x 150 mm, 5 μ m ส่วนเฟสเคลื่อนที่(mobile phase) เป็นระบบ gradient เฟสเคลื่อนที่ A คือ น้ำประกอบด้วยกรดอะซิติก 3 เปอร์เซ็นต์ เฟสเคลื่อนที่ B ประกอบด้วยกรดอะซิติก 3 เปอร์เซ็นต์ อะซิโตนไตร 25 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ 72 เปอร์เซ็นต์ ในระบบ gradient ใน นาทีที่ 0-40 เฟสเคลื่อนที่ A 30 เปอร์เซ็นต์ เฟสเคลื่อนที่ B 70 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเคลื่อนไหล 1 มิลลิลิตรต่อ นาที นาทีที่ 40-45 เฟสเคลื่อนที่ A 20 เปอร์เซ็นต์ เฟสเคลื่อนที่ B 80 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเคลื่อนไหล 1 มิลลิลิตรต่อ นาที นาทีที่ 45-55 เฟสเคลื่อนที่ A 15 เปอร์เซ็นต์ เฟสเคลื่อนที่ B 85 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเคลื่อนไหล 1 มิลลิลิตรต่อ นาที นาทีที่ 55-57 เฟสเคลื่อนที่ A 10 เปอร์เซ็นต์ เฟสเคลื่อนที่ B 90 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเคลื่อนไหล 1 มิลลิลิตรต่อ นาที ระบบการปฏิบัติงาน อุณหภูมิคอลัมน์ 20 องศาเซลเซียส ปริมาตรในการฉีด 20 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงโดย UV –diode array detector ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร

5.4 การวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดย in vitro assays

5.4.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ferric reducing/antioxidant power (FRAP) ดัดแปลงจากวิธีของ Benzie และ Strain (1996); Kubola และ Siriamornpun (2008) โดยนำสารละลาย FRAP reagent จำนวน 1.8 มิลลิลิตร น้ำกลั่น จำนวน 180 ไมโครลิตร และสารสกัดจำนวน 60 ไมโครลิตร หรือ สารละลายมาตรฐาน ใส่ในหลอดทดลองนำไปป้อนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตรโดยใช้สารละลาย FRAP reagent เป็น blank แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเทียบกับกราฟมาตรฐาน $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เพื่อหาความสามารถในการออกฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สำหรับการทำการกราฟมาตรฐาน $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ นำสารละลาย FRAP reagent จำนวน 1.8 มิลลิลิตร น้ำกลั่น จำนวน 180 ไมโครลิตร ปิเปตสารละลาย $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ในแต่ละความเข้มข้น (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 มิลลิโมล) อย่างละ 60 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลองนำไปป้อนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

5.4.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity ดัดแปลงจากวิธีของ Dasgupta และ De (2006), Kubola และ Siriamornpun (2008)

5.5 การวิเคราะห์ปริมาณแทนนินทั้งหมด โดยเตรียม 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมล โดยการชั่ง DPPH 0.04 g /ml ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปผสมด้วยเครื่อง Vortex ปิดด้วยฟอยล์เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C หลังจากนั้นทำการทดสอบตัวอย่างสารสกัดโดยดูดสารสกัดอย่างละ 0.1 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง อย่างละ 3 หลอด จากนั้นปิเปตสารละลาย DPPH ที่เตรียมไว้ใส่หลอดที่ใส่สารสกัดตัวอย่างไปแล้วหลอดละ 3 ml เพื่อให้ทำปฏิกิริยากัน แล้วทำการเขย่า ทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

ตอนที่ 4 ศึกษาวิธีการเตรียมลอนตาลโตนดอบแห้ง โดยนำลอนตาลโตนดที่ผ่านการบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหารความเร็ว 38,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที น้ำหนัก 250 กรัม เคลือบบนถาดสแตนเลส ขนาด 16x22 นิ้ว จากนั้นอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้นที่ระยะเวลาการอบ 0, 1, 2 3 และ 4 ชั่วโมง จากนั้นเลือกระยะเวลาการอบที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ลอนตาลโตนดแห้งที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 18 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2559) เพื่อเก็บรักษาและใช้ในการศึกษาต่อไป

ตอนที่ 5 ศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของลอนตาลโตนดอบแห้ง โดยนำลอนตาลโตนดอบแห้งมาวัดค่า 1) ปริมาณคุณค่าโภชนาการสูง 2) ไขมันและโซเดียมต่ำ 3) มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ 4) รสชาติอร่อย 5) เนื้อสัมผัสนุ่ม เคี้ยวง่าย เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ ฯลฯ

ตอนที่ 6 ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ โดยศึกษาในประเด็น 1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย 2) รับประทานง่าย 3) ผู้ดูแลสามารถจัดหาให้รับประทานได้สะดวกและรวดเร็ว 4) สะดวกในการพกพา ฯลฯ

ตอนที่ 7 การพัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากตาลโตนดและกากตาลโตนดให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์

เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากตาลโตนดและกากตาลโตนดให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์ มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. ศึกษารายละเอียด บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลอนตาล ลอนตาลแปรรูปและผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เช่น บทความ งานวิจัย ฯลฯ ในเรื่อง ลอนตาลลอนตาลแปรรูป และผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ ประวัติความเป็นมา คุณค่าทางโภชนาการ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฯลฯ

2. สำรวจแหล่งประกอบอาชีพแปรรูปลอนตาลที่มีในพื้นที่กลุ่มชุมชนนาร่อง ได้แก่ กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำรวจแหล่งประกอบอาชีพแปรรูปลอนตาลในพื้นที่นาร่อง โดยการสัมภาษณ์ประชาชนในท้องถิ่น เกี่ยวกับแหล่งประกอบอาชีพ จำนวนผู้ประกอบการที่มีอยู่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ความนิยมในการรับประทาน กระบวนการผลิตและแปรรูป แหล่งวัตถุดิบ การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ราคา ฯลฯ

3. ลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล และสัมภาษณ์ พร้อมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์กับผู้ประกอบการแปร
รูปเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา แหล่งวัตถุดิบ การคัดเลือกวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิต การผลิต รวมทั้งการ
พัฒนาระบบการจัดการ นอกจากนี้ทำการบันทึกภาพเพื่อการพิจารณาและสังเคราะห์ข้อมูล

4. พัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุโดย
ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาค้นคว้าส่วนผสมของลอนตาลในการแปรรูปเป็นนวัตกรรมผลิตภัณฑ์
อาหารเพื่อผู้สูงอายุที่เหมาะสม โดยใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นเป็นหลัก

4.2 วางแผนและพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุขึ้นมาใหม่ที่สามารถคง
สภาพคุณค่าโภชนาการสูงสุด รสชาติอร่อย เก็บได้นาน และเพิ่มมูลค่า โดยใช้วิธีการ
ทดลองและทดสอบทางวิทยาศาสตร์ฯ รวมทั้งเป็นสูตรผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ
เช่น

4.2.1 คุณค่าทางโภชนาการพื้นฐาน เช่น ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไฟเบอร์

โปรตีน ไขมัน วิตามินต่างๆ ฯลฯ

4.2.2 สารอินทรีย์ที่บ่งบอกอัตลักษณ์ของตาลโตนดและกากตาลโตนด

4.2.3 จุลินทรีย์ต่างๆ

4.3 ทดลองผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุด้วยสูตรตามที่วางแผนไว้

4.4 วิเคราะห์สมบัติต่างๆ (คุณค่าโภชนาการพื้นฐาน สารอินทรีย์ที่บ่งบอกอัตลักษณ์
ของลอนตาลแปดรีว ไขมัน วิตามินต่างๆ)

4.5 ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยการชิม

4.6 นำสูตรที่ได้รับไปปรับปรุงการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ

4.7 ออกแบบผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุโดยใช้ข้อมูลจากตอนที่ 6 ค้นคว้าและ
ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค

4.8 ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค

4.9 พัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์และประชาสัมพันธ์ชุมชนในท้องถิ่นนำร่อง

5. คัดเลือกผู้ประกอบการที่พร้อมจะเข้าร่วมโครงการวิจัย

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่คัดเลือกร้านที่พร้อมจะเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยคัดเลือกมาจังหวัดละ 3 ร้าน ซึ่งเป็นผู้ประกอบการแปรรูปอาหารที่มีคุณสมบัติดังนี้

5.1 เป็นร้านที่ได้รับความนิยมในชุมชน

5.2 เป็นร้านที่พบปัญหาในด้านการบริหารจัดการ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์

5.3 เป็นร้านค้าที่ยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์

6. วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการวิจัย

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่คณะผู้วิจัยจัดประชุมเพื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการวิจัย โดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมจากการสัมภาษณ์ กำหนดประเด็นในการพิจารณา ดังนี้

- การคัดเลือกวัตถุดิบ
- กระบวนการผลิตอาหารแปรรูป
- เทคนิคในการแปรรูป
- วิเคราะห์คุณค่าสารอาหาร และสารปนเปื้อนในอาหาร

7. นำเสนอข้อมูลสภาพปัจจุบัน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ผลิต เพื่อร่วมกันค้นหาสาเหตุของปัญหา พร้อมทั้งร่วมกันกำหนดแนวทางแก้ไข

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่คณะผู้วิจัยจัดประชุมเพื่อนำเสนอข้อมูลสภาพปัจจุบันของร้านค้า และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ผลิต เพื่อร่วมกันค้นหาสาเหตุของปัญหา พร้อมทั้งร่วมกันกำหนดแนวทางแก้ไข โดยให้ได้บทสรุปของแต่ละสถานประกอบการ ซึ่งแต่ละประเด็นคำถามและการเสนอความคิดเห็น จะเปิดโอกาสให้ผู้ผลิตแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมด้วย และนำคำตอบมาเป็นข้อมูลในการวิจัยต่อไป

8. เริ่มกระบวนการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมเพื่อผลิตนวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุจากกากตาลโตนด

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่คณะผู้วิจัยประชุมเชิงปฏิบัติการและลงปฏิบัติการให้กับผู้ผลิต ผู้เชี่ยวชาญ ตัวแทนจากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด และสำนักงานพัฒนาชุมชน คณะผู้วิจัย ฯลฯ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการแปรรูปผลไม้
- เพื่อกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาการผลิตรูปแบบใหม่
- เพื่อวางแผนการพัฒนาการผลิตผลไม้แปรรูป
- เพื่อดำเนินงานตามแผนงานในการพัฒนา

9. ติดตามและประเมินผลการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมเพื่อผลิตนวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุจากกากตาลโตนด

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่คณะผู้วิจัยติดตามและประเมินผลการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมเพื่อผลิตอาหารที่คงสภาพคุณค่าทางโภชนาการและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ หลังจากที่ได้ผู้ผลิตได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ และร่วมกันวางแผนในการพัฒนาการผลิตร่วมกัน

10. สรุปผลงานวิจัยสำหรับการวิจัยตอนที่ 7

1.8 แผนงานโครงการ

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ด.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของ กิจกรรมใน ปีงบประมาณ
2563	ศึกษากากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราสำหรับนำไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ลักษณะทางประสาทสัมผัส และทดสอบความชอบของผู้บริโภคตลาดเป้าหมาย	x	x	x										10

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของ กิจกรรมใน ปีงบประมาณ
2563	คัดเลือกกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราโดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ			x	x	x								10
2563	วิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราสำหรับการค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ โดยวิเคราะห์หาคุณค่าโภชนาการ เส้นใยโดยรวม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu เบต้าแคโรทีน วิตามินซี และวิเคราะห์สารกลุ่มฟีนอลิกโดยใช้เทคนิค HPLC(DAD) รวมถึงฤทธิ์การทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง ด้วยวิธี Ferric reducing / antioxidant power (FRAP) assay, DPPH radical scavenging activity				x	x	x	x	x					25
2563	ศึกษาวิธีการเตรียมลอนตาลโตนดอบแห้ง					x	x	x	x					5
2563	ศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของลอนตาลโตนดอบแห้ง โดยนำลอนตาลโตนดอบแห้งมา					x	x	x	x					5

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของ กิจกรรมใน ปีงบประมาณ
	วัดค่า 1) ปริมาณคุณค่าโภชนาการสูง 2) ไขมันและโซเดียมต่ำ 3) มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ 4) รสชาติอร่อย 5) เนื้อสัมผัสนุ่ม เคี้ยวง่าย เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ ฯลฯ													
2563	ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ							x	x	x	x			10
2563	พัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากกากตาลโตนดให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์								x	x	x	x	x	35
	รวม													100
2564	พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากกากตาลโตนด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ผงขงพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพ ผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนลงพุง ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลอนตาลผสมธัญพืช (Ice Health) และไซรัปจากลอนตาลเน้นปริมาณโปรแทสเซียมสูงตามธรรมชาติ และมีฟรุติโอโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ที่เป็นพรีไบโอติก และมีแคลอรีต่ำ โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของวิสาหกิจชุมชนจังหวัดฉะเชิงเทรา	x	x	x	x									50
2563	ศึกษารูปแบบการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการเพื่อการขับเคลื่อนนวัตกรรมผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุในปัจจุบัน				x	x	x	x						10

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของ กิจกรรมใน ปีงบประมาณ
2563	ดำเนินการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค และความคิดเห็นต่อเครื่องมือการสื่อสาร การตลาด					x	x	x						10
2563	พัฒนารูปแบบการสื่อสารการตลาดเชิง บูรณาการเพื่อการขับเคลื่อนนวัตกรรม ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสม						x	x	x	x				5
2563	สร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนา นวัตกรรมผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ ต้นแบบจากกากตาลโตนด							x	x	x				5
2563	พัฒนากลุ่มเครือข่ายผู้บริโภคและ การตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ									x	x			5
2563	ถอดบทเรียนการเรียนรู้สู่การพัฒนา ผลิตภัณฑ์เพื่อการตลาดและการส่งออก				x	x	x	x	x	x	x	x	x	5
2563	จัดกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยี							x	x	x	x	x	x	5
	รวม													100
2564	ขยายและพัฒนากลุ่มเครือข่ายผู้บริโภค และผู้ผลิต นำไปสู่การพัฒนาการตลาด โดยถอดบทเรียนการเรียนรู้สู่การพัฒนา ผลิตภัณฑ์เพื่อการตลาดและการส่งออก	x	x	x	x	x								50
2564	พัฒนาระบบเชื่อมโยงนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากกากตาลโตนดของ จังหวัดฉะเชิงเทราที่เชื่อมโยงสู่การ ท่องเที่ยวและตลาดดิจิทัลทั้งในและ ต่างประเทศ				x	x	x	x						40
2564	ถอดบทเรียนการเรียนรู้สู่การพัฒนา ผลิตภัณฑ์เพื่อการตลาดและการส่งออก							x	x	x	x			5

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของ กิจกรรมใน ปีงบประมาณ
2564	จัดกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยี									x	x	x	x	5
	รวม													100

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 บริบทชุมชน

ประวัติชุมชนตำบลปากน้ำ

จากการศึกษาความเป็นมาของชุมชนตำบลปากน้ำ โดยการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน ประชาชนชาวบ้าน และการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องยังไม่พบเอกสารหรือผู้นำชุมชนท่านใดที่ทราบประวัติการก่อตั้งของชุมชนที่แน่นอน แต่มีเอกสารที่ระบุถึงการตั้งเมืองฉะเชิงเทรา และตำบลปากน้ำมีความเกี่ยวข้องกับประวัติศาสตร์ การกู่ขาคีของสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชอย่างชัดเจนในพงศาวดารและตำนานเล่าขานสืบต่อกันมาว่า ตอนที่พม่ายกกองทัพล้อมกรุงศรีอยุธยา ต่อมาพระเจ้าตากสินได้รวบรวมไพร่พลตีฝ่าวงล้อมของพม่าออกมา ได้แล้วมุ่งหน้าเดินทางสู่ภาคตะวันออก โดยการตั้งทัพอยู่ที่ “ปากน้ำเจ้าโล้” ต่อมามีการเรียกชื่อว่า “ปากน้ำโจโล้” น่าจะมาจากชาวจีนที่ส่วนใหญ่มีเสรีภาพในการดำเนินชีวิตไม่ต้องสังกัดมูลนายตามลักษณะการปกครองในสมัยนั้น และจากอิทธิพลจากภาษาจีนที่เรียนง่ายกว่าชื่อฉะเชิงเทรา คำว่า “โจโล้” ชาวจีนหมายถึง ปลากระพง ที่มีชุกชุมในบริเวณปากน้ำและยังมีบริเวณที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ คือ จุดที่สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชเคยยกทัพมาตั้งพักอยู่ที่ปากน้ำก่อนที่จะเคลื่อนย้ายทัพไปตีเมืองจันทบุรี มีการสร้างพระสถูปเจดีย์ไว้เป็นที่ระลึก ซึ่งของเดิมได้พังทลายลงในแม่น้ำบางประกง ปัจจุบันหน่วยงานราชการได้บูรณะซ่อมแซมขึ้นใหม่ในตำแหน่งเดิม โดยจัดเป็นที่พักผ่อนและเป็นแหล่งท่องเที่ยวด้วย สถานที่ดังกล่าวปัจจุบันคือ หมู่ที่ 1 ปากน้ำโจโล้ ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา จากการสัมภาษณ์สำหรับคำว่า “ปากน้ำ” คือเป็นจุดรวมกันของแม่น้ำและคลองสามสาย ได้แก่ คลองท่าลาด ซึ่งเป็นคลองสำคัญไหลมาจากอำเภอนวมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา คลองวัดปากน้ำ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำบางประกง บริเวณที่ประจบกันจึงประกอบด้วย น้ำเค็มจากแม่น้ำบางประกง น้ำจืดจากคลองท่าลาดและคลองวัดปากน้ำ จึงเรียกว่า “ปากน้ำ” สถานที่แห่งนี้เป็นสถานที่สำคัญในประวัติศาสตร์เกี่ยวข้องกับพระมหากษัตริย์ในพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนพรรษา 5 รอบ ณ มณฑลท้องสนามหลวง วันที่ 5 ธันวาคม 2530 มีการทำพิธีตักน้ำจากสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ 3 แห่ง ได้แก่ “ปากน้ำโจโล้” อำเภอบางคล้า น้ำสระมหาชัย อำเภอสนาบชัยเขต น้ำสระหินดาช อำเภอราชสาสน มารวมกันที่โบสถ์วัดปากน้ำเพื่อทำพิธีเสกน้ำศักดิ์สิทธิ์ในวันที่ 11 มิถุนายน 2530 จึงถือว่าปากน้ำโจโล้แห่งตำบลปากน้ำเป็นดินแดนในประวัติศาสตร์ของชาติที่มีสถูปเจดีย์พระเจ้าตากสินให้ประชาชนได้เคารพกราบไหว้ อันเป็นสัญลักษณ์ของชุมชนแห่งนี้

ประวัติความเป็นมาของตาลโตนด

ตาลโตนดจัดเป็นไม้ตระกูลเก่าแก่ตระกูลหนึ่งในโลกซึ่งมีมากกว่า 4,000 ชนิด (Species) เป็นต้นไม้ที่มีอายุยืนนับเป็นร้อยปี และอยู่กับจังหวัดฉะเชิงเทรามาตั้งแต่โบราณกาลและผลิตผลจากต้นตาลโดยเฉพาะน้ำตาลโตนดยังเป็นส่วนผสมที่สำคัญในการทำขนมหวานซึ่งมีชื่อเสียงตั้งแต่ อดีตจนถึงปัจจุบัน

นักชีววิทยามีความเห็นว่า ตาลโตนดน่าจะมียีนกำเนิดทางฝั่งตะวันออกของอินเดียขยายไปสู่ศรีลังกา สหภาพเมียนมาร์ ไทย อินโดนีเซีย กัมพูชา ส่วนในประเทศไทยพบมากที่จังหวัดเพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ส่วนภาคใต้พบมากที่อำเภอสทิงพระ อำเภอรโนด จังหวัดสงขลา การแพร่กระจายของตาลโตนดนั้น นักวิชาการบางท่านให้ความเห็นว่า การแพร่กระจายของตาลโตนดนั้นสัตว์ก็มีส่วนด้วยเหมือนกันเช่นเวลาช้าง

กินเมล็ดตาลโตนดจะกลืนทั้งเมล็ด และช้างจะเดินทางไกลนับเป็นร้อยๆ กิโลเมตรทำให้ตาลโตนดแพร่กระจายจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้เช่นกัน ตรงข้ามกับวัว ควายซึ่งชอบเมล็ดตาลโตนดสุกเหมือนกัน แต่วัว ควายได้แต่แทะและดูดกินส่วนของเส้นใยของเมล็ดตาลพองหมดรสหวานก็จะทิ้งไว้บริเวณเดิม ไม่แพร่กระจายไปสู่ถิ่นอื่น

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ตาลโตนดเป็นพืชตระกูลปาล์มพืชน้ำหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassas flabellifer* L. จัดอยู่ในสกุล *Borassas* ชื่อสามัญ *Palmyra Palm* นักชีววิทยาเชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดในเอเชียตอนใต้แถบฝั่งตะวันออกของอินเดียและกระจายตัวทั่วภูมิภาคเอเชียได้แก่ อินเดีย ศรีลังกา สหภาพเมียนมาร์ กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย สำหรับไทยนั้น ตาลโตนดน่าจะมีการปลูกมาก่อนสมัยทวารวดี เพราะจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ พบว่า เมื่อประมาณพุทธศตวรรษที่ 11-16 ได้มีตราประทับรูปคน ปั่นต้นตาล แสดงว่าในสมัยนั้นได้รู้จักวิธีใช้ประโยชน์จากต้นตาลแล้ว นอกจากนี้ตาลยังถูกบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรมาตั้งแต่สมัยโบราณ เช่น จารึกวัดแดนเมือง จารึกวัดศรีคุณเมือง จารึกวัดศรีเมือง จารึกวัดถ้ำสุวรรณคูหา

ตาลโตนดมีชื่อเรียกกันหลายชื่อด้วยกัน เช่น ตาลใหญ่ ตาลนาไทย ทางภาคเหนือเรียก ปลีตาล ภาคใต้ เรียก โนด เขมร เรียก ตะนอย

ลำต้น ตาลโตนดเป็นพืชลำต้นเดี่ยว (Single stem) ขึ้นจากพื้นดินเพียงต้นเดียว ไม่มีการแตกหน่อ มีขนาดใหญ่เส้นรอบวงประมาณ 2-4 ฟุต ผิวดำเป็นเส้นแข็งมีความสูงจากพื้นดินถึงยอดประมาณ 25-30 เมตร จากข้อมูลของผู้ที่มีอาชีพเกี่ยวกับตาลกล่าวว่า ต้นตาลจะเริ่มตั้งสะเกปหลังจากปลูกประมาณ 3-5 ปี มีความสูงประมาณ 1 เมตรและจะเพิ่มความสูงประมาณปีละ 30-40 เซนติเมตรและผลการประกวดต้นตาลที่สูงที่สุดในจังหวัดเพชรบุรี ปี 2538 ปรากฏว่าต้นที่สูงที่สุดอยู่ที่ตำบลโรงเข้ อำเภอบ้านลาด สูงถึง 37.22 เมตรและเป็นต้นที่ยังคงให้ผลผลิตอยู่

ใบ มีลักษณะยาวใหญ่เป็นรูปพัด (Palmate) ใบจะมีใบย่อยเรียกว่า Segment จะแตกจากจุดๆ เดียว ขอบก้านใบจะมีหนามแข็งและคมติดอยู่เป็นแนวยาวคล้ายใบเลื่อย ยอดตาลประกอบด้วยใบตาลประมาณ 25-40 ใบมีสีเขียวเข้มล้อมรอบลำต้นเป็นรัศมีประมาณ 3-4 เมตร ใบแก่สีน้ำตาลห้อยแนบกับลำต้นใน 1 ปีจะแตกใบประมาณ 12-15 ใบหรือเฉลี่ยเดือนละ 1 ใบ

ดอก ออกดอกเป็นช่อ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่คนละต้น ช่อดอกตัวผู้จะมีลักษณะเป็นวงยาวประมาณ 30-40 เซนติเมตรโดยมีกระโปงห่อหุ้มอยู่ ภายในกระโปงจะมีช่อดอกตัวผู้ประมาณ 10-15 ช่อ การออกของกระโปงจะออกเวียนรอบคอประมาณ 10-15 กระโปงต่อต้นใน 1 ช่อดอกประกอบด้วยดอกตัวผู้มากน้อยแล้วแต่ความสมบูรณ์ของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียจะออกจากกระโปงเหมือนกัน จะรู้ว่าเป็นดอกตัวผู้หรือดอกตัวเมียเมื่อออกกระโปงแล้วเท่านั้น โดยสังเกตลักษณะของกระโปงคือถ้ากระโปงปลายแหลมจะเป็นตัวผู้และถ้าผิวกระโปงมีลักษณะเป็นคลื่นๆ จะเป็นตัวเมีย ช่อดอกตัวเมียจะมีลักษณะเป็นทะลายมีผลตาลเล็กๆติดอยู่ ถ้า 1 กระโปงมี 1 ทะลายจะได้ทะลายที่มีผลขนาดใหญ่ เต๋ามีขนาดใหญ่และสวย แต่ถ้า

1 กระโปงมีมากกว่า 1 ทะลายจะได้ผลที่มีขนาดเล็ก คุณภาพของผลไม่ดีเท่าที่ควรและเกษตรกรยังไม่เคย ตัดแต่งให้เหลือแค่ 1 ทะลายต่อ 1 กระโปงแต่อย่างใด

ผล ผลจะเกิดกับต้นตัวเมียเท่านั้น โดยจะออกเวียนรอบต้นตามกาบใบ คือ 1 กาบใบจะออก 1 กระโปงใน 1 ปีจะออกประมาณ 10-12 กระโปง ใน 1 กระโปงจะมีช่อดอก 1-3 ทะลายและใน 1 ทะลายประกอบด้วยผลตาลอ่อนประมาณ 8-15 ผลและใน 1 ผลจะมี 2-4 เมล็ดเมื่อผลตาลแก่จัด (สุก) จะมีกลิ่นหอม จากการศึกษาพบว่า เนื้อตาลสุกประกอบด้วยแป้งและน้ำตาล เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมของแคโรทีนอยด์ซึ่งให้สีเหลืองใช้แต่งสีขนมต่างๆ เช่น ขนมตาล ขนมเค้ก ขนมขี้หนูและ ไอศกรีม

ส่วนประกอบของผล แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

1. เปลือกชั้นนอก ผิวเรียบเป็นมันเรียกว่า Exocarp

2. ส่วนที่เป็นเส้นใยเรียก Mesocarp

3. ส่วนที่เป็นกะลาแข็งหุ้มเมล็ดเรียกว่า Endocarp เมื่อผลตาลแก่จัด (สุก) จะมีกลิ่นหอม จากการศึกษาพบว่าเนื้อตาลสุกประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมของแคโรทีนอยด์ซึ่งให้สีเหลือง ใช้แต่งสีขนมต่างๆ เช่น ขนมตาล ขนมเค้ก ขนมขี้หนูและไอศกรีม

2.3 สภาพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดในอดีตจนถึงปัจจุบัน

จากการสำรวจและการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักที่ประกอบอาชีพการผลิตจากตาลโตนดทั้งในอดีตและปัจจุบัน ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ สภาพการผลิตน้ำตาลในช่วงปีที่ผู้ให้สัมภาษณ์ พورهักได้ ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นยุคแรกที่มีการประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดกันอย่างเฟื่องฟู เป็นช่วงที่มีการผลิตน้ำตาลเจริญรุ่งเรืองที่สุด ต่อมาเป็นสภาพการผลิตน้ำตาลในช่วงกลาง ช่วงเวลานี้นับได้ว่าเป็นช่วงเวลาของการศึกษาอาชีพการผลิตน้ำตาลเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงลดน้อยลง และช่วงที่สาม เป็นช่วงเวลาของการศึกษาอาชีพการทำน้ำตาล ของชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ในสภาพปัจจุบัน สรุปได้ดังนี้

ยุคแรก : สภาพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดในอดีต

ในช่วงปี พ.ศ. 2502-2529 จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักปราชญ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการในการทำน้ำตาลจากตาลโตนด กล่าวว่า เป็นยุคที่มีการทำน้ำตาลที่บ้านเจริญรุ่งเรืองที่สุด มีการทำตาลกันแทบทุกหลังคาเรือนตลอดลำคลองในตำบลปากน้ำ โดยทำตาลสลับกับการทำนา ฤดูหนาวประมาณเดือนธันวาคมไปจนถึงเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่น้ำตาลให้ผลผลิตมาก ผู้ประกอบการอาชีพนี้ บางครัวเรือนกินนอนอยู่ในป่าตาล หัวหน้าครอบครัวเรือนจะทำหน้าที่ขึ้นตาลเพื่อนำกระบอกน้ำตาลสดที่รองไว้ลงมาและวางไว้ที่พื้น โดยรอบต้นตาลแต่ละต้น สมาชิกในครอบครัว ได้แก่ ภรรยา และบุตร จะทำหน้าที่มาหิ้วหรือหาบกระบอกตาลที่มีน้ำตาลสดไปต้มเคี่ยวที่บ้าน โดยแต่ละเที่ยวจะต้องนำน้ำตาลที่ได้จะนำกระบอกไม้ไผ่สำหรับการรองน้ำตาลเปล่ามาวางไว้เพื่อนำขึ้นไปสับเปลี่ยนกระบอกที่มีน้ำตาลลงมาน้ำตาลที่ได้จะนำมาต้มเคี่ยวจนงวดเสร็จ

แล้วนำมาห่อด้วยกาบกล้วยตากแห้งเพื่อกันชื้น ชาวบ้านเรียกว่า น้ำตาลงบ สำหรับต้นตาลโตในรุ่นแรกที่ได้สืบทอดมาจากบรรพบุรุษมีลำต้นสูงมากขึ้นเรื่อยๆ ชาวบ้านได้ตัดขาย มีทหารนำธมาบรรทุกต้นตาลไปทำเชือกกันน้ำในแม่น้ำบางประกงที่บางขนาก ชาวบ้านบางรายรับจ้างเลื่อยต้นตาลราคาต้นละ 100 บาท โดยมีผู้ประกอบอาชีพนี้จะใช้ต้นตาลโตรุ่นที่สองที่ปล่อยให้ขึ้นและต้นไม่สูงมากนักในการผลิตน้ำตาลโตนด การทำอาชีพน้ำตาลพันบ้านจากตาลโตนดในตำบลปากน้ำนี้มีอยู่ 2 แบบ แบบแรกคือการทำน้ำตาลบนพื้นที่ของตนเอง แบบที่สอง คือ การเช่าทำ และการจองทำในที่สาธารณะ สำหรับการเช่าทำนั้น เรียกว่า การเช่าเหมาป่า ราคาเช่ามีทั้งการจ่ายเป็นเงินและการแลกด้วยน้ำตาลกรณีจ่ายด้วยเงินถ้าเช่าเหมา ราคาป่าละ 500 บาท 800 บาท 900 บาท 1,000 บาท ต่อปีจะตกลงในราคาเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของจำนวนต้นตาล ในยุคนี้ผู้ที่ประกอบอาชีพทำน้ำตาลที่รู้จักเก็บเงินเหลือให้คนในหมู่บ้านนำไปใช้ลงทุนทำตาลในช่วงหมดที่ฤดูการทำนาโดยคิดดอกเบี้ยน้ำตาลสดเคี้ยวเข้มข้น

การขายและการจำหน่าย

การตลาดในยุคแรกจะมีลูกค้าที่อยู่นอกตำบลมารับซื้อ ทั้งที่พายเรือมารับทางแม่น้ำบางประกง และมีโรงงานมารับซื้อไปครั้งละจำนวนมาก การจำหน่ายมีด้วยกันหลายแบบ เช่น ขายเป็นห่อ ห่อละ 1 งบ จำนวน 5 ห่อ ราคา 75 สตางค์ ถ้าซื้อมาก จำนวน 100 งบ (ห่อ) ราคา 8-10 บาท ต่อมาจึงเปลี่ยนมาขายเป็นกิโลกรัม เริ่มต้นจากกิโลกรัมละ 1 บาท และขึ้นราคาเรื่อยมาเป็น 1.5 บาท 2 บาท 2.5 บาท 3 บาท 4 บาท 8 บาท การขนส่งผู้ผลิตจะหามน้ำตาลไปส่งพ่อค้าคนกลางที่ทำเรืออ่าวบางคล้าทุกสัปดาห์ ในฤดูหนาวที่น้ำตาลให้ผลผลิตมากชาวบ้านจะเคี้ยวน้ำตาลเข้มข้นใส่โองเก็บไว้ขาย ในช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตน้อย

ยุคที่สอง : สภาพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดในช่วงเริ่มเสื่อม

ในราวปี พ.ศ. 2530-2540 นับเป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงอาชีพที่เกิดขึ้นในตำบลปากน้ำ มีการโค่นล้มต้นตาลโตนดไปเป็นจำนวนมากเพื่อทำเป็นสวนมะม่วง จึงเป็นปีที่ผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดเริ่มลดลง ถือเป็นช่วงกลางของความเสื่อมในการประกอบอาชีพนี้ คนแก่ในรุ่นแรกได้เลิกไปตามวัย ความเจริญเริ่มเข้ามาสู่หมู่บ้าน มีการจัดสรรที่ดินเพื่อปลูกเป็นที่อยู่อาศัย การคมนาคมสะดวกขึ้น มีถนนลาดยางตัดผ่านหมู่บ้าน ในปี พ.ศ. 2531 มีไฟฟ้าเข้าหมู่บ้าน ได้มีการเปลี่ยนแปลงอาชีพจากการทำตาลมาเป็นสวนมะม่วงและการไปประกอบอาชีพนอกหมู่บ้าน รับจ้างทำธุรกิจเล็กๆ เป็นของตนเอง เช่น ตัดเย็บเสื้อผ้า ค้าขายเริ่มมีให้เห็นชัดเจนมากขึ้น ทรัพยากรต้นตาลเริ่มลดน้อยลง การเช่าเหมาป่ายังคงมีอยู่ แต่บางรายอาจเช่าเป็นต้น ราคาต้นละ 100 บาทต่อปี อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2532 ได้เกิดอุทกภัยน้ำท่วมใหญ่อีกครั้งหนึ่งหลังจากที่เคยเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2526 น้ำท่วมครั้งนี้ส่งผลถึงให้ผู้ประกอบการอาชีพทำสวนมะม่วง สวนผักต่างๆ รวมทั้งนาข้าวได้รับความเสียหาย บางรายกล่าวว่าต้นมะม่วง 30 ไร่ ตายหมด เหลืออยู่แต่ต้นตาล ชาวบ้านบางรายจึงหันมาประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดอีกครั้งหนึ่งเนื่องจากไม่สามารถรื้อฟื้นสวนมะม่วงได้อีก

การตลาด

การตลาดในยุคที่สองนี้ ราคาน้ำตาลได้ถีบตัวสูงขึ้นเป็นราคา กิโลกรัมละ 10 บาท 12 บาท 15 บาท และ 20 บาท ส่วนน้ำตาลสดราคาปีละ 60-80 บาท พ่อค้าคนกลางที่มีรับซื้อเริ่มมีเพิ่มขึ้น มีโรงงานมารับซื้อน้ำตาลสดครั้งละจำนวนมากในบริเวณพื้นที่ 4-5 หลังคาเรือน เพื่อนำไปบรรจุขวด แต่มารับซื้อได้ 2 ปีก็เลิกไป ดังนั้นวิธีการหาลูกค้ารายต่อไปของชุมชน คือ ใช้วิธีการบอกต่อกันไปในหมู่บ้านผู้ทำอาชีพเดียวกัน หากครัวเรือนใดมีน้ำตาลไม่พอต่อความต้องการของลูกค้า ก็จะบอกให้ลูกค้าไปรับน้ำตาลที่บ้านนั้นๆ ตามที่ได้มีการบอกกล่าวกันไปแล้ว

ยุคปัจจุบัน : สภาพการผลิตน้ำตาลสดจากตาลโตนดในปัจจุบัน

ในปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา อาจกล่าวได้ว่ายุคนี้เป็นยุคของความเสื่อมในการประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลจากตาลโตนด เนื่องมาจากความเจริญที่เข้ามาในพื้นที่รอบๆ ชุมชน และการเปลี่ยนแปลงการปกครองจากสุขาภิบาล มาเป็นเทศบาล คนในชุมชนเริ่มนำพื้นที่ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นมีการโค่นล้มต้นตาลเป็นจำนวนมากเพื่อทำบ่อกัก ปลูกบ้าน ขายให้นายทุน คนหนุ่มสาวในหมู่บ้านเริ่มไปทำงานโรงงาน รับราชการ ไปทำงานต่างถิ่น ด้วยเหตุนี้ ในปี พ.ศ. 2546 หน่วยงานภาครัฐและชุมชนได้ประชุมร่วมกันเพื่อขอความร่วมมือในการอนุรักษ์ต้นตาลโตนด ไม่ให้มีการโค่นล้ม บางครัวเรือนประสบปัญหาขาดทุน มีหนี้สินจากการเลี้ยงกุ้ง ก็หันกลับมาประกอบอาชีพนี้บนพื้นที่ของตนเอง ที่จะสามารถอนุรักษ์และส่งเสริมการทำน้ำตาลพื้นบ้านให้เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนได้

การตลาด

การตลาดในยุคปัจจุบัน พ.ศ. 2551 ราคาน้ำตาลดิบหรือน้ำตาลเข้มข้นขายส่ง กิโลกรัมละ 25 บาท คาปลีก กิโลกรัมละ 30 บาท และเริ่มมีการขายน้ำตาลสดกันมากขึ้น เพราะได้ราคาดี วิธีการไม่ยุ่งยากเพราะไม่ต้องการเคี้ยวน้ำตาล ทำให้น้ำตาลมีปริมาณมาก ขายส่งราคาถึงละ 150-200 บาท ในช่วงที่ต้นตาลให้ผลผลิตมาก แต่ในช่วงหน้าร้อน ต้นตาลให้น้ำตาลน้อย และผู้ซื้อเป็นผู้กำหนดราคาสูงตั้งแต่ถึงละ 220-250 บาท ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ซื้อ หากเปรียบเทียบกับการขายน้ำตาลในอดีตกับปัจจุบันจะพบว่า ถ้าขายน้ำตาลในอดีตได้ จำนวน 13 ถึง ราคาถึงละ 80 บาทต่อวันจะรายได้วันละประมาณ 1,050 บาท เช่นกัน ชาวบ้านกล่าว “สมัยก่อนหาน้ำตาลมากจึงได้มาก แต่ปัจจุบันขึ้นน้ำตาลน้อยกว่า แต่สามารถหารายได้เท่าสมัยก่อน” แม้ค่าเงินในปัจจุบันจะไม่เหมือนในอดีต สินค้ามีราคาแพงขึ้น แต่ชาวบ้านก็ยังยืนยันว่ารายได้ในปัจจุบันดีกว่าในอดีต เพราะเหนื่อยน้อยกว่า และตลาดการจำหน่ายในปัจจุบันของชุมชนได้ขยายมากขึ้นด้วย ลูกค้าที่มารับน้ำตาลมีทั้งในตำบล อำเภอ และจังหวัดเดียวกัน

2.4 พันธุ์ตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ

จากการสำรวจและสัมภาษณ์นายมนัส กล่อมเกลี้ยง นายเอก โลหะเจริญ นางสมหมาย โลหะเจริญ และผู้ใหญ่่อง แพต่วน ได้ให้ข้อมูลหลักในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่ามี

ตาลโตนดแตกต่างกันไปจากที่ได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารวิชาการบ้าง ซึ่งอาจจะเกิดจากการกลายพันธุ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **ตาลหม้อ** เป็นตาลที่มีลำต้นแข็งแรงถ้าดูจากลำต้นภายนอกไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นตาลพันธุ์อะไร นอกจากต้นนั้นจะให้ผลแล้วแบ่งออกเป็น

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

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

2. **ตาลไข่** ลำต้นแข็งแรง ลูกมีขนาดเล็กสีค่อนข้างเหลืองแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน

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

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

3. **ตาลพันธุ์ลูกผสม** ลำต้นตรงใหญ่แข็งแรง ลูกค่อนข้างใหญ่เกือบเท่าตาลพันธุ์หม้อ สีดำผสมน้ำตาล (เหลืองดำ) ในผลจะมี 2-3 เต้า ให้ผลประมาณ 15-20 ผลต่อทะลายเป็นตาลที่มีจำนวนมากที่สุดในจังหวัดเพชรบุรี ส่วนใหญ่จะให้ผลเมื่ออายุ 15 ปีขึ้นไป

2.5 ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของการประกอบอาหาร

ทุกคนในโลกนี้ต้องรับประทานอาหาร อาหารจึงเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ การรับประทานอาหารนอกจากจะต้องคำนึงถึงหลักของโภชนาการ รับประทานอาหารให้ถูกต้องตามความต้องการของร่างกายคือกล่าวไปแล้วนั้น การรับประทานอาหารยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ปลอดภัยจากสิ่งที่เป็นอันตรายต่อร่างกายอีกด้วย สิ่งที่เป็นโทษหรืออันตรายต่อร่างกายประกอบด้วยสารพิษและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ จำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ สิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพ หมายถึง จุลินทรีย์และสารพิษของจุลินทรีย์รวมถึงพยาธิต่างๆ สิ่งปนเปื้อนทางเคมี หมายถึง ปุ๋ยและยากำจัดศัตรูพืช สารพิษจากเชื้อรา จากโลหะหนักจากอาหารทะเล สารพิษจากพืชและสัตว์ตามธรรมชาติ จากสิ่งแวดล้อม จากสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น และสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพ เช่น แก้ว กรวด เศษไม้ เป็นต้น สิ่งปนเปื้อนเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้อาหารไม่ปลอดภัย ในการผลิตอาหารที่ปลอดภัยนั้น เทคนิคที่รู้เฉพาะการทำให้อาหารอร่อยเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ อันตรายในอาหารเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น และบางครั้งก็ไม่ทำให้อาหารอร่อยเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ อันตรายในอาหารเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น และบางครั้งก็ไม่ทำให้อาหารมีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ผู้ผลิตเองก็ไม่ทราบว่าอาหารของตนมีอันตราย โดยทั่วไปผู้ผลิตไม่มีเจตนาที่จะสร้าง

ปัญหาให้กับผู้บริโภค ผู้ผลิตจำนวนไม่น้อยที่ขาดความรู้ในเรื่องอันตรายในอาหาร และปฏิบัติต่ออาหารอย่างไม่ถูกต้องเพราะรู้เท่าไม่ถึงการณ์ บางครั้งผู้ผลิตก็มีความเสียดายที่อาจจะต้องทิ้งอาหารไป จึงหาวิธีการกระทำที่จะปกปิด ซ่อนเร้นลักษณะบางอย่างของอาหารที่ผู้บริโภคไม่พึงประสงค์ไม่ให้ปรากฏออกมาสู่สายตาของผู้บริโภค อันจะมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ ด้วยเหตุนี้ รัฐจึงจำเป็นต้องเข้ามากำกับ ดูแล หรือแม้กระทั่งการออกกฎหมายเพื่อป้องกันการกระทำที่เบี่ยงเบนดังกล่าว

พระราชบัญญัติควบคุมอาหารของไทยเริ่มใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 การควบคุมอาหารอาศัยประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับต่างๆ ที่ออกตามความใน พ.ร.บ. อาหาร ผู้ผลิตอาหารเพื่อจำหน่ายจำเป็นต้องศึกษากฎหมายและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด หากไม่แล้วก็จะอาจขายละเมิดและถูกลงโทษได้ วัตถุประสงค์สำคัญของกฎหมายควบคุมอาหาร คือ คัดกรองผู้บริโภคให้ได้รับความปลอดภัย สำหรับผู้ที่ส่งอาหารออกไปต่างประเทศยังต้องศึกษากฎหมายของประเทศคู่ค้า ความต้องการของลูกค้า และเงื่อนไขทางการค้าระหว่างประเทศด้วย เพราะทุกประเทศก็ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของอาหารและนำมาเป็นประเด็นในการกีดกันทางการค้าแทนมาตรการทางภาษีอากรที่องค์กรการค้าโลกให้ยกเลิกไป จึงเห็นได้ว่าความปลอดภัยของอาหาร ได้รับความสนใจมากขึ้น ผู้ผลิตที่มีการปรับตัวเท่านั้นที่สามารถแข่งขันได้ในยุคการค้าเสรี บนฐานของข้อกำหนดที่ต้องอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน

2.5.1 อันตรายทางด้านชีวภาพ (Biological Hazard)

อันตรายทางด้านชีวภาพ เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ก่อให้เกิดโรคหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ได้แก่ จุลินทรีย์ ไวรัส และพาราไซต์ อันตรายเหล่านี้อาจมาจากวัตถุดิบหรือจากขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิต ผู้ผลิตอาหารจึงควรมีความรู้ความเข้าใจถึงแหล่งและสาเหตุของการปนเปื้อนจากอันตรายทางด้านชีวภาพเหล่านี้ และหาแนวทางการควบคุมให้เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้อันตรายเหล่านี้ปนเปื้อนไปสู่ผู้บริโภคได้

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษเจริญเติบโตจนก่อปัญหาด้านสุขภาพต่อผู้บริโภค คือ อาหาร น้ำ อุณหภูมิ

อันตรายทางด้านชีวภาพอื่นๆ ได้แก่ ไวรัสและพาราไซต์ พาราไซด์จะพบในอาหารและน้ำ สามารถติดต่อถึงคนได้จากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อน พาราไซด์เหล่านี้ คือ โปรโตซัวและพยาธิ พยาธิในอาหาร ได้แก่ พยาธิตัวกลม พยาธิตัวตืด พยาธิใบไม้ เป็นต้น

ไวรัสมีปัจจัยในการเจริญเติบโตต่างจากจุลินทรีย์กล่าวคือไวรัสไม่ต้องการอาหารน้ำ หรืออากาศเพื่อการดำรงชีวิต และไม่ทำให้อาหารเน่าเสียแต่ไวรัสจะทำให้เกิดโรคโดยการเข้าไปเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในสิ่งมีชีวิตโดยใช้สารต่างๆ ที่มีอยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มีไวรัสบางชนิดเท่านั้นที่เจริญเติบโตได้ในเซลล์ของร่างกายมนุษย์ ได้แก่ Hepatitis B Virus ทำให้เกิดโรคดีซ่านและตับอักเสบ Norwalk Virus ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง ปวดท้อง คนที่เคยป่วยเป็นโรคเนื่องจากไวรัสและหายดีแล้วสามารถเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสได้ การปนเปื้อนของไวรัสในอาหารมักจะเกิดจากการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกสุขลักษณะของ

พนักงาน จึงควรควบคุมสุขภาพพนักงานและฝึกอบรมด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลให้แก่พนักงานอย่างสม่ำเสมอ

2.5.2 อันตรายทางด้านเคมี (Chemical Hazard)

อาหารอาจมีการปนเปื้อนจากสารเคมี สารเคมีบางอย่างเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ เช่น สารฆ่าแมลงที่ใช้กับผัก ผลไม้ แต่สารเคมีเหล่านี้จะไม่อันตรายถ้ามีการใช้และการควบคุมอย่างถูกต้อง ถ้าไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้ก็จะเป็นการเสี่ยงต่อผู้บริโภค แต่การมีสารเคมีตกค้างไม่ได้หมายถึงว่ามีอันตรายเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณสารเคมีตกค้าง สารเคมีบางอย่างจะต้องมีการสะสมเป็นระยะเวลานานกว่าจะเกิดอันตรายขึ้นได้

หากเปรียบเทียบอันตรายชีวภาพและอันตรายเคมี จะพบว่าอันตรายชีวภาพก็มักจะแพร่กระจายไปกับอาหารอย่างรวดเร็วในหมู่คนค่อนข้างมาก แต่อันตรายเคมีนั้นจะไม่มีการแพร่กระจายมากนัก ดังนั้นมาตรการควบคุมอันตรายเคมีจึงเน้นการป้องกันในขั้นต้น และความรู้ในการตรวจเช็คต้องเพียงพอที่จะสามารถตรวจพบการปนเปื้อนได้ หากมีอันตรายเคมีในอาหารที่ผลิต อันตรายเคมีที่มีมาจากแหล่งต่างๆ 4 แหล่งคือ สารเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สารเคมีที่เติมลงไปโดยเจตนา สารเคมีที่อาจปนเปื้อนมาโดยไม่เจตนา และสารเคมีที่ใช้ในโรงงาน

2.5.2.1 สารเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

สารเคมีเหล่านี้อาจมาจากพืช สัตว์ และจุลินทรีย์บางชนิด ส่วนใหญ่สารเคมีจะเกิดขึ้นในช่วงก่อนหรือระหว่างการเก็บเกี่ยว แม้ว่าสารพิษที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหลายชนิดจะเกิดขึ้นจากกระบวนการทางชีวภาพ แต่ก็จัดเป็นอันตรายเคมี สารเคมีเหล่านี้ ได้แก่ Histamine, Biotoxin เป็นต้น

2.5.2.2 สารเคมีที่เติมลงไปโดยเจตนา

สารเคมีเหล่านี้เป็นสารเคมีที่จงใจเติมลงไปในอาหารเพื่อจุดประสงค์บางอย่าง ได้แก่ วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additives) ต่างๆ เช่น สีผสมอาหาร โซเดียมไนไตรต์ สารประกอบซัลไฟต์ เป็นต้น การใช้สารเคมีเหล่านี้จะปลอดภัยถ้าใช้ในปริมาณที่กำหนด แต่อาจเป็นอันตรายหากใช้มากกว่าปริมาณที่กำหนด วัตถุเจือปนอาหารจะต้องผ่านการพิสูจน์ว่าปลอดภัยในการใช้กับอาหารก่อนการใช้วัตถุเจือปนอาหารชนิดใหม่ผู้ผลิตจะต้องศึกษาทบทวนกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ปริมาณการใช้ และข้อจำกัดในการใช้สารนั้นๆ

2.5.2.3 สารเคมีที่อาจปนเปื้อนมาโดยไม่เจตนา

สารเคมีบางอย่างอาจมีการปนเปื้อนในอาหารโดยไม่เจตนา สารเหล่านี้อาจติดมากับวัตถุดิบที่ใช้ประกอบอาหาร เช่น สารปฏิชีวนะตกค้างที่พบในอาหารทะเล สารฆ่าแมลงตกค้างในผัก ผลไม้ สารเคมีที่ปนเปื้อนมากับวัสดุหีบห่อ เช่น การปนเปื้อนของหมึกพิมพ์ หรือการปนเปื้อนของสารฆ่าเชื้อ สารเหล่านี้จะไม่มีผลต่อความปลอดภัยมากนักถ้าระดับการปนเปื้อนไม่สูงจนเกินไป สารปนเปื้อนโดยไม่เจตนาเหล่านี้หมายถึงรวมถึงสารพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารเนื่องจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม เช่น Aflatoxin, Staphylococcus-toxin เป็นต้น ซึ่งผู้ผลิตต้องควบคุมให้ปริมาณที่มีไม่เกินกว่าค่าที่กำหนด

2.5.3 อันตรายทางด้านกายภาพ (Physical Hazard)

อันตรายทางด้านกายภาพ เกิดจากสิ่งปลอมปนหรือสิ่งแปลกปลอม ซึ่งตามปกติจะไม่พบในอาหารนั้นๆ เมื่อผู้บริโภครับประทานสิ่งเหล่านั้นเข้าไป จะก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ อันตรายกายภาพนี้ส่วนมากผู้บริโภคจะร้องเรียน เพราะผลกระทบที่เกิดขึ้นจะปรากฏชัดเจนภายในเวลาไม่นานหลังจากที่บริโภคเข้าไป อันตรายกายภาพ ได้แก่ เศษแก้ว เศษโลหะ เศษไม้ เศษหิน เศษพลาสติก เป็นต้น

อันตรายหรือสิ่งที่เป็นโทษทั้ง 3 ด้าน ที่อาจจะปนเปื้อนมากับอาหารได้นั้นในบางเรื่องก็อาจมีอันตรายเพียงเล็กน้อยเช่น การปนเปื้อนของแก้ว กรวด ดิน หวาย เป็นต้น แต่การปนเปื้อนบางเรื่องนั้นอาจก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษขึ้น นั่นหมายถึง อันตรายที่อาจถึงชีวิตของผู้บริโภคได้

การเกิดอาหารเป็นพิษเกิดจาก 3 สาเหตุหลัก คือ

1. เชื้อจุลินทรีย์ อาหารเป็นพิษส่วนมากเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งอาการเป็นพิษเกิดจาก

- บริโภคเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นพิษซึ่งปนเปื้อนอยู่ในอาหารเข้าไป
- บริโภคสารพิษที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นและอยู่ในอาหารเข้าไป

เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเป็นพิษมีมากมายหลายชนิด ที่พบมากคือ ในรูปแบบที่เรียและเชื้อรา แต่ที่มีความสำคัญต่อการสุขภาพโรงงานและพบบ่อยๆ คือ กลุ่มที่สร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อคน ที่สำคัญคือ สเตปไฟโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) คลอสทริเดียม เพอฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) คลอสทริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium Botulinum*) บาซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*) เอสเพอจีลัส (*Aspergillus sp.*) และกลุ่มที่ตัวของมันเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อคนที่สำคัญคือ ซาลโมเนลลา (*Salmonella*) อีโคไล 0157 (*Escherichia coli* 0157 : H7) ลิสเทอเรียโมโนไซโตเจน (*Listeria monocytogenes*) พยาธิตัวดีด (*Trichinella spiralis*) และไวบริโอ พาราฮีโมไลติคัส (*Vibrio parahaemolyticus*)

เชื้อสเตปไฟโลคอคคัส ออเรียส

เป็นแบคทีเรียที่พบตามผิวหนัง จมูก มือ และส่วนต่างๆ ของร่างกาย ในคนที่สุขภาพสมบูรณ์จะมีเชื้อชนิดนี้อยู่ประมาณ 30-50% ตามปาก จมูก ตา หู คอ สำหรับอันตรายที่เกิดจากเชื้อชนิดนี้ คือ การสร้างสารพิษ (ทอกซิน) ภายหลังรับประทานอาหารที่มีสารพิษชนิดนี้เข้าไปภายในเวลา 2-3 ชั่วโมง เกิดอาการท้องเดิน อาเจียน เป็นตะคริวที่ท้อง และมีไข้หรือเกิดอาการหนาวสั่น แต่มักจะหายอย่างรวดเร็วภายในหนึ่งถึงสองวัน

อาหารที่เป็นสาเหตุให้เกิดการระบาด ส่วนมากเป็นอาหารพวกเนื้อสัตว์ ขนมอบ มักเกิดจากการปนเปื้อนจากมือคนและการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง

เชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินัม

เป็นแบคทีเรียที่สามารถสร้างสปอร์ที่ทนความร้อน ตัวของมันและสปอร์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน และสร้างสารพิษที่ร้ายแรงมากจนถึงตายได้ มักพบในอาหาร

กระป๋องหรือบรรจุขวดที่มีความเป็นกรดต่ำ (pHสูง) เช่น เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ปลากระป๋อง ข้าวโพดกระป๋อง ปลารมควัน ฯลฯ ถ้ารับประทานอาหารที่มีสารพิษ ชนิดนี้เข้าไปจะถูกร่างกายดูดซึมอย่างรวดเร็วที่กระเพาะอาหารและลำไส้ เป็นผลให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง เห็นภาพซ้อน หายใจไม่สะดวก เป็นอัมพาต และมักเสียชีวิตภายใน 24 ชั่วโมง

การป้องกัน เนื่องจากสารพิษดังกล่าวไม่ทนร้อน อุณหภูมิ 75-85 องศา 5-10 นาที ก็สามารถทำลายสารพิษได้ ดังนั้น จึงควรอุ่นอาหารกระป๋องให้เดือดก่อนนำมาบริโภค

เชื้อคลอสตริเดียม เพอฟริงเจนส์

เป็นแบคทีเรียที่พบทั่วไปในดิน ทางเดินอาหารของคนและสัตว์ เชื้อชนิดนี้เมื่อเจริญเติบโตจะมีสารพิษที่ทำให้เกิดอาการเป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเดินอย่างรุนแรง หลังจากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนเข้าไป 12 ชั่วโมง อาหารที่มักพบ ได้แก่ เนื้อปลา ไข่ ผักชนิดต่างๆ การปนเปื้อนเกิดจากขั้นตอนการแปรรูป และวิธีเก็บรักษาอาหารไม่เหมาะสม

เชื้อบาซิลลัสซีเรียล

เป็นแบคทีเรียที่พบทั่วไปในดิน โคลน น้ำ รั้วพืช นมและผลิตภัณฑ์นม โดยจะสร้างสารพิษที่ทำให้เกิดอาการปวดท้อง เป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเดินแบบเป็นน้ำ ภายหลังบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนเข้าไป 12 ชั่วโมง

เชื้อซาลโมเนลลา

เป็นเชื้อแบคทีเรียที่เป็นพิษก่อให้เกิดอันตรายต่อคนหลังบริโภคเชื้อเข้าไป 6-24 ชั่วโมง เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ปวดท้อง มีไข้ ความรุนแรงไม่ถึงขั้นตาย เชื้อชนิดนี้ปนเปื้อนเข้าไปจากสุขลักษณะส่วนบุคคลไม่ดีพอ หรือจากสัตว์พาหะต่างๆ พบมากในไข่และผลิตภัณฑ์จากไข่ เนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์

เชื้ออีโคไล 0157 : เอช 7

เป็นเชื้อแบคทีเรียที่เป็นพิษ อาศัยอยู่ทั่วไปในลำไส้ของคนและสัตว์เลื้อยคลาน การแพร่ระบาดเชื้อเกิดจากการบริโภคอาหารปรุงสุกๆ ดิบๆ การแปรรูปที่ไม่ถูกต้อง อาการจะเกิดขึ้นหลังการบริโภคเชื้อเข้าไป 3-9 วัน เกิดอาการท้องเดินอย่างรุนแรง ปวดท้องมาก อาเจียน

เชื้อลิสเธอเรียโมโนไซโตเจน

เป็นเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคลิสเธอริโอซิส พบมากในทางเดินอาหารของสัตว์ ปิก วัว หมู ปลา อาหารแช่แข็ง การแพร่ของเชื้อจะผ่านอาหารที่บริโภค วัสดุอุปกรณ์ การสัมผัสกับดิน หรือน้ำ ก่อให้เกิดอันตรายต่อคน โดยเฉพาะมารดาที่กำลังตั้งครรภ์ ทารกและผู้สูงอายุ

เชื้อราแอสเพอจิลลัส

เป็นเชื้อราที่สร้างสารพิษชนิด อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) แหล่งอาหารที่มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินมาก ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวโพด ข้าวสาลี มันสำปะหลัง ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ปลาหมึก

แห้ง พริกแห้ง กระเทียม ฯลฯ การปนเปื้อนเกิดจากวิธีการเก็บรักษาไม่เหมาะสม อาหารมีความชื้นเหลืออยู่มาก สารพิษก่อให้เกิดอาการตับโต ต่อม้ำเหลืองบวม มะเร็งในตับ

พยาธิตัวดีดหมู

เกิดจากการบริโภคเนื้อหมูที่มีเม็ดสาคุโดยไม่ทำให้สุกเสียก่อน พยาธิเหล่านี้อยู่ในเม็ดสาคุเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเจริญเติบโตวางไข่ทำให้เกิดอาการท้องร่วง เบื่ออาหาร ปวดกล้ามเนื้อเข้าถึงตาทำให้ตาบอดเข้าถึงสมองทำให้สมองพิการอาจถึงตายได้ การป้องกันบริโภคแต่เนื้อหมูที่สุก

เชื้อไวรัสโอพาราฮีโมไลติคัส

เป็นเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วง พบมากในอาหารทะเล อาการของโรคเกิดหลังบริโภคอาหารทะเลที่มีเชื้อปะปนอยู่ 10-20 ชั่วโมง โดยมีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน และมีไข้ การป้องกัน โดยบริโภคแต่อาหารทะเลที่ผ่านการทำให้สุก

อันตรายจากอาหาร

อันตรายจากอาหาร (Food Hazard) หมายถึง สิ่งที่มีคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี หรือ ฟิสิกส์ ที่มีอยู่ในอาหาร หรือสภาพของอาหารที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้บริโภค

1. อันตรายของอาหาร แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) อันตรายทางด้านกายภาพ (Physical Hazard) ได้แก่สิ่งปลอมปน หรือสิ่งแปลกปลอม ซึ่งตามปกติไม่พบในอาหารนั้นๆ เมื่อผู้บริโภครับประทานอาหารเข้าไป จะก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรืออันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งสิ่งแปลกปลอมได้แก่ เศษแก้ว เศษไม้ เศษพลาสติกแข็ง เป็นต้น (2) อันตรายทางเคมี (Chemical Hazard) ได้แก่สารเคมีที่ก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วย ทั้งในระยะเฉียบพลันและในระยะยาว การปนเปื้อนจากสารเคมีอาจเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการแปรรูปอาหาร สารเคมีบางอย่างมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เช่น สารฆ่าแมลงที่ใช้กับผักผลไม้ แต่สารเคมีเหล่านั้นจะไม่มีอันตรายหากมีการใช้และควบคุมอย่างถูกต้อง (3) อันตรายจากชีวภาพ (Biological Hazard) ได้แก่จุลินทรีย์ ไวรัส พาราไซต์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ อันตรายเหล่านี้อาจมาจากวัตถุดิบ หรือจากขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิต ผู้ผลิตอาหารจึงมีความเข้าใจถึงแหล่งและสาเหตุของการปนเปื้อนจากอันตรายเหล่านี้ (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ,หน่วยบริการด้านความปลอดภัยของอาหาร2547, หน้า 48-54)

2. อาหารเป็นพิษ การเกิดอาหารเป็นพิษเกิดจาก 3 สาเหตุหลักคือ (1) เชื้อจุลินทรีย์ อาหารเป็นพิษส่วนมากเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งอาหารเป็นพิษเกิดจากการบริโภคเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นพิษซึ่งปนเปื้อนอยู่ในอาหารเข้าไปและบริโภคสารพิษที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นและอยู่ในอาหารเข้าไปทำให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องร่วง อาเจียน (2) สารเคมีและโลหะหนัก สารเคมีที่เป็นอันตรายและปนเปื้อนเข้าไปในอาหาร ได้แก่ ยาฆ่าแมลง ปุ๋ยเคมี ฮอร์โมน ยาปฏิชีวนะ สีย้อมผ้า เป็นต้น ส่วนสารเคมีที่เป็นอันตรายและปนเปื้อนเข้าไปในอาหาร ได้แก่ ตะกั่ว พบได้จากผิวเคลือบภาชนะ กระดาษหนังสือพิมพ์ โดยจะไปสะสมที่ไต ตับอ่อน สมอง ทำให้เกิดอาการปวดท้อง ปวดศีรษะเบื่ออาหาร ไตพิการ สมองพิการ สังกะสี พบได้จากภาชนะบรรจุ เครื่องมืออุปกรณ์

โดยจะไปสะสมที่ตับ เม็ดเลือดแดง และกระดูก ทำให้เป็นไขอาเจียน เป็นตะคริว ท้องเดิน อะลูมิเนียม พบได้จากภาชนะบรรจุ เครื่องมืออุปกรณ์ โดยจะไปสะสมที่เม็ดเลือดแดงและสมองทำให้ความจำเสื่อม (3) การนำพืชและสัตว์ที่มีพิษตามธรรมชาติมาบริโภคโดยไม่ตั้งใจ

หัวใจสำคัญ 3 ประการของการผลิตอาหารให้มีความปลอดภัย

จากสาเหตุของการปนเปื้อนอันตรายในอาหารด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ที่กล่าวไว้ในข้างต้นมาแล้ว สามารถนำมากำหนดเป็นหัวใจสำคัญ 3 ประการ ของการผลิตอาหารให้มีความปลอดภัย ดังนี้ (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, หน่วยบริการด้านความปลอดภัยของอาหาร, 2547, หน้า 55)

1) การลดการปนเปื้อนเบื้องต้น โดยการคัดเลือกวัตถุดิบที่ดีมาใช้ในการผลิต ล้าง/คัดแยก วัตถุดิบให้สะอาด ใช้ภาชนะอุปกรณ์ที่สะอาด มีการป้องกันสัตว์หรือแมลงไม่ให้เข้าภายในโรงเรือน และพนักงานปฏิบัติงานถูกสุขลักษณะ

2) การลดหรือยับยั้งทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและทำให้อาหารเน่าเสีย โดยการควบคุม อุณหภูมิและเวลา การทำให้แห้ง การแช่เย็น การดอง หรือการแช่แข็ง

3) การป้องกันการปนเปื้อนซ้ำหลังการฆ่าเชื้อ ส่วนใหญ่ร้อยละ 80 ของการปนเปื้อนมาจาก ขั้นตอนนี้ ซึ่งผู้ผลิตมักมองข้ามอันตรายที่อาจปนเปื้อนภายหลังการฆ่าเชื้อ ดังนั้นขั้นตอนนี้ ผู้ผลิตจึงให้ความสำคัญเป็นพิเศษ เช่น ภาชนะอุปกรณ์ที่ใช้ควรมีการล้างและฆ่าเชื้อ ภาชนะบรรจุสะอาด อาคารผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณบรรจุจะต้องสามารถป้องกันสัตว์และแมลงพนักงานปฏิบัติงานอย่างถูกสุขลักษณะ การเก็บรักษาและขนส่งผลิตภัณฑ์ทำอย่างสะอาดและเหมาะสมและไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนระหว่างของดิบและของสุก หรือปนเปื้อนหลังการฆ่าเชื้อแล้ว

จุลินทรีย์ คือ สิ่งที่มีชีวิตที่มีขนาดเล็กๆ เช่น แบคทีเรีย ราและไวรัส จุลินทรีย์มีหลายประเภท ทั้งชนิดที่มีประโยชน์และชนิดที่ไม่มีประโยชน์หรือทำให้เกิดโทษสำหรับจุลินทรีย์ที่ไม่มีประโยชน์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย โดยชนิดของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเป็น แบคทีเรีย ซึ่งมีรูปร่างกลม เป็นท่อนหรือเป็นเกลียว แบคทีเรียมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นและ แบคทีเรียเรียงต่อกันยาวประมาณ 25,000 ตัว จะได้ความยาวเพียง 1 นิ้ว

ดังนั้น ในการผลิตและเก็บรักษาอาหารจะต้องคำนึงถึง

- อุณหภูมิและเวลา
- ความเป็นกรด – ด่าง (pH) และความชื้น เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะสามารถควบคุมการ เจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้

บทที่ 3

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ศึกษาจากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราสำหรับนำไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ลักษณะทางประสาทสัมผัส ผู้วิจัยได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ของจากตาลโตนด โดยจากตาลโตนดที่นำมาศึกษา มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

1.1 สมบัติทางกายภาพ

คณะผู้วิจัยทำการเก็บจากตาลโตนดจากแหล่งวัตถุดิบในชุมชนหมู่บ้านน้ำตาลสด ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า โดยดำเนินการเพื่อสกัดจากตาลโตนดดังนี้

1. นำจากตาลโตนดที่ผ่านการอบแห้งแล้วมาทำให้มีขนาด 2-11 mm ซึ่งจากตาลโตนดมา 20 กรัม ทำการสกัดโดยแช่ในตัวทำละลายในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ที่ใส่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ เซลเซียส เวลาในการสกัด 30 , 60 และ 120 นาที อัตราส่วนระหว่างจากตาลโตนดกับตัวทำละลาย (1: 8, 1: 10 และ 1: 15 w/v) และชนิดของตัวทำละลาย (น้ำกลั่นและเอทานอล 95%)
2. ทำการสกัดที่สภาวะต่างๆกัน โดยศึกษาผลของอุณหภูมิที่ 30 , 50 , 60 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัด 30 , 60 และ 120 นาที อัตราส่วนระหว่างจากตาลโตนดกับตัวทำละลาย (1: 8, 1: 10 และ 1: 15 w/v) และชนิดของตัวทำละลาย (น้ำกลั่นและเอทานอล 95%)
3. นำสารละลายที่ได้จากการสกัดมากรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกจากตาลโตนดออก จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงแยกเพื่อแยกกากที่เหลือออกอีกครั้งหนึ่ง
4. นำสารละลายใสที่ได้ไประเหยด้วยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง Rotary vacuum evaporator จากนั้นนำไปทำเป็นผงแห้งด้วย Freeze dryer
5. คำนวณผลได้ของสารสกัด (Total extracted yield, %) โดยคิดจากน้ำหนักสารที่สกัดได้ หลังจากการทำแห้งต่อน้ำหนักแห้งเริ่มต้นของจากตาลโตนด
6. นำสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแล้วนำมาวิเคราะห์

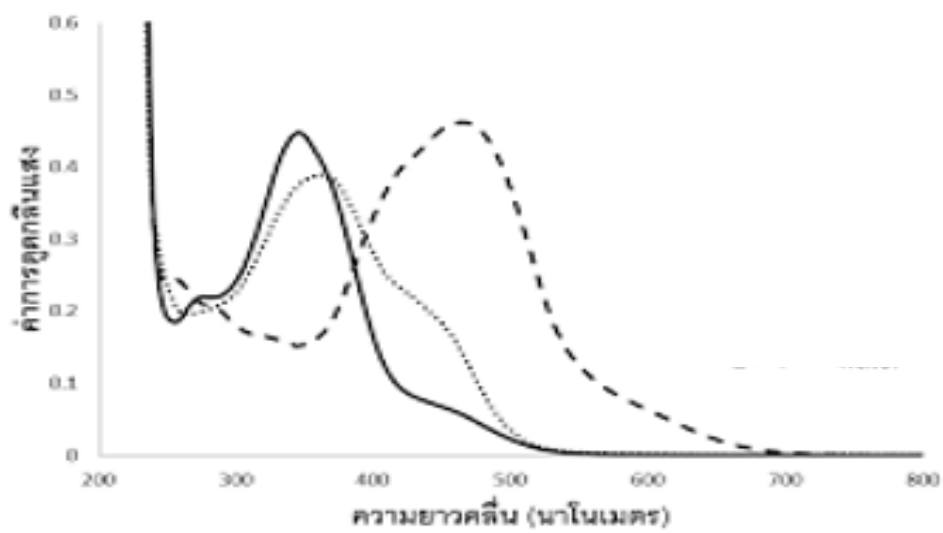
หลังจากนั้นนำสารสกัดจากตาลโตนดไปวัดค่าสีในหน่วย $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE ได้ผลดังตารางที่ 2.1 และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 200 – 800 นาโนเมตร ได้ผลดังภาพที่ 2.1

นำสารสกัดที่ได้หาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid; TSS) หรือการวัดค่าการหักเหของแสงของของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายตัวอย่างโดยใช้ refractometer อ่านค่าได้เป็นค่าการหักเหของแสงหรือองศาบริกซ์ ($^{\circ}\text{Brix}$) ซึ่งเป็นการหาปริมาณน้ำตาลในน้ำตาลโตนดทางอ้อมได้ผลดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 3.1 ผลการวัดค่าสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของสารสกัดจากกากตาลโตนดจากชุมชนหมู่บ้านน้ำตาลสด ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า

	Color co-ordinates			pH	TSS (°Brix)
	L*	a*	b*		
ร้านที่ 1	82.12	4.12	32.54	5.12	17.5
ร้านที่ 2	81.63	3.54	42.27	5.23	18.9
ร้านที่ 3	85.61	8.18	45.11	4.96	17.1

ภาพที่ 3.1 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของกากตาลโตนดจาก (a) ร้านที่ 1 (b) ร้านที่ 2 และ (c) ร้านที่ 3 ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา



1.2 องค์ประกอบทางโภชนาการของสารสกัดจากกากตาลโตนด

การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการ คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ตัวอย่างกากตาลโตนดจากร้านที่ 1 ซึ่งเป็นร้านที่ทำการขึ้นตาลและมีผลผลิตตาลโตนดมากที่สุด เพื่อให้สามารถควบคุมกระบวนการผลิตและคุณภาพวัตถุดิบให้คงที่ตลอดระยะเวลาการทำวิจัยได้ สารสกัดจากกากตาลโตนดนี้ คณะผู้วิจัยได้นำมาเก็บไว้ในตู้เย็นช่องปกติอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ค่ำ แล้วดำเนินการส่งวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐาน ในหัวข้อต่อไปนี้

- 1) พลังงานวิเคราะห์โดยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labelling 1993
- 2) ไขมันวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 922.06
- 3) ปริมาณไขมันอิ่มตัววิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 922.06
- 4) ปริมาณไขมันทรานส์วิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 922.06
- 5) ปริมาณคอเลสเตอรอลวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธีที่ระบุใน Journal of AOAC International Vol.76, No.4, 1993
- 6) โซเดียมวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 984.27
- 7) โพแทสเซียมวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 984.27
- 8) คาร์โบไฮเดรตวิเคราะห์โดยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labelling 1993
- 9) โปรตีนวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 985.29
- 10) ปริมาณน้ำตาลวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 982.14
- 11) ใยอาหารวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 991.20
- 12) วิตามินซีวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 995.05
- 13) แคลเซียมวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 984.27
- 14) เหล็กวิเคราะห์โดยอ้างอิงจากวิธี AOAC (2016) 984.27
- 15) ความชื้นวิเคราะห์โดยวิธี AOAC (2016) 920.1518
- 16) ปริมาณเถ้าวิเคราะห์โดยวิธี AOAC (2016) 940.26

ผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนาการ ดังตารางที่ 2.2 พบว่ากากตาลโตนดมีองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งมีปริมาณคุณค่าโภชนาการสูง

ตารางที่ 3.2 องค์ประกอบทางโภชนาการของกากตาลโตนด กลุ่มชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

Test Item	Units	Result
Total Calories	Calories/100 mL	Not detected
Total Fat	g/100mL	11
Saturated Fat	g/100mL	3.45
Trans Fat	g/100mL	2.3
Cholesterol	mg/100 mL	Not detected
Sodium	mg/100 mL	15
Potassium	mg/100 mL	231
Total Cabohydrates	g/100mL	102.5
Dietary Fiber	g/100mL	124.3
Total Sugars	g/100mL	15
Protein	g/100mL	29
Vitamin D	μg/100 mL	Not detected
Calcium	mg/100 mL	23
Iron	mg/100 mL	0.67
Moisture	g/100mL	72
Ash	g/100mL	0.26

ตารางที่ 3.3 องค์ประกอบทางโภชนาการของกากตาลโตนด

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน
พลังงานทั้งหมด	185 กิโลแคลอรี	
ไขมันทั้งหมด (Total fat)	0 g	0%
ไขมันอิ่มตัว (Saturated fat)	0 g	0 %
โคเลสเตอรอล (Cholesterol)	0 mg	0 %
โปรตีน (Protein)	0 g	0 %
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total carbohydrate)	49 g	17 %
ใยอาหาร (Dietary fiber)	119 g	%
โซเดียม (Sodium)	19 mg	3 %

1.3 การวัดเนื้อสัมผัส (Texture analysis)

ลักษณะทางเนื้อสัมผัสในอาหารเป็นผลประกอบกันของคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ ซึ่งรวมไปถึงขนาดรูปร่าง จำนวน และการจัดเรียงตัวของโครงสร้างของสารนั้นๆ ซึ่งเป็นผลมาจากโครงสร้างธรรมชาติเริ่มต้นของสาร ดังนั้นลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารจึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างมากต่อการยอมรับของผู้บริโภค (ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ, 2560) เนื้อสัมผัสอาหารใช้เป็นตัวชี้ถึงลักษณะของส่วนประกอบและโครงสร้างภายในอาหาร ซึ่งอธิบายหรือแสดงผลออกมาในรูปแบบของพฤติกรรมของการไหลหรือการสูญเสียรูปร่างของอาหารจากแรงกลจากการบิด เคี้ยว หรือการกดทับของแรงจากเครื่องมือ (Boume, 1978) เครื่องมือที่ใช้ประเมินหรือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส มีลักษณะเฉพาะซึ่งขึ้นกับวิธีการวัดคุณสมบัติทางกายภาพในสารหรือวัสดุนั้นๆ การวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis โดยใช้เครื่องมือนี้จะคล้ายกับการทำ Texture Profile ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ในการวัดเนื้อสัมผัสของกากตาลโตนด มีค่าความกรอบ 14.29 ค่าความกรอบนี้จะแสดงคุณภาพทางกายภาพในส่วนองแรงที่ทำให้ตัวอย่างแตกหักโดยเป็นตัวอย่างที่มีค่าความแข็งสูงและมีความสามารถเกาะรวมตัวกันต่ำ ในการแสดงถึงคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะทำให้ทราบถึงระยะเวลานานที่ใช้ในการเคี้ยวบดตัวอย่างที่เป็นของแข็งในอัตราการเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งและความเหนียว พบว่า กากตาลโตนด มีค่าความแข็งและความเหนียวมีค่า 12.51 N ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการบริโภคกากตาลโตนดต้องใช้แรงที่ใช้ในการกดตัวอย่างระหว่างฟันกรามเพื่อเปลี่ยนรูปร่างของตัวอย่างมากที่สุด และค่าความเหนียวแสดงให้เห็นว่ากากตาลโตนดต้องใช้พลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวตัวอย่างที่เป็นกึ่งของแข็งในอัตราการเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้มากที่สุด

1.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด หรือการวัดค่าการหักเหของแสงของของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายตัวอย่าง โดยใช้ refractometer อ่านค่าได้เป็นค่าการหักเหของแสง หรือองศาบริกซ์ (°Brix) ซึ่งเป็นการหาปริมาณน้ำตาลของกากตาลโตนดทางอ้อม พบว่า ในกากตาลโตนดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็นร้อยละ 2.14 องศาบริกซ์

ตอนที่ 2 การคัดเลือกตาลโตนดและกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และสำรวจบริบทของตาลโตนดในพื้นที่ตำบลปากน้ำ อำเภอบางน้ำ จังหวัดฉะเชิงเทรา จากการสำรวจและดำเนินการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลที่ประกอบอาชีพการผลิตน้ำตาลจากตาลโตนดทั้งในอดีตและปัจจุบัน สรุปได้ดังนี้

2.1 ลักษณะและบริบทการประกอบอาชีพการทำน้ำตาลโตนด

อดีตถึงปัจจุบัน

ในช่วง 40 ปีในอดีตจากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลการประกอบอาชีพการทำน้ำตาลโตนด เป็นยุคสมัยที่มีการทำอาชีพน้ำตาลกันทั่วครัวเรือนในตำบลปากน้ำ โดยสลับกับอาชีพการทำนาในเดือนธันวาคมไปจนถึงเดือนมีนาคม ซึ่งช่วงนี้เป็นช่วงฤดูหนาว และผลผลิตของน้ำตาลโตนดจะให้ผลผลิตมาก นอกจากนี้ในทุกครัวเรือนจะมีหัวหน้าครัวเรือนทำหน้าที่ขึ้นตาลเพื่อนำกระบอกน้ำตาลสดที่รองไว้ลงมาและวางไว้ที่พื้นรอบต้นตาลแต่ละต้น ส่วนสมาชิกที่เป็นภรรยา และบุตร จะทำหน้าที่ในการนำกระบอกตาลที่มีน้ำตาลสดไปต้มเคี่ยวที่บ้าน โดยแต่ละเที่ยวจะต้องนำกระบอกไม้ไผ่มาสามเปลี่ยนกระบอกที่มีน้ำตาลลงมา เมื่อนำน้ำตาลที่เคี่ยวจนงวดเสร็จจะนำมาห่อด้วยกาบกล้วยตากแห้งเพื่อกันความชื้น ในขั้นตอนนี้เรียกว่า น้ำตาลบ

พื้นที่ตำบลปากน้ำมีการทำอาชีพน้ำตาลโตนดอยู่ 2 ลักษณะ ลักษณะแรก เป็นการทำตาลบนพื้นที่ของตนเอง ลักษณะที่สอง เป็นการเช่าทำ สำหรับการเช่าทำ คนส่วนใหญ่จะเรียกว่า การเช่าแบบเหมาป่า ราคาเช่าจะจ่ายเป็นเงินสด และแลกด้วยน้ำตาลสด ราคาส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 400-1200 บาทต่อปี ซึ่งขึ้นอยู่กับ การตกลงกันระหว่างผู้เช่าและเจ้าของพื้นที่ สำหรับการขายในพื้นที่ ซึ่งมีผู้ซื้อที่อยู่นอกพื้นที่เข้ามารับซื้อ ทั้งที่เป็นโรงงานมารับซื้อไปครั้งละจำนวนมาก ก็จะมีผู้สัญจรไปมาเข้ามาซื้อเป็นรายปลีก มีการจำหน่ายหลายแบบ เช่น จำหน่ายเป็นห่อ ห่อละ 1 ขบ จำนวน 5 ห่อ ราคา 1 บาท แต่ถ้าเป็นลักษณะโรงงานที่มารับซื้อจะเหมาซื้อจำนวนมาก ประมาณการสุทธิ 10-15 บาทต่อปริมาณ 100 ขบ และในระยะหลังช่วงปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นมามักจะมีการจำหน่ายเป็นกิโลกรัม โดยชั่งตักขายเป็นกิโล จำหน่ายตั้งแต่ 2 -10 บาทในช่วงปี พ.ศ. 2530-2535 และมีผู้รับซื้อมารับซื้อที่อำเภอบางคล้าทุกสัปดาห์

ต่อมาในยุคถัดจากปี พ.ศ. 2535 จนถึงปี พ.ศ. 2542 ช่วงนี้พื้นที่ตำบลปากน้ำมีการโค่นต้นตาลไปเป็นจำนวนมากเพื่อทำสวนมะม่วง ทำให้ปริมาณการผลิตน้ำตาลลดลง ผู้ประกอบอาชีพทำน้ำตาลสดในยุคสมัยเก่าเริ่มชราภาพและเลิกอาชีพนี้ไปตามวัย การพัฒนาพื้นที่ในช่วงนี้มีขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีการจัดสรรที่ดินเพื่อปลูกเป็นพื้นที่อาศัย การเดินทางและมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้น รวมทั้งทางจังหวัดได้มีการลาดยางตัดผ่านหมู่บ้านในปี พ.ศ.2535 ในช่วงดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงอาชีพจากทำตาลโตนดเป็นประกอบอาชีพทำสวนมะม่วง และในช่วงปี พ.ศ. 2535 เกิดอุทกภัยน้ำท่วมในพื้นที่ตำบลปากน้ำครั้งใหญ่ ครั้งนี้ส่งผลให้ผู้ประกอบอาชีพทำสวนมะม่วงได้รับความเสียหาย ทำให้ชาวบ้านในพื้นที่หันมาประกอบอาชีพผลิตน้ำตาลโตนดอีกครั้ง

สำหรับยุคปัจจุบันในช่วงปี พ.ศ. 2560 เป็นต้นมา เป็นยุคที่มีการจำหน่ายน้ำตาลโตนด แต่ก็ยังมีผู้ประกอบการน้ำตาลโตนดที่ยังจำหน่ายในหมู่บ้านเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว การจำหน่ายในช่วง 2-3 ปีนี้จำหน่ายกิโลกรัมละ 50 บาท ขายปลีกกิโลกรัมละ 60 บาท และมีการจำหน่ายกันมากขึ้นเนื่องจากมีราคาดี วิธีการไม่ซับซ้อน ทำให้ได้ผู้ประกอบการเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก

1) พันธุ์ตาลโตนด

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการอาชีพทำตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่ามีตาลโตนดในพื้นที่ จำนวน 3 พันธุ์ ดังนี้

- 2.1) ตาลไซ้ มีลักษณะลำต้นแข็งแรง ผลจะมีลักษณะสีขาวออกครีม แบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่
 - 2.1.1 ตาลไซ้เล็ก ได้แก่ ผลตาลที่มีขนาดเล็ก โดยแยกประเภทตามขนาดในหนึ่งทะลาย ประมาณ 20- 30 ผล ซึ่งผลดังกล่าวจะมีอายุตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป
 - 2.1.2 ตาลไซ้ใหญ่ ได้แก่ ผลตาลที่มีขนาดใหญ่ ใหญ่กว่าตาลชนิดไซ้เล็ก และมีสีค่อนข้างเหลือง โดยแยกประเภทตามขนาดในหนึ่งทะลายประมาณ 10-20 ผล
- 2.2) ตาลหม้อ หรือชาวบ้านเรียกว่าตาลใหญ่ มีสีดำปนน้ำตาล เป็นชนิดที่มีลำต้นแข็งแรง และมีผลใหญ่สีดำ ลักษณะมันวาว ผิวเรียบ เมื่อผลแก่จะมีรอยขีดเป็นเส้นๆ เปลือกจะมีลักษณะหนา ในหนึ่งผลจะมีเมล็ดอยู่ภายในประมาณ 3-4 เมล็ด ชาวบ้านมักเรียกว่า เต้า
- 2.3) ตาลพันธุ์ลูกผสม มีลักษณะลำต้นตรงใหญ่แข็งแรง ผลค่อนข้างใหญ่ มีสีเหลืองดำ ในหนึ่งทะลายจะมีผลย่อยประมาณ 15-20 ผล

2) กระบวนการผลิตตาลโตนดของชุมชนตำบลปากน้ำ

การผลิตตาลโตนดของชุมชนปากน้ำ มีอุปกรณ์ที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิต ซึ่งแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะไม่เหมือนกันตามวิถีชีวิตและภูมิปัญญาแต่ละแห่ง ซึ่งผู้ประกอบการอาชีพตาลโตนดนำมาใช้รุ่นต่อรุ่นแล้วดัดแปลงตามความเหมาะสมกับพื้นที่และการใช้งาน

3.1) เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต

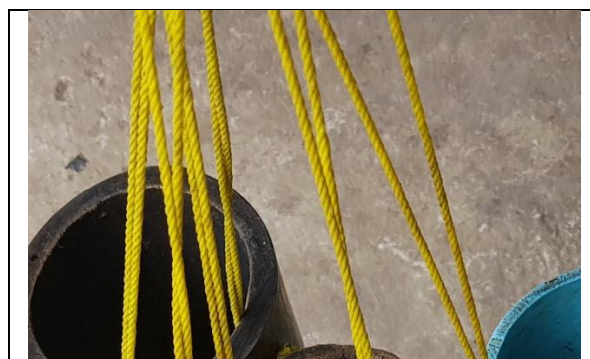
1) ตะเกียบบวดรวงตาล มี 2 ชนิด ได้แก่ตะเกียบบวดตาลตัวเมีย และตะเกียบบวดตาลตัวผู้ ทำด้วยไม้พุทราหรือไม้ขนุน เพราะลักษณะของไม้ทั้งสองนี้จะมีลักษณะแข็ง และเหนียว

2) กระบอกรองน้ำตาล โดยปกติชุมชนจะใช้ไม้ไผ่สีกปล้องขนาดใหญ่ เป็นไม้ไผ่ที่มีอายุอย่างน้อย 3-4 ปี โดยแต่ละปล้องจะตัดข้างหนึ่งทำเป็นปากกระบอกรอง เจาะส่วนที่เป็นกระบอกรองเพื่อร้อยเชือกหูกกระบอกรอง และเมื่อนำไปรองน้ำตาลจะได้ใช้เชือกผูกไว้กับวงตาล ซึ่งในปัจจุบันบางครั้งจะใช้ท่อพีวีซีที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3.5-4.5 นิ้ว



ภาพที่ 3.2 กระบอกรองน้ำตาลหรือพีวีซีที่ใช้รองน้ำตาล

3) เชือกหูกกระบอกรอง จะนิยมใช้เชือกไถล่อน เนื่องจากคุณสมบัติที่มีความคงทน ไม่ขาดง่าย ซึ่งแต่เดิมจะนิยมใช้เชือกที่ทำจากกาบต้นมะพร้าว หรือต้นปอกระเจา



ภาพที่ 3.3 เส้นไถล่อนที่ใช้กับกระบอกรองน้ำตาล

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

5) พะอง ทำมาจากไม้ไผ่ทั้งต้น มีลักษณะแข็งแรง เรียวยาว ใช้พาดสำหรับขึ้นต้นตาลเพื่อเป็นลักษณะคล้ายกับบันได เพื่อขึ้นไปตัดวงตาล มีความยาวแตกต่างกันตามความสูงของลำต้นตาลประมาณ 5-15 เมตร

6) เชือกรัดตาล ทำมาจากเชือกไผ่ล่อน ซึ่งเมื่อสมัยก่อนมักจะใช้เส้นใยจากต้นหวายหลายชนิด เช่น หวายขบ หวายนก หรือหวายซี่ไก่ นำมาตากแห้ง และแช่น้ำให้นิ่ม โดยมักจะใช้พันลำต้นตาลหลายรอบเพื่อไม่ให้ขาดได้ง่าย และมัดติดกับลำต้นตาลโคนดให้แน่น พาดจากโคนต้นตาลไปถึงยอดตาล

7) เตาเคี้ยวตาล เป็นลักษณะเตาขนาดใหญ่ สำหรับใช้เคี้ยวน้ำตาล ก่อด้วยอิฐสีแดงและฉาบด้วยปูน ตรงส่วนกลางกระทะ จะก่อเป็นหลุมลึกเป็นช่องบรรจุถ่านและจุดไฟ ด้านข้างของเตาจะเป็นท่อต่อก่อด้วยอิฐสีแดงต่อแนวยาว เพื่อใช้บรรจุถ่านและจุดไฟดังกล่าว



ภาพที่ 3.4 เตาเคี้ยวตาลที่ทำมาจากอิฐสีแดงและฉาบด้วยปูน

8) เตารมกระบอก ทำมาจากไม้ไผ่ถูกชิงให้เป็นสี่เหลี่ยม เพื่อใส่ฟืนและจุดไฟ ใช้สำหรับรมควันให้กระบอกไม้ไผ่ที่ใช้รองน้ำตาลแห้ง ซึ่งในอดีตจะทำด้วยดินเหนียว สูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.5 เตาที่ใช้รมควันเพื่อทำให้กระบอกไม้ไผ่หรือฟิวซีแห้ง

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



ภาพที่ 3.6 กระทะเหล็กขนาด 90 เซนติเมตร สำหรับเคี้ยวน้ำตาล

10) ที่ร่อนน้ำตาล ทำจากผ้าดิบหนาเย็บติดกับลวดวง และมีด้ามจับทำด้วยไม้ไผ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร ใช้สำหรับกรองเศษน้ำตาลหลังจากเคี้ยวน้ำตาลให้เดือดแล้ว ป้องกันไม่ให้น้ำตาลล้นออกมานอกกระทะ และกรองเศษน้ำตาลที่เป็นฟอง หรือเศษกากน้ำตาลที่ไม่ต้องการ เป็นต้น



ภาพที่ 3.7 ที่กรองน้ำตาลทำจากผ้าดิบเย็บติดกับลวดวง และมีด้ามจับทำด้วยไม้ไผ่

11) เชื้อเพลิง ชุมชนมักจะใช้กะลามะพร้าว หรือกาบตาล เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ โดยใส่ไปในเตาที่ใช้เคี่ยวน้ำตาล



ภาพที่ 3.8 กะลามะพร้าว และกาบตาลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเคี่ยวน้ำตาล

2.2 ศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา

ผู้วิจัยได้ศึกษาศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ สรุปได้ดังนี้

1) บริบทของกลุ่มชุมชนตาลโตนด หรือผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์ตาลโตนด

บริบทของกลุ่มชุมชนตาลโตนดหรือผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์ตาลโตนด พบว่า การแปรรูปผลิตภัณฑ์ตาลโตนดส่วนใหญ่จะประกอบกิจการในรูปแบบผู้ประกอบการรายเดี่ยว มีเพียงส่วนน้อยที่มีการดำเนินการเป็นกลุ่มเกษตรกร ซึ่งในกลุ่มชุมชนมีเป้าหมายในการจัดตั้งกลุ่มผลิตน้ำตาลโตนดแท้ๆ เพื่อส่งเสริมอาชีพการทำโตนด อนุรักษ์ต้นตาล คนขึ้นตาล และมีความต้องการที่จะหารายได้จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ในพื้นที่ สำหรับการผลิตของชุมชนที่ยังรักษาภูมิปัญญาการทำน้ำตาลสดแบบดั้งเดิมนั้น เนื่องจากชุมชนอยากรักษาและอนุรักษ์ภูมิปัญญาของรุ่นพ่อแม่ เพื่อการส่งเสริมการท่องเที่ยวและรักษาความเป็นชุมชนดั้งเดิมที่กำลังหายไป โดยได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ สำนักงานพัฒนาชุมชน สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทรา ฯลฯ ในการพัฒนากระบวนการผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ การขอเอกสารรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ และงบประมาณในการพัฒนาธุรกิจ ซึ่งชุมชนมีความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ มากกว่าที่จะเป็นผลิตภัณฑ์แบบเดิมๆ



ภาพที่ 3.9 การพัฒนาส่งเสริมสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ในการพัฒนาการตลาดสำหรับสตีกเกอร์ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์น้ำตาลสด



ภาพที่ 3.10 การพัฒนาส่งเสริมสนับสนุนจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทราร่วมกับภาคเอกชน
ในการพัฒนาโรงเรือนการผลิตให้มีมาตรฐานโรงเรือนที่ดี

2) ลักษณะพฤติกรรมของผู้ซื้อ

ผู้วิจัยได้ทำแบบสำรวจรูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการพิจารณาตัดสินใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด สรุปผลการสำรวจได้ดังนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีเพศหญิง 138 คน คิดเป็นร้อยละ 81.17 เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 18.82 ส่วนใหญ่มีอายุตั้งแต่ 20-35 ปี จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 56.47 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัท จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 71.76 และร้อยละ 24.12 ไม่ได้ประกอบอาชีพ และได้เกษียณอายุจากราชการและบริษัทเอกชน รายได้ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน เดือนละ 15,000 บาท หรือต่ำกว่า จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 65.88 และส่วนใหญ่มีจำนวนสมาชิกครอบครัว 2-3 คน จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 82.94 ในด้านพฤติกรรมของผู้บริโภคในการพิจารณาตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด ผลการสำรวจพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจบริโภคน้ำตาลสด จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 82.94 และสนใจผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับดูแลสุขภาพ จำนวน 159 คน คิดเป็นร้อยละ 93.35 โดยชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พร้อมรับประทาน จำนวน 160 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11 นอกจากนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ใหม่ของตาลโตนดจะเน้นถึงความหอมหวานของรสชาติตาลโตนด จำนวน 164 คน คิดเป็นร้อยละ 95.12 ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่าไม่ควรเพิ่มการปรุงแต่งใดๆ จำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 95.27 ในด้านปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนดพร้อมบริโภค จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 (S.D. = 1.09) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านราคา มีผลต่อการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนดมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.97 (S.D. = 1.14) อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมา คือด้านผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ย 3.84 (S.D. = 1.21) อยู่ในระดับปานกลาง ด้านการจัดจำหน่ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 (S.D. = 1.06) อยู่ในระดับปานกลาง ตามลำดับ

3) แนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตาลโตนด

จากผลการศึกษาและสัมภาษณ์ชุมชนผู้ผลิตตาลโตนด ดังนี้

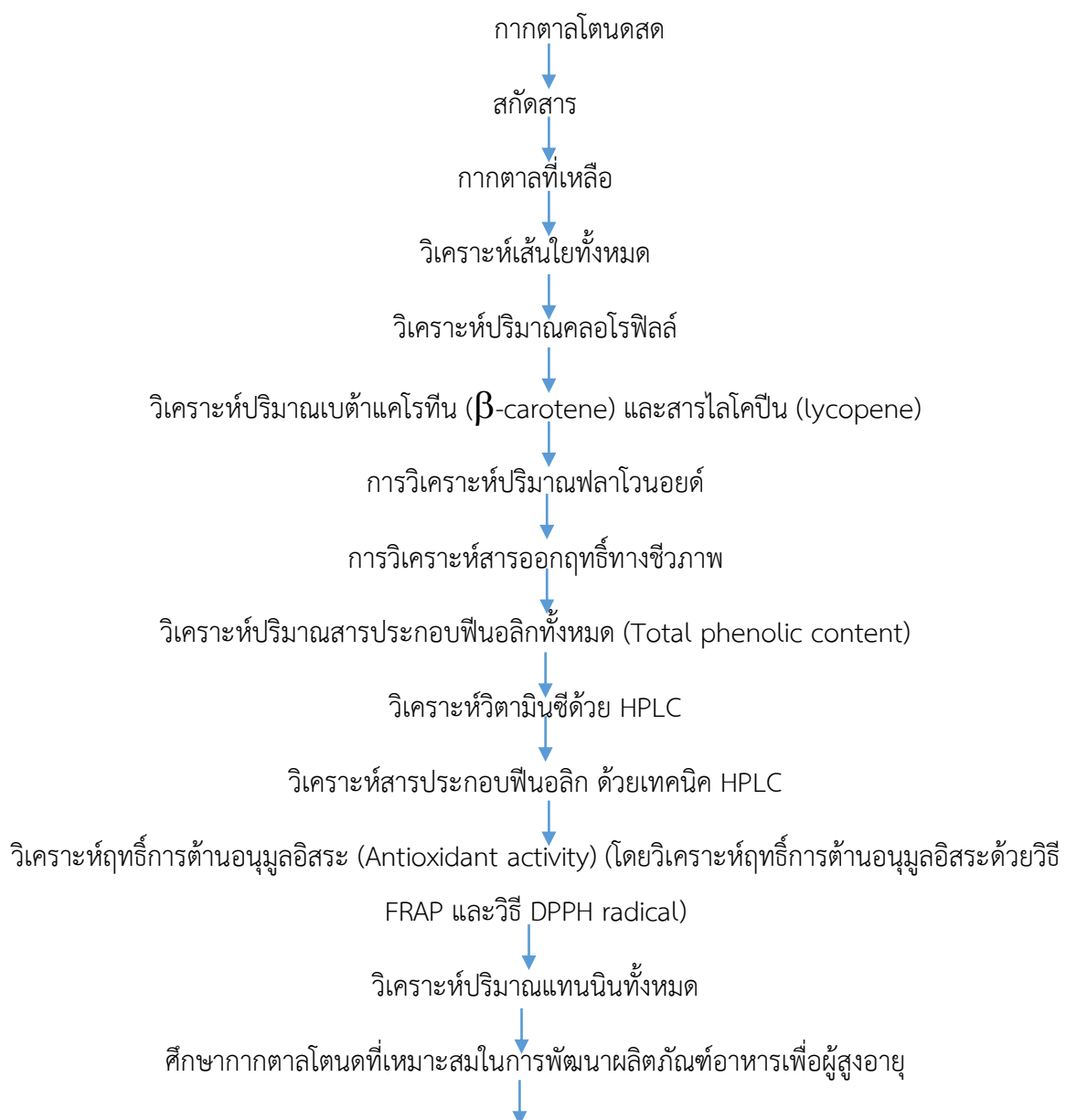
การพัฒนาด้านผลิตภัณฑ์ ชุมชนสนใจผลิตผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดรูปแบบใหม่ให้มีรสชาติและสีสันทันใจจากธรรมชาติอย่างแท้จริง สะอาดและถูกสุขลักษณะ ไร้อาการเจ็บจากสารสังเคราะห์ทั้งสีและกลิ่น แต่ถ้ามมีการปรุงแต่งก็ควรมีการเพิ่มการปรุงแต่งในผลิตภัณฑ์ต่างๆเพียงเล็กน้อย และยังคงรักษาอัตลักษณ์ของพื้นที่ และควรมีการแสดงมาตรฐานการรับรองผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

การพัฒนาด้านราคา ชุมชนสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อยกระดับสินค้าให้มีมูลค่าสูงขึ้น และถ้าเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการรักษาสุขภาพหรือดูแลสุขภาพในทุกกลุ่มคน จะเป็นที่ต้องการในกลุ่มผู้บริโภคมากขึ้น ต่ออยากให้พิจารณาต้นทุนการผลิตเป็นหลัก ถ้าขายหรือจำหน่ายได้ ก็สามารถลงทุนด้วยราคาต้นทุนที่สูงได้ แต่ขอให้ชุมชนได้กำไร และได้ของดีมีคุณภาพ

การพัฒนาด้านการจัดจำหน่าย ชุมชนอยากให้มียช่องทางจำหน่ายที่หลากหลาย ซึ่งในยุคสมัยนี้ จะเน้นการขายสินค้าผ่านมือถือ ซึ่งทำให้สามารถเข้าหาคนทุกวัยที่สนใจกับผลิตภัณฑ์รักษาสุขภาพ

ตอนที่ 3 การวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาสารสำคัญของตาลโตนดและกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการส่งออกสำหรับการค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ผู้วิจัยได้ศึกษาสารสำคัญของตาลโตนดและกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการส่งออกสำหรับการค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ โดยได้เลือกกากตาลโตนดที่มีลักษณะสมบูรณ์ และเป็นกากที่มีอายุการเก็บประมาณ 1-2 วันแล้วนำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงเพื่อกำจัดน้ำให้ระเหยหมดไป กระบวนการนี้เป็นกระบวนการทำให้แห้ง นอกจากนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอน สรุปได้ดังนี้



ศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกากตาลโตนดอบแห้ง โดยนำกากตาลโตนดอบแห้ง มาวัดค่า 1) ปริมาณคุณค่าโภชนาการสูง 2) ไขมันและโซเดียมต่ำ 3) มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ 4) รสชาติอร่อย 5)

เนื้อสัมผัสนุ่ม เคี้ยวง่าย

สกัดใยอาหารจากกากตาลโตนด

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของใยอาหารจากกากตาลโตนด

ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ โดยศึกษาใน ประเด็น 1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย 2) รับประทานง่าย 3) ผู้ดูแลสามารถจัดหาให้รับประทานได้สะดวกและ

รวดเร็ว 4) สะดวกในการพกพา ฯลฯ

พัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากตาลโตนดและลอนตาลแก่ให้ได้มาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

ภาพที่ 3.11 แผนผัง (flowchart) แสดงขอบเขตของการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์เส้นใยทั้งหมด (Total fiber content)

เส้นใยอาหาร เป็นส่วนของอาหารที่ได้จากพืช ซึ่งไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ ซึ่งสามารถแบ่ง เส้นใยอาหารได้เป็น เส้นใยประเภทที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน เส้นใยอีกพวกหนึ่ง ละลายน้ำได้ เช่น เส้นใยที่ได้จากถั่ว จากเมล็ดธัญพืชและสารพวกเพคติน จากการวิเคราะห์เส้นใยทั้งหมดใน กากน้ำตาลโตนด พบว่ามีปริมาณเส้นใยทั้งหมด มีปริมาณ 54.2 % ปริมาณลิกนิน มีปริมาณ 7.96 % เฮมิ เซลลูโลส มีปริมาณ 13.78 % และสารประกอบเพคติน 14.63 %

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในกากตาลโตนด มีค่าอยู่ในช่วง 0.0012 mg/100 g FW

ตารางที่ 3.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์และอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ในกากตาลโตนด

Cultivars	Chlorophyll and Chlorophyll derivatives content			
	Chl. A (mg/100 g FW)	Chl. B (mg/100 g FW)	Chlide a (mg/100 g FW)	Phy a (mg/100 g FW)
กากตาลโตนด	0.0012±0.002	-	-	-

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน (β -carotene) และสารไลโคปีน (lycopene)

สารเบต้าแคโรทีนพบมากในพืชที่มีสีเหลือง และสีส้ม เช่น หัวแครอท หัวผักกาดแดง มะเขือเทศ เป็นต้น สารเบต้าแคโรทีนเป็นสารที่ยังใช้ในการรักษาโรคบางชนิด เช่น โรคกระดูก ความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากความไวต่อแสง ซึ่งการที่ผิวมีความไวต่อแสงจะกระตุ้นให้มีการสร้างพอร์ไฟริน (porphyrins) ที่ผิวหนังซึ่งจะดูดกลืนพลังงานจากแสง และทำให้เกิดอนุมูลอิสระและอนุมูลที่เกิดขึ้นจะทำลายเซลล์ และทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อ การได้รับเบต้าแคโรทีนจะทำให้อาการเจ็บปวดลดลง เนื่องจากเบต้าแคโรทีนไปหยุดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ (วีระศักดิ์ สามิ, 2550) การวิเคราะห์หาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในกากตาลโตนด พบว่า มีปริมาณ 5.14 mg/100g สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไลโคปีนในกากตาลโตนด พบว่า มีการสะสมสารไลโคปีน มีค่าอยู่ในช่วง 0.35-0.41 mg/100 g FW

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากากตาลโตนดมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูง ทั้งนี้เนื่องจากกากตาลโตนดมีสีเหลืองเข้ม และสารชนิดนี้ร่างกายยังสามารถมาเปลี่ยนให้เป็นวิตามินเอ นอกจากนี้สารเบต้าแคโรทีนยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง เป็นต้น

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

ปริมาณฟลาโวนอยด์ในกากตาลโตนด มีค่าอยู่ในช่วง 745 mg/100 g FW โดยใช้ HPLC เทียบกับสารฟลาโวนอยด์มาตรฐาน ดังนี้ myricetin, luteolin, quercetin, apigenin และ kaempferol สำหรับสาร myricetin ในกากตาลโตนด มีปริมาณ 15.21 mg/100g ตามลำดับ สาร quercetin ในกากตาลโตนดมีปริมาณ 2.11 mg/100g สาร luteolin ในกากตาลโตนดมีปริมาณ 1.69 mg/100g สาร apigenin มีปริมาณ 2.19 mg/100g สาร kaempferol มีปริมาณ 8.85 mg/100g จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในธรรมชาติแม้จะมีปริมาณที่แตกต่างกัน แต่พบว่าโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 mg-1 g ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าปริมาณวิตามินอีที่ได้รับต่อวัน (วาริน แสงกิตติโกมล, 2546; โอภา วัชรคุปต์, 2549)

โดยปัจจุบันพบว่าสารประกอบในกลุ่มโพลีฟีนอลิก เช่น ฟลาโวนอยด์ ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoids) เป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ (โอภา วัชรคุปต์, 2549) จากการศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องในการลดอัตราการเสี่ยงและเพิ่มอัตราป้องกันการเกิดโรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคเกี่ยวกับหลอดเลือด และโรคหัวใจรวมทั้งโรคอื่นๆ (โอภา วัชรคุปต์, 2549 ; Simopoulos. 2003 ; Kalirage and Dedoussis. 2007)

3.5 การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compound) เป็นสารที่มีในธรรมชาติพบในอาหารทั่วไป เช่น สารกลุ่มฟีนอลิก (phenolic compound) สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ เช่น เบต้าแคโรทีน วิตามินอี วิตามินซี และกลุ่มวิตามินบี เป็นต้น มีคุณสมบัติในเชิงออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น ซึ่งสมบัติเหล่านี้จะช่วยให้การส่งเสริมสุขภาพ ทั้งช่วยป้องกันและรักษาโรคได้ (Park, 2006) การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในตาลโตนด โดยการทำการวัดค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เบต้าแคโรทีน วิตามินซี ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์

3.6 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content)

สารประกอบฟีนอลิก จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอกและพบมากในธรรมชาติ เช่น พืชผัก ผลไม้ ชาเขียว ชาดำ และไวน์แดง เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ต้านไวรัส ต้านการแพ้ และมีคุณสมบัติในการสลายลิ่มเลือดรวมไปถึงการเป็นสารต้านการก่อมะเร็ง ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (โอภา วัชรคุป, 2549) โดยปัจจุบันพบว่าสารประกอบในกลุ่มโพลีฟีนอลิกเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-Ciocalteus method แล้วแปรผลออกเป็นปริมาณฟีนอลิกในหน่วยมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง โดยเติมสารละลายของ Folin-ciocalteu reagent (1: 1 น้ำกลั่น) เพื่อให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินกับสารจำพวกฟีนอลิก

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ในกากตาลโตนด พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 1.78 mg/100g สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่ป้องกันการเสื่อมสภาพของอาหารแล้ว ยังสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระบบร่างกายของผู้บริโภค โดยพบว่าการบริโภคผลไม้ในปริมาณมากสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน อีกทั้งยังสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งบางชนิด อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการเป็นสารต้านออกซิเดชันของผลไม้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้

3.7 การวิเคราะห์วิตามินซีด้วย HPLC โดยวิธีของ Abushita et al. (1997)

วิตามินซีหรือ กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) เป็นสารอาหารที่ละลายได้ในน้ำร่างกายไม่สามารถที่จะสร้างขึ้นเองได้ จึงจำเป็นต้องได้รับการรับประทานเข้าไป วิตามินซีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ช่วยเพิ่มภูมิชีวิตได้เป็นอย่างดี เพราะสามารถป้องกันและรักษาการอักเสบอันเนื่องมาจากแบคทีเรียและไวรัสได้ แหล่งของวิตามินซีที่สำคัญที่พบในธรรมชาติได้แก่ ผักและผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น ส้ม มะขามป้อม มะเขือเทศ แตงโม สับปะรด มะละกอ มะนาว สตอเบอร์รี่ ผักใบเขียวต่างๆ บล็อกโคลี่ เป็นต้น วิตามินซีมีความสำคัญต่อร่างกายโดยมีฤทธิ์ด้านการเกิดออกซิเดชัน ช่วยกำจัดอนุมูลอิสระภายในร่างกายที่อาจก่อให้เกิดโรคหลายชนิด มีความเกี่ยวข้องกับการสร้างคอลลาเจน ซึ่งเป็นโปรตีนสำคัญของฟันและกระดูก จึงมีส่วนในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อบาดแผลและกระดูกทำให้สมานแผลเร็วขึ้นรักษาอาการเลือดออกตามไรฟัน หรือโรคลักปิดลักเปิด (Scurvy) ถ้าร่างกายผู้ป่วยขาดวิตามินซี ผู้ป่วยจะมีอาการเลือดออกตามร่างกาย เช่น ผิวหนังกล้ำเนื้อ ข้อต่างๆ เยื่อบุทางเดินอาหาร อ่อนเพลีย เหนื่อยล้า หายใจลำบาก หมดแรง มีความเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ Carnitine ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการเมตาบอลิซึมของกรดไขมัน และการสังเคราะห์ Steroid hormone เป็นต้น

ในการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีโดยวิธี HPLC พบว่า ปริมาณวิตามินซี ในกากตาลโตนด มีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 0.31 mg/g ดังนั้นในกากตาลโตนดจะให้คุณค่ามากกว่า วิตามินซีหรือ กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) เป็นสารอาหารที่ละลายได้ในน้ำ โดยร่างกายไม่สามารถที่จะสร้างขึ้นเองได้ จึงจำเป็นต้องได้รับการรับประทานเข้าไป

3.8 การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิก ด้วยเทคนิค HPLC

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกด้วยเทคนิค HPLC ในกากตาลโตนด โดยเปรียบเทียบกับสารฟีนอลิกมาตรฐาน พบว่า ปริมาณของสาร gallic acid มีปริมาณอยู่ในช่วง 9.68 mg/g

3.9 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity)

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของในกากตาลโตนด ในการวิจัยนี้ได้ทำการทดลองฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง (in vitro) 2 วิธี คือ FRAP (ferric reducing /antioxidant power) และ DPPH radical scavenging activity

3.9.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอน (ตัวรีดิวซ์) ซึ่งจะมีผลทำให้ ferric ion (Fe^{3+}) ในสารจะถูกรีดิวซ์โดยสารต้านอนุมูลอิสระจากสารประกอบเชิงซ้อนเหล็ก Fe^{3+} -TPTZ ได้เป็น ferrous ion

(Fe²⁺) คือเป็น Fe²⁺-TPTZ ซึ่งสามารถดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถในการรีดิวซ์ ไอออนเหล็กของสารสกัดจากกากตาลโตนด พบว่าสารสกัดจากกากตาลโตนดมีความสามารถในการรีดิวซ์ไอออนเหล็กได้มากที่สุด โดยสามารถรีดิวซ์ได้ 0.11 mmol FeSO₄ equivalent/100g FW

3.9.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical

scavenging activity

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity โดยศึกษาตัวอย่างกากตาลโตนด โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร พบว่าการวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ในกากตาลโตนดมีค่าอยู่ในช่วง 0.18 mmol /100 g FW

3.9.3 การวิเคราะห์ปริมาณแทนนินทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแทนนินทั้งหมดในสารสกัดจากกากตาลโตนด พบว่าปริมาณสารแทนนิน 21.63 mg/L

นอกจากนี้ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกากตาลโตนดอบแห้ง โดยนำกากตาลโตนดอบแห้งมาวัดค่า 1) ปริมาณคุณค่าโภชนาการสูง 2) ไขมันและโซเดียมต่ำ 3) มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ 4) รสชาติอร่อย 5) เนื้อสัมผัสนุ่ม เคี้ยวง่าย

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของกากตาลโตนด พบว่ากากตาลโตนดที่นำมาทดลองในการวิจัยครั้งนี้มีองค์ประกอบทางเคมีซึ่งมีปริมาณคุณค่าโภชนาการสูง มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.5 คุณค่าโภชนาการของกากตาลโตนด และคุณค่าโภชนาการของผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ผลิตทางการค้า

คุณค่าทางโภชนาการ	คุณค่าทางโภชนาการของกากตาลโตนด	คุณค่าทางโภชนาการของกากอ้อยของผลิตภัณฑ์ที่ 1	คุณค่าทางโภชนาการซึ่งข้าวโพดของผลิตภัณฑ์ที่ 2
เส้นใยทั้งหมด	54.2 %	87.8 %	38.9 %
ปริมาณเซลลูโลส	36.37%	36.0 %	32.4 %
ลิกนิน	7.96 %	-	-
เฮมิเซลลูโลส	13.78 %	40.0 %	15.63 %
เพคติน	14.63 %	12.1 %	12.41 %
คลอโรฟิลล์ เอ	0.0012 mg/100 g FW	-	-
เบต้าแคโรทีน	5.14 mg/100g	-	-

คุณค่าทางโภชนาการ	คุณค่าทางโภชนาการ ของกากตาลโตนด	คุณค่าทางโภชนาการของ กากอ้อยของผลิตภัณฑ์ที่ 1	คุณค่าทางโภชนาการซึ่ง ข้าวโพดของผลิตภัณฑ์ที่ 2
สารไลโคปีน	0.41 mg/100 g FW	-	-
ฟลาโวนอยด์	745 mg/100 g FW	451 mg/100 g FW	647 mg/100 g FW
myricetin	15.21 mg/100g	-	-
quercetin	2.11 mg/100g	-	-
luteolin	1.69 mg/100g	-	-
apigenin	2.19 mg/100g	-	-
kaempferol	8.85 mg/100g	-	-
สารประกอบฟีนอลิก ทั้งหมด	1.78 mg/100g	0.95 mg/100g	1.42 mg/100g
วิตามินซี	0.31 mg/g	-	-
สาร gallic acid	9.68 mg/g	8.12 mg/g	7.85 mg/g

และผู้วิจัยได้วิเคราะห์ไขมัน โซเดียมและค่าดัชนีน้ำตาลในกากตาลโตนด มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.6 องค์ประกอบทางเคมีของโยอาหารจากกากตาลโตนด และคุณค่าโภชนาการของผลิตภัณฑ์อื่นๆ
ที่ผลิตทางการค้า

องค์ประกอบ	คุณค่าทางโภชนาการของ กากตาลโตนด	คุณค่าทางโภชนาการของกาก อ้อยของผลิตภัณฑ์ที่ 1	คุณค่าทางโภชนาการของซึ่ง ข้าวโพดของผลิตภัณฑ์ที่ 2
ไขมัน	10.34 %	8.8 %	7.62 %
แป้ง	8.14 %	6.23 %	10.7 %
โซเดียม	1.65 %	1.8 %	1.24 %
ค่าดัชนีน้ำตาล	15 %	18.0 %	21.6 %
โปรตีน	7.68 %	2.3 %	4.1 %
เถ้า	16.47%	2.5 %	17.97 %

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากตาลโตนด พบว่า กากตาลโตนดมีน้ำเป็น
องค์ประกอบ 57 % ดังนั้นกระบวนการผลิตโยอาหารจึงจำเป็นต้องมีการอบแห้งเพื่อลดความชื้นจนอยู่ใน
ปริมาณที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ระหว่างการขนส่งและการ

เก็บรักษา และกรณีที่จำเป็นต้นนำกากตาลโตนดไปผลิตเส้นใยอาหารในภาคอุตสาหกรรมการกำจัดน้ำจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องมาพิจารณา

จากตารางที่ 2.6 องค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนักแห้งของใยอาหารจากกากตาลโตนด พบว่า มีปริมาณเส้นใยอาหารสูงถึง 54.2 % และยังพบว่าองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และ เถ้ามีปริมาณค่อนข้างสูง ซึ่งหากต้องการใยอาหารผงที่มีความบริสุทธิ์สูง ควรจำกัดองค์ประกอบเหล่านี้ให้เหลือน้อยที่สุด

ตอนที่ 4 การศึกษากากตาลโตนดที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ

ผู้วิจัยได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพของกากตาลโตนด โดยกากตาลโตนดที่นำมาศึกษา มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ สมบัติทางกายภาพและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยวัดเนื้อสัมผัส มีค่าความกรอบ 14.29 ค่าความกรอบนี้จะแสดงคุณภาพทางกายภาพในส่วนของแรงที่ทำให้ตัวอย่างแตกหักโดยเป็นตัวอย่างที่มีค่าความแข็งสูงและมีความสามารถเกาะรวมตัวกันต่ำ ในการแสดงถึงคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะทำให้ทราบถึงระยะเวลาที่ใช้ในการเคี้ยวบดตัวอย่างที่เป็นของแข็งในอัตราการเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งและความเหนียว พบว่า กากตาลโตนด มีค่าความแข็งและความเหนียวมีค่า 12.51 N ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็นร้อยละ 2.14 องศาบริกซ์

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาสารสำคัญของตาลโตนดและกากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการส่งออกสำหรับการค้นหาเอกลักษณ์และคุณสมบัติประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ สรุปได้ดังนี้ พบว่ากากตาลโตนดมีปริมาณเส้นใยทั้งหมด เท่ากับ 54.2 % ปริมาณลิกนิน เท่ากับ 7.96 % เฮมิเซลลูโลส มีปริมาณ 13.78 % สารประกอบเพคติน 14.63 % ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.0012 mg/100 g FW ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน มีปริมาณ 5.14 mg/100g ปริมาณไลโคปีน มีการสะสมสารไลโคปีน มีค่าอยู่ในช่วง 0.35-0.41 mg/100 g FW ปริมาณฟลาโวนอยด์ มีค่าอยู่ในช่วง 745 mg/100 g FW โดยใช้ HPLC เทียบกับสารฟลาโวนอยด์มาตรฐาน ดังนี้ myricetin, luteolin, quercetin, apigenin และ kaempferol สาร myricetin ในกากตาลโตนด มีปริมาณ 15.21 mg/100g ตามลำดับ สาร quercetin ในกากตาลโตนดมีปริมาณ 2.11 mg/100g สาร luteolin ในกากตาลโตนดมีปริมาณ 1.69 mg/100g สาร apigenin มีปริมาณ 2.19 mg/100g สาร kaempferol มีปริมาณ 8.85 mg/100g ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่ามีปริมาณเท่ากับ 1.78 mg/100g ปริมาณวิตามินซีโดยวิธี HPLC พบว่า มีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 0.31 mg/g ปริมาณของสาร gallic acid มีปริมาณอยู่ในช่วง 9.68 mg/g ปริมาณแทนนินทั้งหมดในสารสกัดจากกากตาลโตนด พบว่าปริมาณสารแทนนิน 21.63 mg/L

จากผลการวิเคราะห์ทดลองสรุปได้ว่ากากตาลโตนด มีเส้นใยที่มีความสามารถละลายน้ำได้ ได้แก่ สารประกอบเพคติน ซึ่งมีปริมาณสูงถึง 14.63 % และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.0012 mg/100 g FW ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน มีปริมาณ 5.14 mg/100g ซึ่งสารสำคัญทั้งสามชนิดนี้จะเหมาะที่จะนำกากตาลโตนดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อดูแลสุขภาพ โดยที่กากใยอาหารที่มีสารประกอบเพคติน สามารถให้เส้นใยสำหรับการขับถ่ายได้ง่าย และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งพบมากในพืชที่มีสีเหลือง รวมถึงตาลโตนด โดยมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนใกล้เคียงกับพืชหลายชนิด เช่น มะม่วง หัวผักกาดแดง เป็นต้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการรักษาโรคบางชนิด เช่น โรคระดูก ความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากความไวต่อแสง ซึ่งการที่ผิวมีความไวต่อแสงจะกระตุ้นให้มีการสร้างพอฟิริน (porphyrins) ที่ผิวหนังซึ่งจะดูดกลืนพลังงานจากแสง และทำให้เกิดอนุมูลอิสระและอนุมูลที่เกิดขึ้นจะทำลายเซลล์ และทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อ การได้รับเบต้าแคโรทีนจะทำให้อาการเจ็บปวดลดลง เนื่องจากเบต้าแคโรทีนไปหยุดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ รวมทั้งสารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอลิก เช่น ฟลาโวนอยด์ ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoids) เป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ (โอภา วัชรคุปต์.2549) จากการศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องในการลดอัตราการเสี่ยงและเพิ่มอัตราป้องกันการเกิดโรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคเกี่ยวกับหลอดเลือด และโรคหัวใจรวมทั้งโรคอื่นๆ (โอภา วัชรคุปต์. 2549 ; Simopoulos. 2003 ; Kalirage and Dedoussis. 2007) ประการสำคัญกากน้ำตาลโตนดยังมีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 0.31 mg/g ซึ่งวิตามินซีมีความสำคัญต่อร่างกายโดยมีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชัน ช่วยกำจัดอนุมูลอิสระภายในร่างกายที่อาจก่อให้เกิดโรคหลายชนิด มีความเกี่ยวข้องกับการสร้างคอลลาเจน ซึ่งเป็นโปรตีนสำคัญของฟันและกระดูก จึงมีส่วนในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อบาดแผลและกระดูกทำให้สมานแผลเร็วขึ้น รักษาอาการเลือดออกตามไรฟัน หรือโรคลักปิดลักเปิด (Scurvy) ถ้าร่างกายผู้ป่วยขาดวิตามินซี ผู้ป่วยจะมีอาการเลือดออกตามร่างกาย เช่น ผิวหนัง กล้ามเนื้อ ข้อต่างๆ เยื่อบุทางเดินอาหาร อ่อนเพลีย เหงือกบวม หลุดง่าย

ตอนที่ 5 การสกัดใยอาหารจากกากตาลโตนด

กระบวนการเตรียมกากตาลโตนดเพื่อเข้าสู่กระบวนการสกัด ได้ดัดแปลงจากกระบวนการของ Tepapong (2007) โดยนำกากตาลโตนดมาบดในเครื่องปั่นที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จากนั้นล้างแบบผ่านด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 5 นาที เพื่อกำจัดองค์ประกอบทางเคมีที่ละลายน้ำได้ อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้อาจจะสูญเสียใยอาหารบางส่วนที่ละลายน้ำได้ เช่น เพคติน เป็นต้น

กระบวนการลดขนาดของกากตาลโตนดโดยการบดที่อุณหภูมิสูงจะทำให้โปรตีนบางส่วนเกิดการเสียสภาพและละลายออกมา น้ำตาลอิสระดังกล่าว รวมถึงแป้งบางส่วนจะถูกกำจัด ด้วยเหตุนี้ ถ้าไม่ทำการกำจัดคาร์โบไฮเดรตออก จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีส่วนสูญเสียใยอาหารต่ำ ในกระบวนการนี้จะส่งผลต่อการผลิตในขั้นตอนถัดไป กล่าวคือ หากกากตาลโตนดที่ได้มีอนุภาคขนาดเล็ก จะทำให้กากตาลโตนดดูดซับน้ำไว้

มากในขั้นตอนการล้าง ระยะเวลาในการทำแห้งนาน ผลผลิตต่ำ แต่หากตากตาลโตนดที่ได้มีขนาดใหญ่เกินไป จะทำให้การกำจัดส่วนประกอบที่ไม่ต้องการ เช่น น้ำตาลอิสระ ในขั้นตอนการล้างไม่มีประสิทธิภาพ (Naowakul et al. ,2013)

1) การกำจัดไขมันโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์

การกำจัดไขมันจะทำได้ 2 วิธี เช่น การกลั่นด้วยไอน้ำ และการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ส่วนงานวิจัยนี้ เลือกกำจัดไขมันในกากตาลโตนดอบแห้ง โดยใช้สารละลายเฮกเซนเป็นตัวทำละลาย ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2.7 ซึ่งพบว่ากากตาลโตนดที่ไม่ผ่านการสกัดด้วยเฮกเซนจะมีปริมาณไขมันสูง 10.34 % และเมื่อผ่านการสกัดครั้งที่ 1 ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ชั่วโมง จะมีปริมาณไขมัน 1.57 % และเมื่อผ่านการสกัดครั้งที่ 2 ปริมาณไขมันจะลดลงเหลือเพียง 0.63 % ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยมาก จึงเลือกการกำจัดไขมันด้วยตัวทำละลายเฮกเซน จำนวน 2 ครั้ง เป็นสถานะที่เหมาะสม จากนั้นนำผงกากตาลโตนดที่ได้ไปอบแห้งเพื่อกำจัดตัวทำละลายเฮกเซนต่อไป

ตารางที่ 3.7 ปริมาณไขมันของกากตาลโตนดที่ผ่านการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

ผงกากตาลโตนดที่ผ่านการกำจัดไขมัน	%ไขมัน (น้ำหนักแห้ง)
ไม่ผ่านการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน	10.34
ผ่านการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนครั้งที่ 1	1.57
ผ่านการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนครั้งที่ 2	0.63

2) การกำจัดแป้งและโปรตีนด้วยเอนไซม์

เมื่อกำจัดแป้งและโปรตีนออกจากผงกากตาลโตนดโดยใช้เอนไซม์ 2 ชนิด ได้แก่ เอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส (α - amylase) และกลูโคอะไมเลส (Glucoamylase) ความเข้มข้น 0.02, 0.06 และ 1.0 (%w/v) ตามลำดับ เพื่อกำจัดแป้งและเอนไซม์นิวเทรส (Crude enzyme, Neutrase) 0.6 และ 1.0 (%w/v) ตามลำดับ เพื่อกำจัดโปรตีน ได้ผลการทดลองดังตาราง 2.8 และ 2.9 ผงกากตาลโตนดที่ผ่านการกำจัดแป้งและโปรตีนด้วยเอนไซม์มีสีน้ำตาล

ตารางที่ 3.8 ปริมาณแป้งของกากตาลโหนดที่ผ่านการกำจัดแป้งด้วยเอนไซม์

ความเข้มข้นของเอนไซม์	% แป้ง (น้ำหนักแห้ง)
ไม่ผ่านการสกัด	8.15 ^a
แอลฟา-อะไมเลส 0.02 % + กลูโคอะไมเลส 0.02%	3.19 ^b
แอลฟา-อะไมเลส 0.06 % + กลูโคอะไมเลส 0.06%	2.94 ^c
แอลฟา-อะไมเลส 1.0 % + กลูโคอะไมเลส 1.0%	2.94 ^d

a-d ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$

ตารางที่ 3.9 ปริมาณโปรตีนของกากตาลโหนดที่ผ่านการกำจัดโปรตีนด้วยเอนไซม์

ความเข้มข้นของเอนไซม์	% แป้ง (น้ำหนักแห้ง)
ไม่ผ่านการสกัด	7.68 ^a
Neutrase 0.6 %	5.34 ^a
Neutrase 1.0 %	2.48 ^b

a-b ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2.8 พบว่า กากตาลโหนดที่ไม่ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์ มีปริมาณแป้งเท่ากับ 8.15 % ซึ่งมีปริมาณที่สูง และเมื่อนำผงกากตาลโหนดอบแห้งไปกำจัดแป้ง ด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส และกลูโคอะไมเลส 0.02 และ 0.06 % ตามลำดับ พบว่า ปริมาณแป้งลดลงเท่ากับ 3.19 และ 2.94 ตามลำดับ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอนไซม์ทั้งสองชนิดเป็น 1.0 % พบว่า ปริมาณแป้งในกากตาลโหนดไม่แตกต่างจากผงกากตาลโหนดที่ใช้เอนไซม์ความเข้มข้น 0.06 % ($p < 0.05$)

ปริมาณแป้งที่เป็นองค์ประกอบในโยอาหารจะมีคุณสมบัติช่วยในการพองตัว และการอุ้มน้ำจากโยอาหารได้มาก แต่ข้อเสีย คือ เมื่อทิ้งเวลานาน (มากกว่า 24 ชั่วโมง) จะเกิดการแตกตัวของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่เสริมโยอาหารจะอยู่ในสภาพไม่คงตัว ซึ่งเป็นคุณสมบัติไม่ดี ดังนั้นจากผลการทดลองข้างต้น จึงเลือกใช้เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส และกลูโคอะไมเลส 0.06 % เพื่อกำจัดแป้งออกจากผงโยอาหารจากกากตาลโหนด

จากผลการทดลองในตาราง 2.9 พบว่า ผงกากตาลโหนดที่มีปริมาณโปรตีน 7.68 % แต่เมื่อสกัดด้วยเอนไซม์นิวเทรสที่ความเข้มข้น 1.0 % พบว่าปริมาณโปรตีนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 2.48 ($p < 0.05$) การลดปริมาณโปรตีนลงให้เหลือน้อยที่สุด นอกจากจะเป็นการเพิ่มสัดส่วนของโยอาหารให้สูงขึ้นแล้ว ยังทำให้คุณสมบัติการอุ้มน้ำของโยอาหารดีขึ้นอีกด้วย เนื่องจากระหว่างกระบวนการให้ความร้อนในช่วงของการลดขนาด และการกำจัดไขมันด้วยตัวทำละลายเฮกเซน ทำให้เกิดการคลายตัวของสายโพลีเปปไทด์ ส่งผลให้โปรตีนมีคุณสมบัติด้าน Hydrophilic ลดลง

ดังนั้นจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดใยอาหารจากกากตาลโตนด คือ การเตรียมตัวอย่างด้วยการบด และล้างที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จากนั้นกำจัดองค์ประกอบที่ไม่ต้องการ ได้แก่ การกำจัดไขมันโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จำนวน 14 ชั่วโมง จำนวน 2 ครั้ง กำจัดแป้งโดยใช้เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส และกลูโคอะไมเลส ความเข้มข้น 0.06 % และกำจัดโปรตีนด้วยเอนไซม์นิวเทรล ความเข้มข้น 1.0 % จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือความชื้นไม่เกิน 5 % และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของใยอาหาร ได้แก่ แป้ง ใยอาหารทั้งหมด โปรตีน และไขมัน ได้ผลดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 3.10 องค์ประกอบทางเคมีของใยอาหารจากกากตาลโตนดที่สกัดได้

องค์ประกอบทางเคมี	เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง)
แป้ง	2.94
ใยอาหารทั้งหมด	84.6
โปรตีน	2.48
ไขมัน	0.65

3) คุณสมบัติทางกายภาพของใยอาหารจากกากตาลโตนด

ใยอาหารจากกากตาลโตนดที่ได้จากการวิจัย นำมาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ ได้แก่ คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ ค่าความเป็นกรดเบส ปริมาณน้ำอิสระ และสี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการนำไปเป็นในอาหารเสริม เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร ทั้งนี้ การอุ้มน้ำเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของใยอาหารในการเสริมในสูตรอาหารเสริม เนื่องจากจะมีอิทธิพลต่อการเก็บกักของเหลวเพื่อไม่ให้เกิดการแยกของของเหลวในระหว่างการเก็บรักษา

3.1 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ

คุณสมบัติในการอุ้มน้ำของใยอาหารจากกากตาลโตนด เป็นคุณสมบัติสำคัญในการนำไปเสริมในผลิตภัณฑ์อาหาร ใยอาหารที่มีประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำสูง หมายถึงใยอาหารนั้นมีความสามารถในการกักเก็บน้ำในโครงสร้างของใยอาหาร จับกับน้ำได้ดี ส่งผลให้เกิดความหนืดของอาหารเพิ่มขึ้นได้ ในงานวิจัยนี้ใยอาหารที่ถูกนำไปเสริมในอาหารเสริม ซึ่งคุณสมบัติในการอุ้มน้ำจะช่วยป้องกันการแยกชั้นของโปรตีนเวย์ ในผลิตภัณฑ์อาหารระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นการทดลองนี้จะวิเคราะห์คุณสมบัติในการอุ้มน้ำของกากตาลโตนดอบแห้ง เปรียบเทียบกับใยอาหารสกัดจากกากตาลโตนด

ตารางที่ 3.11 ลักษณะทางกายภาพของโยอาหารจากกากตาลโตนด

สมบัติทางกายภาพ	ผงกากตาลโตนดอบแห้ง	โยอาหารจากกากตาลโตนด
การอุ้มน้ำ (WHC)	4.67±0.23 ^a	8.15±0.34 ^b
กรด-ด่าง	6.12±0.32 ^a	4.97±0.67 ^b
ปริมาณน้ำอิสระ	0.29±0.07 ^a	0.31±0.04 ^a

a-b ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$

ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยอาหารที่ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผงกากตาลโตนดอบแห้ง โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ ได้แก่ ชนิดและประเภทของเส้นโยอาหาร ความละเอียดของขนาดอนุภาค สภาพะของการสกัด สัดส่วนของโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำต่อสัดส่วนที่ละลายน้ำได้ และปริมาณเส้นโยอาหารที่เป็นองค์ประกอบ โดยจากการทดลองพบว่า โยอาหารที่ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่าผงกากตาลโตนดที่ไม่ผ่านการสกัด ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบที่ไม่ต้องการ เช่น น้ำตาล โปรตีน และสารโมเลกุลอนุภาคเล็กๆ ที่ละลายน้ำได้ถูกกำจัดออกจากโยอาหารแล้ว ทำให้สัดส่วนของโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำต่อโยอาหารที่ละลายน้ำสูงขึ้นมีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยหากมีสัดส่วนที่สูงจะส่งผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น

3.2 ค่าความเป็นกรดต่าง

จากการทดลองพบว่าผงกากตาลโตนดที่ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์ มีความเป็นกรดต่างเล็กน้อย เนื่องจากการสกัดด้วยเอนไซม์กลูโคสไมเลส มีการปรับค่าความเป็นกรดต่างของโยอาหารให้เท่ากับ 4-4.5 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก เพื่อให้สภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ อย่างไรก็ตาม จากการกำจัดโปรตีนด้วยเอนไซม์นิวเทรส ได้ปรับค่า pH สูงขึ้น จึงทำให้เส้นโยอาหารจากกากตาลโตนดมีค่าความเป็นกรดต่างเหลืออยู่เล็กน้อยดังตาราง 2.11 อย่างไรก็ตามในการผลิตอาหารเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนด

3.3 ปริมาณน้ำอิสระ

จากการทดลองพบว่า ผงกากตาลโตนดอบแห้งมีปริมาณน้ำอิสระ ไม่แตกต่างจากโยอาหารจากกากตาลโตนด ($p > 0.05$) ดังตาราง 2.11 ผงกากตาลโตนดอบแห้ง และโยอาหารจากกากตาลโตนดซึ่งเป็นอาหารแห้ง มีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6 อยู่ในระดับที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ดังนั้นจึงสามารถเก็บรักษาได้ในระยะเวลานานโดยไม่เกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์

3.4 สี

จากผลการวัดค่าสีของผงกากตาลโตนดและโยอาหารสกัดจากกากตาลโตนด พบว่า ผงกากตาลโตนดอบแห้งที่เตรียมก่อนการสกัดที่มีสีน้ำตาลกว่าโยอาหารที่ผ่านการสกัดโดยใช้เอนไซม์ ผลการทดลองแสดงผลเป็นค่าตัวแปร L^* a^* และ b^* โดยค่า L^* เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างมีระดับตั้งแต่ 1 คือสีดำจนถึง 100 คือมีค่าความสว่างเท่ากับสีขาวบริสุทธิ์ ค่า a^* เป็นค่าที่แสดงถึงระดับของสีเขียวจนถึงสีแดงมีระดับตั้งแต่ -60 ถึง + 60 และค่า b^* เป็นค่าที่แสดงระดับสีเหลืองจนถึงสีน้ำเงินมีระดับตั้งแต่ -60 ถึง + 60 ผงกากตาลโตนดและโยอาหารจากกากตาลโตนดที่ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์มีคุณภาพสีที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.12

ตาราง 3.12 ค่าสีของโยอาหารจากกากตาลโตนด

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
โยอาหารจากกากตาลโตนด	$24.16 \pm 0.24^{\text{a}}$	$12.51 \pm 0.01^{\text{a}}$	$13.01 \pm 0.51^{\text{a}}$
ผงกากตาลโตนด	$13.97 \pm 0.19^{\text{b}}$	$7.95 \pm 0.09^{\text{b}}$	$10.21 \pm 0.74^{\text{b}}$

a-b ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$

กากตาลโตนดเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ง่าย และเมื่อนำไปอบ อบแห้ง จะมีลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าคือมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น จากตารางที่ 2.12 เมื่อนำผงกากตาลโตนดอบแห้งและโยอาหารที่ผ่านการเตรียมโดยการล้างด้วยน้ำร้อน 95 องศาเซลเซียส และผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์ไปวัดค่าสีพบว่า มีค่าความสว่าง L^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผงโยอาหารที่สกัดจากกากตาลโตนดมีค่าความสว่างสูงกว่าผงกากตาลโตนดอบแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากการใช้น้ำที่อุณหภูมิสูงในการสกัดโยอาหาร รวมถึงความเป็นกรดต่าง สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ จึงทำให้ผงกากตาลโตนดที่ไม่ผ่านการสกัดมีสีเข้มกว่าโยอาหารจากกากตาลโตนดที่ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์

ตอนที่ 6 ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ โดยศึกษาในประเด็น 1) ผลิตภัณฑ์บำรุงร่างกาย 2) รับประทานง่าย 3) ผู้ดูแลสามารถจัดหาให้รับประทานได้สะดวกและรวดเร็ว 4) สะดวกในการพกพา ฯลฯ

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาความต้องการของกลุ่มผู้บริโภค โดยทำแบบสำรวจรูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการพิจารณาตัดสินใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด สรุปผลการสำรวจได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 3.13 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

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

จากตารางที่ 2.13 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีเพศหญิง 138 คนคิดเป็นร้อยละ 81.18 เพศชายคิดเป็นร้อยละ 18.82

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

ตารางที่ 3.14 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในภาพรวม

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
มีความสนใจบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าโภชนาการสูง	160	94.11
มีความสนใจผลิตภัณฑ์ใหม่ไขมันและโซเดียมต่ำ	50	18.82
ชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พร้อมรับประทาน/รับประทานง่าย	163	95.88
ผลิตภัณฑ์ที่จัดหาและรับประทานได้สะดวกรวดเร็ว	165	97.05
ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เคี้ยวง่าย เนื้อสัมผัสนุ่ม เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ	102	95.32
รวม	170	

ในด้านพฤติกรรมของผู้บริโภคในการพิจารณาตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ตาลโตนด ผลการสำรวจพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความสนใจบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าโภชนาการสูงจำนวน 160 คน คิดเป็นร้อยละ

94.11 และมีความสนใจผลิตภัณฑ์ใหม่ไขมันและโซเดียมต่ำ 50 คน คิดเป็นร้อยละ 18.82 ชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พร้อมรับประทาน/รับประทานง่าย จำนวน 163 คน คิดเป็นร้อยละ 95.88 โดยชอบผลิตภัณฑ์ที่จัดหาและรับประทานได้สะดวกรวดเร็ว จำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 97.05 และเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เคี้ยวง่าย เนื้อสัมผัสนุ่ม เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ จำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 95.32

ตอนที่ 7 การพัฒนานวัตกรรมใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุจากตาลโตนดและลอนตาล แก่ให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระทรวงอุตสาหกรรมสู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์

คณะผู้วิจัยได้นำโยอาหารที่ได้จากตอนที่ 6 ถูกลำมาทดลองในอาหารเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนด ในปริมาณ 1 , 3 และ 6 % ตามลำดับ จากนั้นนำอาหารเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนดไปทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้ผลการทดลองดังนี้

7.1 ความหนืด

จากการทดลองการผลิตอาหารเสริมจากโยอาหารจากกากตาลโตนด โดยใส่โยอาหารจากกากตาลโตนดจำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่เสริมด้วยโยอาหารสกัดร้อยละ 1 ,3 และ 5 % ตามลำดับ และสูตรควบคุมคือสูตรที่ไม่มีการเสริมโยอาหาร นำอาหารเสริมจากข้าวไปวัดค่าความหนืด พบว่าค่าความหนืดของอาหารเสริมจากโยอาหารจากกากตาลโตนด 1 ,3 และ 5 % มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าความหนืดสูงกว่าอาหารเสริมจากข้าวที่ไม่มีการเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2.15 ซึ่งจะเห็นได้ว่า การเสริมโยอาหารจะมีส่วนช่วยในเรื่องความหนืดให้แก่ผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้โยอาหารมีส่วนช่วยในการอุ้มน้ำให้อยู่ในโครงสร้างจุลภาพของอาหารเสริมส่งผลให้อาหารเสริมจากข้าวมีความหนืดและความคงตัวสูง

7.2 ค่าความเป็นกรดต่าง

จากการวัดค่าความเป็นกรดต่างของอาหารเสริมจากข้าวพบว่าค่าความเป็นกรดต่างมีความแตกต่างกันเล็กน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2.15 โดนครดต่างของอาหารเสริมจากข้าวที่มีการแทนที่โยอาหารสกัดจากกากตาลโตนด 1 , 3 และ 5 % มีค่าความเป็นกรดต่าง เท่ากับ 3.12 , 3.89 และ 3.91 ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่แตกต่างกับสูตรที่ไม่มีเสริมโยอาหาร (pH 3.12)

7.3 การแยกตัวของของเหลว

จากการวัดค่าการแยกตัวของของเหลว ระหว่างการเก็บรักษาอาหารเสริมจากข้าว ผลการทดลองดังตารางที่ 2.15 พบว่าอาหารเสริมจากข้าวที่มีการแทนที่ด้วยโยอาหารจากกากตาลโตนด 1 % มีการแยกตัวของของเหลวน้อยที่สุด เท่ากับ 1.65 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมอาหารเสริมต่อ 2 ชั่วโมง โดยไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมที่ไม่มีการเสริมโยอาหาร เมื่อเพิ่มการแทนที่ด้วยโยอาหารสกัดเป็น 3 และ 5 % พบว่าการแยกตัวของของเหลวหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 14 วัน มีค่าเท่ากับ 9.11 และ 10.25 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม อาหารเสริมต่อ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ

จากผลการทดลอง เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารในสูตรอาหารเสริมจะทำให้เกิดการแยกตัวของของเหลวในระหว่างการเก็บรักษามากขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากขนาดอนุภาคของผงใยอาหารค่อนข้างใหญ่ (130 เมช) อาจส่งผลให้เกิดความขัดขวางการดูดซึมของโครงสร้างจุลภาคของอาหารเสริมจากข้าว นอกจากนี้ใยอาหารเสริมมีแป้งเป็นองค์ประกอบ เมื่อเก็บรักษาไว้ 14 วัน จึงเกิดการคายน้ำออกจากแป้ง ทำให้มีการแยกตัวของของเหลวเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 3.15 คุณลักษณะเคมีและกายภาพของอาหารเสริมที่มีการแทนที่ด้วยใยอาหารจากกากตาลโตนด 0 , 1 และ 5 % หลังเก็บรักษา 14 วัน

คุณลักษณะทางกายภาพ	การแทนที่ด้วยใยอาหารจากกากตาลโตนด			
	0 %	1%	3%	5%
ความหนืด	3213±24.13 ^a	3519±0.16	3432±0.59	3320±0.50 ^b
กรดต่ำ	3.12±0.00 ^a	3.12±0.00 ^a	3.89±0.00 ^a	3.91±0.00 ^a
การแยกตัวของของเหลว (mL/100 g อาหารเสริม)	1.62±0.54 ^a	1.62±0.54 ^a	7.32±0.11 ^b	12.54±0.62 ^c

a-c ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$

ตารางที่ 3.16 ค่าสีของอาหารเสริมที่มีการเสริมด้วยใยอาหารจากกากตาลโตนด 0% ,1% , 3% และ 5 % หลังการเก็บรักษา 14 วัน

การเสริมด้วยใยอาหารจากกากตาลโตนด	ค่าสี		
	L*	a*	b*
0%	52.14±0.13 ^a	-8.12±0.15 ^a	12.01±0.61 ^a
1%	47.12±0.64 ^b	-7.91±0.24 ^a	11.91±0.02 ^a
3%	39.54±0.01 ^c	-6.11±0.01 ^b	8.12±0.01 ^b
5%	32.05±0.21 ^d	-4.02±0.06 ^c	7.54±0.94 ^c

a-c ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$

7.4 ค่าสี

จากตารางที่ 2.16 ซึ่งแสดงค่าสีของอาหารเสริมโยอาอาหารจากกากตาลโตนด พบว่าอาหารเสริมที่มีการเสริมด้วยโยอาอาหารจากกากตาลโตนด 1 % มีค่า L* หรือความสว่างสูงสุด รองลงมาคือ สูตรที่มีการเสริมโยอาอาหาร 3 และ 5 % ตามลำดับ เนื่องจากโยอาอาหารจากกากตาลโตนดมีสีน้ำตาล และไม่ได้ผ่านการฟอกสี ดังนั้นอาหารเสริมที่มีการเสริมโยอาอาหารสูง จึงมีสีเข้มกว่าสูตรที่มีอาหารเสริมในปริมาณต่ำ ($p < 0.05$)

7.5 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารเสริมโยอาอาหารจากกากตาลโตนดทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุมและสูตรที่มีการเสริมด้วยโยอาอาหารจากกากตาลโตนดที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 1, 3 และ 5% ตามลำดับ จากนั้นทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-Point hedonic scale ผู้ทดสอบ จำนวน 50 คน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2.17

ตารางที่ 3.17 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเสริมโยอาอาหารจากกากตาลโตนด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	อาหารเสริมที่เสริมด้วยโยอาอาหารสกัดจากกากตาลโตนด			
	สูตรควบคุม	1%	3%	5%
สี	9.12±0.11 ^a	8.32±0.65 ^b	8.01±0.02 ^c	7.95±0.07 ^d
กลิ่นรส	7.25±0.79 ^a	7.01±0.54 ^a	6.95±0.41 ^b	6.47±0.95 ^c
ความหวาน	6.12±0.54 ^a	6.01±0.11 ^a	5.75±0.01 ^a	5.24±0.06 ^b
เนื้อสัมผัส	8.95±0.60 ^a	7.91±0.21 ^b	6.42±0.07 ^c	5.14±0.12 ^d
ลักษณะปรากฏ	8.75±0.15 ^a	7.12±0.01 ^a	7.09±0.54 ^b	6.45±0.08 ^c
ความชอบโดยรวม	8.19±0.01 ^a	8.02±0.54 ^b	7.12±0.74 ^b	7.09±0.78 ^c

a-d ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่ออาหารเสริมจากข้าวเสริมโยอาอาหารจากกากตาลโตนดทั้ง 4 สูตร พบว่าคะแนนคุณลักษณะด้านต่างๆ รวมทั้งความชอบโดยรวมของอาหารเสริมจากข้าวทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากตารางแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรควบคุมสูงที่สุด (8.19) รองลงมาคือสูตรที่มีปริมาณโยอาอาหารจากกากตาลโตนด 1 % 3 % และ 5 % มีคะแนนโดยรวมเท่ากับ 8.02 , 7.12 และ 7.09 ตามลำดับ จากคะแนนความชอบในด้านต่างๆ แสดงว่าผู้บริโภคให้การยอมรับกับอาหารเสริมเสริมโยอาอาหารจากกากตาลโตนด 1 % มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่มีการเติมโยอาอาหาร 3 และ 5 % ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะปรากฏของอาหารเสริมเสริมโย

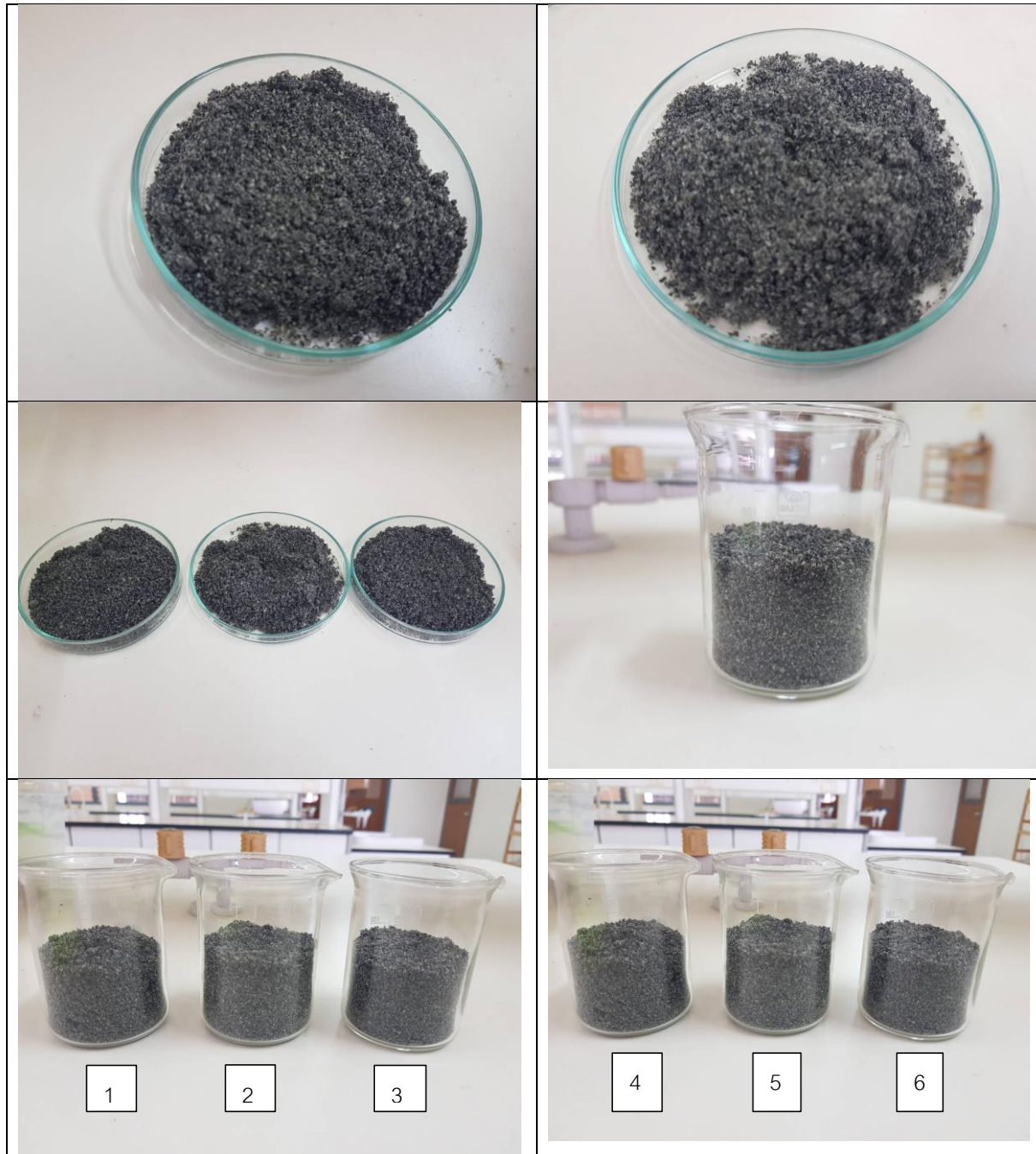
อาหารจากกากตาลโตนดจะมีสีเข้ม เนื้อสัมผัสไม่เรียบและมีกลิ่นเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด 1 , 3 และ 5 % ในระดับดี

ภาพรายละเอียดเกี่ยวกับอาหารเสริมจากกากตาลโตนด ปริมาณ 1 % มีดังนี้



ภาพที่ 3.13 ภาพรายละเอียดเกี่ยวกับอาหารเสริมจากกากตาลโตนด ปริมาณ 1 %

ภาพรายละเอียดเกี่ยวกับอาหารเสริมจากกากตาลโตนด ปริมาณ 5 % มีดังนี้



ภาพที่ 3.14 ภาพรายละเอียดเกี่ยวกับอาหารเสริมจากกากตาลโตนด ปริมาณ 5 %

ตอนที่ 8 การถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่เหมาะสม

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามแผนการดำเนินงานของโครงการ โดยคณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีตั้งแต่วันที่ 24 ตุลาคม 2562 โดยประชุมชี้แจง และวางแผนการจัดการฝึกอบรม ร่วมกับนางสมนึก โลหะเจริญ อยู่บ้านเลขที่ 30/3 หมู่ 11 ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และนางสาววันดี จันทรเจริญ เจ้าหน้าที่งานส่งเสริม ของสำนักงานอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อทำปฏิทินการดำเนินการฝึกอบรมที่เหมาะสม ผลจากการร่วมวางแผนได้ปฏิทินการฝึกอบรมจำนวน 2 ครั้ง ครอบคลุมทุกเนื้อหาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากตาลโตนด โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.18 กำหนดการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตาลโตนดสู่ชุมชน

ครั้งที่ 1 วันที่ 29 ตุลาคม 2562 สถานที่ : ณ บ้านเลขที่ 30/3 หมู่ 11 ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา หัวข้อเรื่องการบรรยาย : ความรู้และคุณประโยชน์ของตาลโตนด และการเตรียมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด		
หัวข้อบรรยาย	วิทยากร	จำนวนชั่วโมง
-ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตาลโตนด	รศ.ดร.ดวงพร ภู่มะกา	2
-คุณค่าทางโภชนาการ	รศ.ดร.ดวงพร ภู่มะกา	2
-แนวทางการอนุรักษ์ผลผลิตตาลโตนด	รศ.ดร.ดวงพร ภู่มะกา	2
-เครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด	รศ.ดร.ดวงพร ภู่มะกา	2
รวม		8
ครั้งที่ 2 วันที่ 5 พฤศจิกายน 2562 สถานที่ : ณ บ้านเลขที่ 30/3 หมู่ 11 ตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา หัวข้อเรื่องการบรรยาย : การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด		
หัวข้อบรรยาย	วิทยากร	จำนวนชั่วโมง
-วัตถุดิบ และการคัดเลือกเพื่อคุณภาพผลิตภัณฑ์	รศ.ดร.ดวงพร ภู่มะกา	2

หัวข้อฝึกปฏิบัติ		
-การเตรียมวัตถุดิบ และการจัดจำหน่าย	รศ.ดร.ดวงพร ภู่มะกา	2
-การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด	รศ.ดร.ดวงพร ภู่มะกา	4
รวม		8

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนดที่คณะผู้วิจัยได้ร่วมวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ทดลองและปรับปรุงสูตรจนเป็นที่น่าพอใจ สูตรดังกล่าวประกอบด้วยวัตถุดิบ ดังนี้

วัตถุดิบ

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. เนื้อตาลกรอบอบแห้ง | 3 กิโลกรัม |
| 2. ถั่วลิสงคั่ว | 1 กิโลกรัม |
| 3. งาขาว | ½ กิโลกรัม |
| 4. แปะแซ | 1 กิโลกรัม |
| 5. น้ำตาลปี๊บ | 1 ½ กิโลกรัม |
| 6. นมสดรสจืดคาร์เนชั่น | 1 กระป๋อง (140 มิลลิลิตร) |
| 7. กะทิสด | 2 กิโลกรัม |
| 8. ข้าวเม่า | 1 กิโลกรัม |
| 9. ผงใยอาหารจากกากตาลโตนด | ½ กิโลกรัม |

วัตถุดิบทั้งหมดต้องทำความสะอาดด้วยน้ำ เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมที่ติดอยู่กับวัตถุดิบให้หลุดออก หรือละลายอยู่ในน้ำที่ใช้ล้าง การล้างเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อทำความสะอาดและลดสิ่งปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ การล้างที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ตั้งต้นในอาหารก่อนเข้าสู่การแปรรูป ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น ภาววัตถุดิบที่เตรียมไว้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังนี้



ภาพที่ 3.15 วัตถุดิบที่เตรียมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด

สำหรับกระบวนการผลิต มีรายละเอียดดังนี้

1. นำกระทิสตใส่ในกระทะ ตั้งไฟแล้วเคี่ยวไปสักพัก เพื่อให้กระทิแตกมัน แล้วใส่น้ำตาลป๊ีบ คนให้เข้ากัน และรอนกว่าน้ำกะทิเดือดเต็มที
2. ใส่แบะแซ แล้วใส่ใบเตยลงไป และเคี่ยวจนเหนียว ประมาณ 1 ชั่วโมง และรอนกว่าน้ำกะทิเหนียว
3. ใส่นมสด แล้วเคี่ยวต่อจนน้ำกระทิมีลักษณะแตกเป็นฟอง ซึ่งในขณะนี้จะมิกลิ่นหอมกระทิใบเตยชัดเจน
4. ใส่ถั่วลิสงคั่ว ตาลโตนดทอด งาขาว ข้าวเม่า และตามด้วยผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดสุดท้าย คลุกให้เข้ากันขั้นตอนนี้ควรลดปริมาณไฟให้เบาที่สุด









ภาพที่ 3.16 กระบวนการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนด



ภาพที่ 3.17 คณะผู้วิจัยส่งมอบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนด

คณะผู้วิจัยได้ประชุมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ รายละเอียด ระหว่างผู้ผลิตและผู้อบรม เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมถึงการพัฒนาเรื่องความสะอาดของวัตถุดิบ โดยการประชุม แลกเปลี่ยนเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตและแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาความสะอาดและการพัฒนารูปแบบบรรจุ ภัณฑ์ ซึ่งผู้ผลิตและคณะผู้วิจัยได้สรุปร่วมกันว่าจะร่วมทำการวิเคราะห์และพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ ซึ่งใน เบื้องต้นต้องหาจุดบกพร่องที่ไม่ถูกหลักการด้านความสะอาดและสุขอนามัย รวมทั้งสุขลักษณะที่ดีในการ ประกอบอาหาร โดยการปรับปรุงวิธีการผลิต ตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบ การทำความสะอาดวัตถุดิบ การจัด วางการประกอบอาหาร กระบวนการผลิต และกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์

สำหรับด้านการพัฒนาออกแบบบรรจุภัณฑ์ พบว่า การใช้ถุงพลาสติกขนาด 6x9 นิ้ว เพื่อบรรจุกระยา สารน้ำหนัก 200 กรัม ซึ่งหลังจากการที่ได้บรรจุลงในถุงพลาสติกแล้ว ผู้เข้าอบรมได้นำไปซีลด้วยเครื่องแถบ ความร้อนเพื่อปิดปากถุง แต่ควรให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิลดลงก่อน

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้พัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโยอาหารจากกากตาลโตนด ให้กับกลุ่มผู้ประกอบการ และได้มีการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของ ผู้บริโภค โดยผลิตภัณฑ์ที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนามีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 3.18 บรรจุภัณฑ์ที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบเพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโย

อาหารจากกากตาลโตนด

สำหรับคณะผู้วิจัยได้อบรมและให้ความรู้แก่ผู้ประกอบการมีรายละเอียดในแต่ละด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านผลิตภัณฑ์ พบว่า ปัจจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคส่วนใหญ่ เรื่องตราสินค้า และรูปแบบของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค ตั้งแต่ การห่อบรรจุภัณฑ์ดูสะอาด น่าซื้อ น่ารับประทาน ความสวยงามของรูปแบบบรรจุภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ที่มีฉลากและตรารับรองคุณภาพ รวมทั้งการรักษามาตรฐานของรสชาติ และการใช้วัตถุดิบที่เป็นวัตถุดิบธรรมชาติ นอกจากนี้ควรคำนึงถึงต้นทุนต่อหน่วยหนึ่งการผลิต ให้เกิดความคุ้มค่าน่าสนใจ

และเป็นที่น่าสนใจ โดยด้านหน้าบรรจุภัณฑ์ควรบอกรสชาติ วันหมดอายุ วันผลิตที่ชัดเจน รูปภาพที่แสดงให้เห็นถึงรสชาติ และคุณประโยชน์ของกากตาลโตนดที่มีคุณค่าโภชนาการสูง และบรรจุภัณฑ์ควรมีความคงทน มีมาตรฐาน สามารถป้องกันแมลงเข้าไปกัดได้ และบรรจุภัณฑ์แบบของ ควรมีสติกเกอร์หรือฉลากสินค้า และข้อมูลรายละเอียดต่างๆในแต่ละกล่อง เพื่อให้ง่ายต่อการจดจำและสร้างแบรนด์ให้โด่งดังยิ่งขึ้น

2. ด้านราคา สิ่งที่ควรพิจารณาในการส่งเสริมให้ผู้บริโภคเข้ามาซื้อมากขึ้น คือ การมีราคาบอกชัดเจน ราคาเหมาะสมกับขนาดและคุณค่าโภชนาการที่ได้รับ และมีราคาสินค้าให้เลือกซื้อหลากหลาย นอกจากนี้การจำหน่ายราคา ควรคำนึงถึงต้นทุนต่อหน่วยให้มากที่สุด ในการกำหนดราคาให้เหมาะสมกับเพศ ทุกวัย เพื่อกลุ่มเป้าหมาย สามารถซื้อรับประทานได้ตลอดเวลา และควรมีการจัดโปรโมชั่นหรือกำหนดราคาในสื่อออนไลน์ต่ำกว่าหน้าร้าน เนื่องจากมีต้นทุนที่ถูกกว่า และเพิ่มจำนวนผู้ซื้อกลุ่มทดลองมากขึ้น และพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความแตกต่าง โดดเด่นและดูดีกว่าคู่แข่ง เพื่อเพิ่มราคาสินค้าให้สูงขึ้น
3. ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย สิ่งที่ควรพิจารณาในการส่งเสริมให้ผู้บริโภคเข้ามาซื้อ คือ การมีช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย สะดวกต่อการซื้อ เช่น การซื้อผ่านสื่อออนไลน์ เช่น Facebook หรือ Line หรือสามารถสั่งซื้อทางโทรศัพท์ได้ รวมทั้งการกระจายตามสถานที่ขายเฉพาะหลัก เช่น ที่ตั้งกลุ่ม ร้านขายของฝาก ซูเปอร์มาร์เก็ต รวมทั้งบูธจำหน่ายตามงานเทศกาลของจังหวัดและอำเภอ นอกจากนี้อาจจะมีการจัดจำหน่าย 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) การขายโดยใช้พนักงาน 2) อินเทอร์เน็ต 3) ด้านการโฆษณา ณ จุดขาย สามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมสามารถจำหน่ายฝากขายตามร้านขายของ ฝาก ร้านอาหาร จุดจอดรถทัวร์ ปั้มน้ำมัน จัดขายตามงานเทศกาลต่างๆ ซึ่งถ้าหากกิจกรรมมีพนักงานขายของกิจกรรมอยู่ควรแนะนำสินค้าแต่ละประเภทให้ลูกค้าได้ทราบ มีการแต่งกายเรียบร้อยและสวยงาม เพื่อให้ผู้บริโภคเชื่อมั่นใน ความสะอาดของสินค้า ซึ่งถ้าพนักงานขายที่มีอยู่ยังไม่สามารถสร้างรายได้หรือผลกำไรให้กับกลุ่ม ควรมีการจัดฝึกอบรมหรือเปลี่ยนพนักงานใหม่ เพื่อเพิ่มยอดขายให้มากขึ้น รวมถึงกิจกรรมที่มีทั้งออนไลน์และออฟไลน์ เพื่อ สะดวกในการเข้าถึงและจะทำให้เข้าถึงลูกค้าใหม่ๆ และหลากหลายมากขึ้น โดยเฉพาะส่วนมากนิยมซื้อเป็นของฝาก มากกว่าซื้อมาบริโภคเอง เพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์ และทำให้ลูกค้ารู้จักผลิตภัณฑ์มากขึ้น รวมถึงยังสร้างการรับรู้ของตราสินค้าเพิ่มมากขึ้นต่อผู้บริโภค และเพื่อเป็นอีกทางเลือกให้ผู้บริโภคที่อยู่ต่างจังหวัดหรือต่างพื้นที่ สามารถเข้าถึงได้ง่าย เมื่อผู้บริโภคมีความต้องการที่จะซื้อสินค้าก็สามารถสั่งซื้อสินค้าผ่านทางออนไลน์ได้ ในส่วนด้านการโฆษณา ณ จุดขาย ควรมีการใส่ใจด้านการให้ทดลองชิมสินค้าก่อนซื้อสินค้า และมีการตกแต่งร้านที่ มีความโดดเด่นที่แสดงให้เห็นถึงเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์กระยาสารอย่างชัดเจน รวมถึงมีการแสดงป้ายโฆษณา แสดงถึง โปรโมชั่น ป้ายบอกราคารายละเอียดชัดเจน มีการโชว์สินค้าไม่ซับซ้อน ดูเรียบร้อย น่าเลือกซื้อและน่ารับประทาน

4. ด้านการส่งเสริมการตลาด สิ่งที่ควรพิจารณา คือการลงโฆษณาและประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่างๆ ให้ลูกค้าได้รู้จักมากขึ้น เช่น ออนไลน์ และการทำกิจกรรมส่งเสริมการขายตรงตามความต้องการ เช่น การลดแลก แจกแถม หรือการลดราคาผลิตภัณฑ์ในกรณีซื้อจำนวนที่กำหนด นอกจากนี้ การส่งเสริมการขายหรือโปรโมชั่น ควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย โดยการเปรียบเทียบด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และควรมีการกระตุ้นการซื้อด้วยโปรโมชั่นอย่างต่อเนื่อง โดยการเพิ่มช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลายมากขึ้นกว่าเดิม เช่น มีการร่วมกับบริษัทขนส่งในด้านการส่งสินค้าเพื่อลดต้นทุนในการส่ง และกระตุ้นผู้บริโภคให้เกิดความประทับใจหรือการสร้างความรักดี ต่อตราสินค้า โดยการกลับมาซื้อซ้ำ โดยการส่งเสริมทางการตลาด สามารถแบ่งได้ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการโฆษณา ควรสร้างการรู้จักตราสินค้าผ่านอินเทอร์เน็ตโดยการทำคลิปวิดีโอในการ ประชาสัมพันธ์ ในด้านการเล่าเรื่องราวหรือประวัติความเป็นมาเพื่อดึงดูดลูกค้าโดยการใช้สื่อออนไลน์เป็นตัวเผยแพร่ ตราสินค้าให้ประชาชนได้รู้จัก และในการออกบูธควรประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับเอกลักษณ์ของกระยาสารทในเรื่องของ ความโดดเด่นและความแตกต่างให้กับประชาชนได้รู้จักมากยิ่งขึ้น 2) ด้านการขายโดยใช้พนักงาน ควรมีการฝึกฝนพนักงานให้มีความชำนาญ สามารถอธิบายถึงเอกลักษณ์และความแตกต่างของกระยาสารทและคุณค่าของกาตาลโดนดที่มีคุณค่าโภชนาการสูงได้อย่างชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้ลูกค้าเกิดความสนใจในตัวสินค้า และตัดสินใจซื้อ 3) ด้านการส่งเสริมการขาย ควรมีการจัดโปรโมชั่นอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจ ของลูกค้า และมีตัวอย่างสินค้าที่สามารถให้ลูกค้าได้ชิมก่อนตัดสินใจซื้อสินค้า 4) ด้านการเผยแพร่ข่าวสาร ควรมีการทำผ่านสื่อให้มากขึ้น เช่น การโฆษณาผ่านวิทยุกระจายเสียง ผ่านทางป้ายโฆษณาหรือสื่อต่างๆ ผ่านทางสังคมออนไลน์ Social Network Line Facebook เพื่อทำให้เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง 5) ด้านการประชาสัมพันธ์ ควรมีทั้ง online offline และการออกบูธอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงเมื่อมี ตัวแทนรับไปขายก็ควรให้ตัวแทนขายใส่ใจในการประชาสัมพันธ์สินค้าให้ผู้บริโภคซื้อสินค้า และเกิดความรักดีในตราสินค้าด้วยการสร้างความประทับใจต่อผู้บริโภคทำให้ผู้บริโภคมีการประชาสัมพันธ์ต่อหรือเกิดการบอกต่อแบบปากต่อปาก

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรมในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ตั้งแต่ความรู้ความเข้าใจก่อนเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ความรู้ความเข้าใจหลังเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ระยะเวลาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี บรรยากาศในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ประโยชน์ของโครงการ ประกอบอาชีพ และการมีความรู้เพิ่มเติมหลังเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี การประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในหัวข้อ 1 -5 ได้กำหนดดังนี้

- | | |
|--------------|--------------------|
| ระดับคะแนน 1 | หมายถึง น้อยที่สุด |
| ระดับคะแนน 2 | หมายถึง น้อย |

ระดับคะแนน 3	หมายถึง ปานกลาง
ระดับคะแนน 4	หมายถึง มาก
ระดับคะแนน 5	หมายถึง มากที่สุด

ในการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนดแก่กลุ่มผู้เข้ารับการอบรมจำนวน 10 คน โดยในการกรอกแบบประเมินฯ ที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ จำนวนทั้งสิ้น 10 ฉบับ ดังนั้นถือว่าค่าเฉลี่ยข้อมูลที่วิเคราะห์ได้เป็นระดับความคิดเห็นของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีทั้งหมด ซึ่งมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีการอบแห้งก่อนเข้ารับการฟังการถ่ายทอดเทคโนโลยีน้อย (ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น 2.1) หลังจากรับฟังการถ่ายทอดเทคโนโลยีแล้วมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารจากกากตาลโตนดมากขึ้น (ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น 4.0) และส่วนใหญ่มีความพอใจกับบรรยากาศในการรับฟังการถ่ายทอดเทคโนโลยีและมีความเห็นว่าเป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพอย่างมาก (ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น 4.30)

บรรณานุกรม

- ใจมานัส พลอยดี. (๒๕๕๐). **ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จและความล้มเหลวของธุรกิจชุมชน : เปรียบเทียบระหว่างภาพรวมและภาพย่อย (อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร และอำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช)**. วิทยานิพนธ์ เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉัตรนภา พรหมมา และคณะ. (๒๕๕๐). **การพัฒนาเครือข่ายระหว่างภาครัฐภาคเอกชนและภาคชุมชนเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบครบวงจรภายใต้นโยบายหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม ๖ จังหวัดภาคเหนือ**. การประชุมสัมมนาวิชาการว่าด้วยเศรษฐกิจชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๑ “ยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนบนฐานความรู้”.
- ชนสรณ์ ภูเด่นแดน และคณะ. (๒๕๕๑). **โครงการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาย่างและน้ำพริกปลาร้า**. การประชุมสัมมนาวิชาการว่าด้วยเศรษฐกิจชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๑ “ยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนบนฐานความรู้”.
- ชูศักดิ์ เดชเกรียงไกรกุล และ นิทัศน์ คณะวรรณ. (๒๕๕๐). **การตลาด ๑ ตำบล ๑ ผลิตภัณฑ์ และธุรกิจ SMEs**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ณรงค์ เพ็ชรประเสริฐ. (๒๕๕๐). **ธุรกิจชุมชน เส้นทางที่เป็นไปได้**. กรุงเทพฯ : เอ็กสเปอร์เน็ท.
- ดาวัลย์ นิมภู. (๒๕๔๘). **แผนพัฒนาผลิตภัณฑ์พื้นบ้านเข้าสู่หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืน**. บทความวิชาการประชุมทางวิชาการ “นเรศวรวิจัย” ครั้งที่ ๑.
- กรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย. (๒๕๖๐). **แนวทางการดำเนินงานฐานพลังประชารัฐ**.
- มนสุวีร์ ไพชำนาญ. (๒๕๕๒). **ผลของการปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดสดต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเข้มข้น**. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุวิมล อังควาณิช และนภสมน นิจรัตน์. (๒๕๕๖). **การทำน้ำตาลโตนดในอำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี: การเปลี่ยนแปลงทางสังคมวัฒนธรรม การปรับตัว สู่แนวโน้มการประกอบอาชีพ**. วารสารรามคำแหง ฉบับมนุษยศาสตร์ ปีที่ ๓๒ ฉบับที่ ๑. ๑-๑๖.

ลักษณะพร โรจน์พิทักษ์กุล. (๒๕๕๐). การพัฒนารูปแบบการอนุรักษ์และส่งเสริมผลผลิตจากตาลโตนด

กรณีศึกษาชุมชนปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา. วารสารศึกษาศาสตร์ ปีที่ ๑๘ ฉบับที่ ๒. ๔๙-๖๒.

อรอนงค์ ศรีพวาทกุล. (๒๕๕๓). การผลิตน้ำตาลสดผงบ่อยโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. (๒๐๑๗). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงบ่อย. RMUTP Research Journal, Vol. ๑๑, No.๒, ๑๙-๒๖.

Abdelhak Mansouri, Guendez Embarek, Eugene Kokkalou and Panagiotis Kefalas. (๒๐๐๕).

Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (Phoenix dactylifera). Food Chem. ๘๙ (๓). ๔๑๑-๔๒๐.

Alireza Salehi, Shidokht Javadi and Seyed Mehdi Nassiri. (๒๐๑๔). Physical and mechanical properties of spray dried date palm syrup powder. Proceeding of the Fifth International Date Palm Conference. ๔๙๗-๕๐๒.

Kedare SB and Singh RP. (๒๐๑๑). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. J Food Sci Technol. ๔๘(๔). ๔๑๒-๒๒.

M. Al Farsi, C. Alasalvar, A. Morris, M. Baron, F. Shahidi. (๒๐๐๕). Compositional and sensory characteristics of three native sun dried date (Phoenix dactylifera L.) varieties grown in Oman. J Agri. Food Chem. ๕๓. ๗๕๘๖-๗๕๙๑.

M. Al-Farsi, C. Alasalvar, M. Al-Abid, K. Al-Shoaily, M. Al-Amry, F. Al-Rawahy. (๒๐๐๗). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. Food Chem, ๑๐๔. ๙๔๓-๙๔๗.

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมีและสารสำคัญของกากตาลโตนดที่คั้ดทิ้งเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณสมบัติในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะเส้นใยอาหารและเซลลูโลสที่ผลิตทางการค้า 3) เพื่อพัฒนาวิธีการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดโตนดเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ 4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุนำไปสู่การเพิ่มขีด	เดือนที่ 1 1.1 ศึกษาข้อมูลภาคเอกสาร ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตาลโตนด	ศึกษาข้อมูลภาคเอกสาร ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตาลโตนด	1.ได้ข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับตาลโตนดของอำเภอบางคล้า การใช้ประโยชน์ในอดีตสำหรับพื้นที่อำเภอบางคล้า สภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา. (บทที่ 2 หัวข้อย่อย 2.1 -2.4 และบทที่ 3 ตอนที่ 2)

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
ความสามารถของเกษตรกรและเกิดการกระจายรายได้ที่เหมาะสม			
	1.2 ลงพื้นที่การวิจัย ขอบเขตด้านพื้นที่ อีกทั้งข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับตาลโตนดของอำเภอบางคล้า การใช้ประโยชน์ในอดีตสำหรับพื้นที่อำเภอบางคล้า สภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมีส่วนร่วม	ลงพื้นที่การวิจัย ขอบเขตด้านพื้นที่ อีกทั้งข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับตาลโตนดของอำเภอบางคล้า การใช้ประโยชน์ในอดีตสำหรับพื้นที่อำเภอบางคล้า สภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนดในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยชุมชนมีส่วนร่วม	2.ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และสารสำคัญของตาลโตนดเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณประโยชน์ในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหาร (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 1) 3.แนวทางและวิธีการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนด เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (ปรากฏในบทที่ 1 หัวข้อ 1.6.5) 4.ข้อมูลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะเส้นใยอาหารและเซลลูโลสที่ผลิตทางการค้า (ปรากฏใน บทที่ 3 ตอนที่ 3 ตารางที่ 3.5-3.6)
	1.3 ศึกษาวิธีการปฏิบัติการเชิงการค้าตาลโตนด เช่น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพันธุ์ตาลโตนดที่มีศักยภาพในการจำหน่าย	ศึกษาวิธีการปฏิบัติการเชิงการค้าตาลโตนด เช่น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพันธุ์ตาลโตนดที่มีศักยภาพในการจำหน่าย	

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
	ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์ ตาลโตนดแต่ละสวนปลูกและวิธีการ ปฏิบัติเชิงการค้า ได้แก่ การเก็บเกี่ยว การบรรจุ และการขนส่งเพื่อการ จำหน่าย การกำหนดพันธุ์ตาลโตนดที่มี ศักยภาพสำหรับการศึกษาโดย Expert Opinion	ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์ ตาลโตนดแต่ละสวนปลูกและวิธีการ ปฏิบัติเชิงการค้า ได้แก่ การเก็บเกี่ยว การบรรจุ และการขนส่งเพื่อการ จำหน่าย การกำหนดพันธุ์ตาลโตนดที่มี ศักยภาพสำหรับการศึกษาโดย Expert Opinion	
	เดือนที่ 2 2.1 ศึกษาจากตาลโตนดที่มีศักยภาพใน การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ของอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา สำหรับนำไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ลักษณะทางประสาท สัมผัส และทดสอบความชอบของ ผู้บริโภคตลาดสู่เป้าหมาย	ศึกษาจากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการ พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา สำหรับนำไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ลักษณะทางประสาท สัมผัส และทดสอบความชอบของ ผู้บริโภคตลาดสู่เป้าหมาย	5.ข้อมูลความต้องการของกลุ่มบริโภค และความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์ อาหารสำหรับผู้สูงอายุ (ปรากฏในตอนที่ 6)
	เดือนที่ 3 3.1 คัดเลือกจากตาลโตนดที่มีศักยภาพ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อ สุขภาพของอำเภอบางคล้า จังหวัด	1.คัดเลือกจากตาลโตนดที่มีศักยภาพใน การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ของอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณ	6.จากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการ พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
	จะเชิงเทราโดยวิเคราะห์ทั้งคุณภาพและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ 3.2 ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ	เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ 2.ศึกษาความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ	(ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 2-3 และตอนที่ 4-5) 7.ข้อมูลความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 6)
	เดือนที่ 4 4.1 ดำเนินการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นนวัตกรรมที่สามารถรักษาสุขภาพคุณค่าโภชนาการ รสชาติอร่อย เก็บได้นาน และเพิ่มมูลค่า	ดำเนินการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นนวัตกรรมที่สามารถรักษาสุขภาพคุณค่าโภชนาการ รสชาติอร่อย เก็บได้นาน และเพิ่มมูลค่า	
	เดือนที่ 5-6 5.1 ศึกษาวิธีการเตรียมลอนตาลโดนดอบแห้ง 5.2 ศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของลอนตาลโดนดอบแห้ง	1. ศึกษาวิธีการเตรียมลอนตาลโดนดอบแห้ง 2. ศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของลอนตาลโดนดอบแห้ง โดยนำลอนตาลโดนดอบแห้งมา	8.เทคโนโลยีพร้อมใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากกากตาลโดนดอบแห้ง และวิธีการเตรียมลอนตาลโดนดอบแห้ง (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 7)

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
	อบแห้ง โดยนำลอนตาลโตนดอบแห้งมา วัดค่า 1) ปริมาณคุณค่าโภชนาการ 2) ไขมันและโซเดียม 3) มีค่าดัชนีน้ำตาล 4) รสชาติ 5) เนื้อสัมผัส	วัดค่า 1) ปริมาณคุณค่าโภชนาการ 2) ไขมันและโซเดียม 3) มีค่าดัชนีน้ำตาล 4) รสชาติ 5) เนื้อสัมผัส	9.ต้นแบบผลิตภัณฑ์แปรรูปที่สร้าง มูลค่าเพิ่มให้กับภาคการที่เหลืองทั้งใน ภาคเกษตร 1 ต้นแบบ (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 8) 10.ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและ องค์ประกอบทางเคมีของลอนตาลโตนด อบแห้ง (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 7)
	เดือนที่ 7-12 1.คัดเลือกผู้ประกอบการที่พร้อมจะเข้า ร่วมโครงการวิจัย และวิเคราะห์สภาพ ปัจจุบันของสถานประกอบการ 2.จัดประชุมเพื่อนำเสนอข้อมูลสภาพ ปัจจุบันของร้านค้า และแลกเปลี่ยน เรียนรู้ความคิดเห็นกับผู้ผลิต เพื่อ ร่วมกันค้นหาสาเหตุของปัญหา พร้อม ทั้งร่วมกันกำหนดแนวทางแก้ไข 3.ประชุมและอบรมเชิงปฏิบัติการและ ลงปฏิบัติการให้กับผู้ผลิต ผู้เชี่ยวชาญ ตัวแทนจากสำนักงานอุตสาหกรรม	1.คัดเลือกผู้ประกอบการที่พร้อมจะเข้า ร่วมโครงการวิจัย และวิเคราะห์สภาพ ปัจจุบันของสถานประกอบการ 2.จัดประชุมเพื่อนำเสนอข้อมูลสภาพ ปัจจุบันของร้านค้า และแลกเปลี่ยน เรียนรู้ความคิดเห็นกับผู้ผลิต เพื่อ ร่วมกันค้นหาสาเหตุของปัญหา พร้อม ทั้งร่วมกันกำหนดแนวทางแก้ไข 3.ประชุมและอบรมเชิงปฏิบัติการและ ลงปฏิบัติการให้กับผู้ผลิต ผู้เชี่ยวชาญ ตัวแทนจากสำนักงานอุตสาหกรรม	1.หลักสูตรฝึกอบรมการใช้เทคโนโลยี การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ พร้อมใช้ พร้อมผลการฝึกอบรม (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 8) 2.หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การ พัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด แก้ว ชุมชน อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา พร้อม ผลการฝึกอบรม (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 8) 3.รายงานวิจัย 1 ฉบับ

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
	จังหวัด และสำนักงานพัฒนาชุมชน คณะผู้วิจัย ฯลฯ 4.สรุปผลงานวิจัย	จังหวัด และสำนักงานพัฒนาชุมชน คณะผู้วิจัย ฯลฯ 4.สรุปผลงานวิจัย	

สัญญาเลขที่ RDG 62T0118

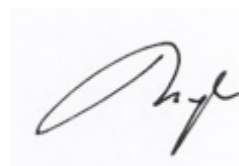
การใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3

ตาราง เปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 12 เดือน

Output		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	
1. ข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวกับตาลโตนดของอำเภอบางคล้า การใช้ประโยชน์ในอดีตสำหรับพื้นที่อำเภอบางคล้า สภาพการประกอบอาชีพทำน้ำตาลโตนด การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่ออาชีพการทำน้ำตาลจากตาลโตนด ในชุมชนตำบลปากน้ำ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา(บทที่ 2 หัวข้อย่อย 2.1 -2.4 และบทที่ 3 ตอนที่ 2)	100%	
2. ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและสารสำคัญของตาลโตนดเพื่อค้นหาเอกลักษณ์และคุณสมบัติในการผลิตเป็นนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์อาหาร (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 1)	100%	-
3. แนวทางและวิธีการใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากตาลโตนด เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (ปรากฏในบทที่ 1 หัวข้อ 1.6.5)	100%	-
4. ข้อมูลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะเส้นใยอาหารและเซลลูโลสที่ผลิตทางการค้า	100%	
5. ข้อมูลความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ (ปรากฏในตอนี่ 6)	100%	
6. กากตาลโตนดที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพของอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 2-3 และตอนที่ 4-5)	100%	
7. ข้อมูลความต้องการของกลุ่มบริโภคและความเป็นไปได้ของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุ (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 6)	100%	
8. เทคโนโลยีพร้อมใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้สูงอายุจากกากตาลโตนด และวิธีการเตรียมลอนตาลโตนดอบแห้ง (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 7)	100%	
9. ต้นแบบผลิตภัณฑ์แปรรูปที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับกากตาลที่เหลือทิ้งในภาคเกษตร 1 ต้นแบบ (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 8)	100%	

Output		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จ ไม่ถึง 100%) ให้ท่าน ระบุสาเหตุและการแก้ไข ที่ท่านดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	
10. ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของลอนตาลโตนดอบแห้ง (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 7)	100%	
11. หลักสูตรฝึกอบรมการใช้เทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อผู้สูงอายุ พร้อมใช้ พร้อมผลการฝึกอบรม (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 8)	100%	
12. หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด แก่ ชุมชน อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา พร้อมผลการฝึกอบรม (ปรากฏในบทที่ 3 ตอนที่ 8)	100%	



ลงนาม

(รองศาสตราจารย์ ดร.ตวงพร ภู่มะกา)

วันที่.....

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.

☒ ประชุม..... จำนวน ครั้ง

☒

☐

ลงนาม.....



(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)

วันที่.....

ภาคผนวก

ผลการวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture)

ตัวอย่าง	ลำดับที่เริ่ม	Hardness 1	Adhesiveness
	3	0.15791 N	0.070974 Nmm
starter	4	0.16549 N	0.015959 Nmm
	5	0.15873 N	0.056569 Nmm
C -06-01	6	0.19917 N	0.090890 Nmm
C -06-02	7	0.22097 N	0.10856 Nmm
C -06-03	8	0.22456 N	0.13927 Nmm
C -05-01	9	0.61946 N	1.8579 Nmm
C -05-02	10	0.53155 N	1.7377 Nmm
C -05-03	11	0.51495 N	1.4912 Nmm
C -04-01	12	0.86004 N	4.1704 Nmm
C -04-02	13	0.52340 N	2.0085 Nmm
C -04-03	14	2.7405 N	6.8153 Nmm
C -03-01	15	0.90723 N	5.2829 Nmm
C -03-02	16	0.58024 N	3.2706 Nmm
C -03-03	17	0.44639 N	1.6978 Nmm
C -02-01	18	0.55651 N	2.6799 Nmm
C -02-02	19	0.30785 N	0.23809 Nmm
C -02-03	20	0.36538 N	0.48258 Nmm
C -01-01	21	0.19958 N	0.051911 Nmm

C -01-02	22	0.22358N	0.13402 Nmm
C -01-03	23	0.23437 N	0.17418 Nmm
B – 01	25	1.2143 N	2.4319 Nmm
B – 02	26	1.3199 N	5.8341 Nmm
B – 03	27	1.5619 N	5.2918 Nmm
C -07-01	29	0.65683 N	1.1471 Nmm
C -07-02	30	0.62237 N	1.2081 Nmm
C -07-03	31	0.59935 N	1.0819 Nmm

ผลการวัดค่าสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE

ตัวอย่าง	ID	Illuminant	L*	a*	b*
C -01-01	11439	10°/D65	32.57	22.72	53.08
		10°/D65(ASTM)	32.57	22.73	53.08
		2°/D65(ASTM)	33.67	21.22	54.11
C -02-01	11440	10°/D65	26.88	23.48	44.75
		10°/D65(ASTM)	26.88	23.49	44.74
		2°/D65(ASTM)	27.87	22.44	46.03
C -03-01	11441	10°/D65	26.25	22.58	43.81
		10°/D65(ASTM)	26.25	21.52	43.81
		2°/D65(ASTM)	27.23	21.52	45.03
C -04-01	11442	10°/D65	20.25	19.62	33.87
		10°/D65(ASTM)	20.25	19.62	33.86
		2°/D65(ASTM)	21.08	18.75	43.81
C -05-01	11443	10°/D65	20.97	13.73	33.22
		10°/D65(ASTM)	20.97	13.74	33.22
		2°/D65(ASTM)	21.75	12.44	34.06
C -06-01	11444	10°/D65	32.55	24.66	54
		10°/D65(ASTM)	32.56	24.66	54
		2°/D65(ASTM)	33.67	23.29	55.19
Starter-01	11445	10°/D65	3.51	8.83	5.66
		10°/D65(ASTM)	3.51	8.83	5.66
		2°/D65(ASTM)	3.76	9.2	6.07

ตัวอย่าง	ID	IIIUminant	L*	a*	b*
C -01-02	11446	10°/D65	33.73	21.41	53.83
		10°/D65(ASTM)	33.73	21.42	53.82
		2°/D65(ASTM)	34.84	19.76	54.68
C -02-02	11447	10°/D65	27.54	20.52	45.34
		10°/D65(ASTM)	27.54	20.53	45.33
		2°/D65(ASTM)	28.52	19.21	46.41
C -03-02	11448	10°/D65	25.16	21.06	41.63
		10°/D65(ASTM)	25.16	21.06	41.63
		2°/D65(ASTM)	26.1	19.94	42.85
C -04-02	11449	10°/D65	19.72	18.32	32.89
		10°/D65(ASTM)	19.72	18.32	32.89
		2°/D65(ASTM)	20.53	17.4	34
C -05-02	11450	10°/D65	21.35	13.18	34.14
		10°/D65(ASTM)	21.35	13.18	34.13
		2°/D65(ASTM)	22.13	11.84	34.91
C -06-02	11451	10°/D65	33.44	26.02	55.09
		10°/D65(ASTM)	33.44	26.02	55.09
		2°/D65(ASTM)	34.58	24.71	56.34
Starter-02	11452	10°/D65	3.46	8.55	5.68
		10°/D65(ASTM)	3.46	8.55	5.69
		2°/D65(ASTM)	3.7	8.92	6.08

ตัวอย่าง	ID	IIIUminant	L*	a*	b*
C -01-03	11453	10°/D65	33.86	22.51	54.53
		10°/D65(ASTM)	33.86	22.51	54.52
		2°/D65(ASTM)	34.98	20.92	55.46
C -02-03	11454	10°/D65	29.22	22.32	48.02
		10°/D65(ASTM)	29.22	22.32	48.01
		2°/D65(ASTM)	30.25	21.03	49.17
C -03-03	11455	10°/D65	26.56	18.82	43.36
		10°/D65(ASTM)	26.56	18.82	43.36
		2°/D65(ASTM)	27.5	17..46	44.35
C -04-03	11456	10°/D65	21.8	20.86	34.23
		10°/D65(ASTM)	21.8	20.87	34.23
		2°/D65(ASTM)	22.68	19.98	35.06
C -05-03	11457	10°/D65	21.24	14.24	34.23
		10°/D65(ASTM)	21.24	14.25	34.23
		2°/D65(ASTM)	22.04	12.97	35.06
C -06-03	11458	10°/D65	32.71	26.82	54.69
		10°/D65(ASTM)	32.71	26.83	54.68
		2°/D65(ASTM)	33.85	25.63	55.98
starter-03	11459	10°/D65	3.46	8.61	5.6
		10°/D65(ASTM)	3.46	8.61	5.6
		2°/D65(ASTM)	3.69	9.02	5.98