รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประ
กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ลูกประดอง และลูกประทอด
The Development of Pra-seed processing products
Case studies : Pra-seed fermented products and Pra-seed fried products

โดย

ดร.นฤมล มีบุญ

ผศ.วันดี แก้วสุวรรณ

อ.อุษา นุ้ยจันทร์

อ.ฐิรารัตน์ แก้วจำนง

จีราภรณ์ สังข์ผุด

เดือนกุมภาพันธ์ ปี 2563

สัญญาเลขที่ สกว. 09/2562

รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประ
กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ลูกประดอง และลูกประทอด
The Development of Pra-seed processing products
Case studies : Pra-seed fermented products and Pra-seed fried products

โดย

ดร.นฤมล มีบุญ

ผศ.วันดี แก้วสุวรรณ

อ.อุษา นุ้ยจันทร์

อ.ฐิรารัตน์ แก้วจำนง

จีราภรณ์ สังข์ผุด

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกสว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code : สกว. 09/2562
(รหัสโครงการ)
Project Title : การพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประ
(ชื่อโครงการ) กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ลูกประดอง และลูกประทอด
Investigator : ดร.สาวนฤมล มีบุญ
(ชื่อนักวิจัย) ผศ.วันดี แก้วสุวรรณ
อ.อุษา นุ้ยจันทร์
อ.ฐิรารัตน์ แก้วจำนง
จีราภรณ์ สังข์ผุด
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
E-mail Address : nam_monna@hotmail.com
Project Period : 1 ปี (ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 - มกราคม พ.ศ.2563)
(ระยะเวลาโครงการ)

โครงการวิจัยการพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประ กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ลูกประดองและทอดมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตลูกประดองและทอด และพัฒนาบรรจุภัณฑ์ต้นแบบของผลิตภัณฑ์ จากการวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มกล้วยกรุงชิง หมู่ ๓ ซึ่งแปรรูปเมล็ดประทอด และกลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง ซึ่งแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประดอง

การพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประดองจากกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมสู่กระบวนการผลิตแบบมาตรฐาน โดยการสัมภาษณ์และการประชุมกลุ่มผู้ผลิตลูกประดองในหมู่ 9 ของกลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง ทำให้สรุปกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมที่เป็นมาตรฐาน และสามารถวิเคราะห์จุดเสี่ยงของกระบวนการผลิตลูกประดองได้ ซึ่งจุดเสี่ยงของการผลิตแบบดั้งเดิมของชุมชน คือไม่มีการคัดแยกเมล็ด เวลาต้มก่อนดอง ตลอดจนไม่มีการควบคุมปริมาณเกลือและน้ำตาล จากการประชุมกลุ่มสตรีบ้านห้วยแห้ง สามารถคัดเลือกผู้ผลิตต้นแบบ คือ นางสำรวย แก้วหีด โดยพิจารณาความพร้อมด้านการผลิต และการยอมรับของสมาชิก ในส่วนของการออกบรรจุภัณฑ์ลูกประดอง โดยการเสวนากลุ่มและสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อค้นหาจุดเด่นของผลิตภัณฑ์สู่การออกแบบบรรจุภัณฑ์ของลูกประดอง โดยรูปแบบผลิตภัณฑ์ต้องมีอัตลักษณ์ของท้องถิ่น รสชาติอร่อย และถูกต้องตามหลักโภชนาการ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติเนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนน 9 ระดับ (9–point hedonic scale) ผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะ พบว่ากรรมวิธีทดลองต้มในน้ำเดือด 8 นาที ปริมาณเกลือ 3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล

1 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาในการดอง 1 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยจากผู้ชิมมากที่สุด อย่างไรก็ตามประดองน้ำเกลือและน้ำตาลที่มีระยะการดองมากกว่า 35 วัน ยังได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านอยู่ในระดับดีและมีคะแนนการชิมเฉลี่ยสูงกว่าผลิตภัณฑ์ประดองจากท้องตลาด ในส่วนของการศึกษาความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ลูกประดองสูตรมาตรฐาน พบว่าผลิตภัณฑ์ลูกประดองมีพีเอชต่ำกว่า 4.0 ซึ่งมีค่าได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ลูกประดองสูตรมาตรฐานพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล และเชื้อสเตปไฟโลคอกคัส ออเรียส ในทุกตัวอย่าง ในขณะที่จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดมีค่าเกินมาตรฐานเล็กน้อย (7.50×10^5 โคโลนีต่อกรัม) แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ลูกประดองภายใต้โครงการนี้มีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ประดองในท้องตลาด ส่วนในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการประที่ผ่านกระบวนการดองด้วยสูตรมาตรฐาน พบว่า ประดอง 100 กรัม ให้พลังงาน 300 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 140 กิโลแคลอรี) นอกจากนี้ประดองยังมีธาตุเหล็กและแคลเซียมเป็นองค์ประกอบอีกด้วย ผลการวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ของผลิตภัณฑ์ประดองด้วยวิธี Pyridine Pyrazorone method พบว่า มีปริมาณไซยาไนด์ 20.13 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประดองพร้อมรับประทานกับค่ามาตรฐาน พบว่า ปริมาณสารไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประดองพร้อมรับประทานที่ได้จากการดองด้วยสูตรมาตรฐานของโครงการนี้มีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐาน จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ประดองสูตรมาตรฐานมีความปลอดภัยในด้านปริมาณไซยาไนด์ ซึ่งเมื่อร่างกายได้รับแล้วไม่เกิดผลข้างเคียงต่อร่างกายเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภค หลังจากนั้นนำองค์ความรู้และนวัตกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประดองที่ได้จากการศึกษาในด้านต่าง ๆ ไปถ่ายทอดแก่กลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง และประชาชนที่สนใจเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ประดองของชุมชนต่อไป

การพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประทอด กรรมวิธีการทำเมล็ดประทอด จำนวน 3 ครั้ง โดยการคัดแยกเมล็ดเสีย ลวกเมล็ดที่กะเทาะเปลือกแล้ว ที่อุณหภูมิ 90±5 องศาเซลเซียสนาน 5 - 10 นาที และทอดที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียสนาน 10 นาที พบว่าปริมาณไซยาไนด์คงเหลือของสารไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประทอด เฉลี่ยเท่ากับ 0.4798±0.0001 mg/kg และความชื้นสุดท้ายในผลิตภัณฑ์ประทอด เฉลี่ยเท่ากับ 2.67±0.32 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประทอดในซองคราฟและถุงสุญญากาศ ขนาดบรรจุ 180 กรัม ในสภาพห้องอุณหภูมิปกติ เป็นเวลา 60 วัน พบว่าประทอด มีการยอมรับด้านกลิ่นลดลงจากระดับคะแนน 8 มาเป็น 6.73 (ซึ่งในระดับคะแนน 9 หากมีการยอมรับน้อยกว่า 7 บ่งชี้ถึงค่าการยอมรับที่มีความเสี่ยงต่อผลิตภัณฑ์) และค่าเพอร์ออกไซด์มากกว่ามาตรฐานที่กำหนด คือ 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แต่การบรรจุบรรจุถุงสุญญากาศ ขนาด 30 กรัม และบรรจุในบรรจุถุงคราฟ ขนาด 19 x 24 เซนติเมตร. มีคะแนนการยอมรับทุก ๆ ด้านมากกว่า ระดับ 7

คำสำคัญ: ประ ประดอง ประทอด การแปรรูป ไซยาไนด์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	5
บทที่ 1 บทนำ	6
วัตถุประสงค์ของโครงการ	8
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	19
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	29
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย	37
บทที่ 5 สรุปและสังเคราะห์ผล	57
ภาคผนวก	61
บรรณานุกรม	80

บทที่ 1 บทนำ

สัญญาเลขที่ สกว. 09/2562
ชื่อโครงการ การพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประ
กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ลูกประดอง และลูกประทอด
หัวหน้าโครงการ : ดร.นฤมล มีบุญ
หน่วยงานต้นสังกัด : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
หน่วยงานร่วมโครงการ : วิสาหกิจชุมชนกลุ่มกล้วยกรุงชิง และกลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ระยะเวลาดำเนินการ : 1 ปี (ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 - มกราคม พ.ศ.2563)

บทนำ

ประเทศไทยซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพ และมีการใช้ประโยชน์จากผลิตผลยังไม่ก่อให้เกิดประสิทธิผลเต็มศักยภาพ อาทิ ลูกประ (Seed of Pra) ซึ่งพบได้ตามป่าธรรมชาติและป่าผสมผสานตามเทือกเขาบรรทัดจังหวัดตรัง และเทือกเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช **"ประ"** (*Elaleriospermum tapos* Bl.) เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นตามธรรมชาติในเขตป่าดงดิบ ตามแนวเทือกเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรม ป่าประที่ใหญ่ที่สุดในโลกเชื่อว่าเป็นป่าประที่หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขานัน บริเวณบ้านทับน้ำเต้า บ้านห้วยแห้ง บ้านห้วยพริกและบ้านปากนบจะพบไม้ประ โดยเฉพาะบ้านทับน้ำเต้า หมู่ 8 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีเนื้อที่ป่าประ ประมาณ 6,000 ไร่ เมล็ดที่แก่จัดมาบริโภคเป็นอาหาร ลูกประที่แตกหล่นลงมาจากต้นสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่น ต้มให้สุกแล้วนำไปดองในน้ำเกลือ ลูกประที่ดองแกะเปลือกออกแล้วสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด ได้แก่ แกงส้ม แกงไตปลา ลูกประต้มกะทิ หรือ ใช้เป็นผักเคียงได้เป็นอย่างดี ป่าประและความหลากหลายทางธรรมชาติ นอกจากนั้นในเดือนที่ต้นประแตกยอดอ่อน ภูเขาจะถูกแต่งแต้มด้วยสีแดงของยอดประ ซึ่งจะมีให้ชมเพียงปีละครั้งเท่านั้น ผลผลิตจากต้นประ คือเมล็ดประเป็นแหล่งหารายได้ที่สำคัญของกลุ่มชาวบ้านนิยมเดินทางขึ้นไปบนภูเขาสูง เพื่อเก็บ "ลูกประ" ขายส่งในราคากิโลกรัมละ 50 บาท สามารถสร้างรายได้ให้คนละ 500-1,000 บาทต่อวัน แต่หากนำมาต้มให้สุกแล้วนำไปดองในน้ำเกลือราคากิโลกรัมละ 100 บาท แต่หากนำ "ลูกประ" ไปคั่วหรืออบแห้ง ก็จะมีราคาขยับขึ้นไปเป็นกิโลกรัมละ 120 บาท นอกจากนั้น ยังนำไปปรุงอาหารคาวได้หลายอย่าง เช่น แกงพุงปลา แกงส้มกบ และ น้ำพริก เป็นต้น เนื่องจากมีรสชาติมันอร่อย ประกอบกับมีผลผลิตปีละ 1 ครั้ง จึงกลายเป็นผลผลิตพื้นบ้านที่มีทั้งคุณค่า ในลักษณะของฝาก คล้ายๆ กับเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่ประสบความสำเร็จมาแล้ว ด้วยการนำไปทำอบแห้ง หรือดอง ซึ่งเก็บไว้ได้นาน และต่อยอดนำไปปรุงอาหารอื่น โดยที่มียังรสชาติอร่อยเหมือนเดิม ดีกว่าการเก็บเพื่อนำมาขายส่งในลักษณะของเมล็ดสดอย่างเดียว ทั้งนี้ เฉพาะในพื้นที่ตำบลน้ำผุดและใกล้เคียง จะสามารถผลิต "ลูกประ" ให้ผลผลิตต้นละประมาณไม่ต่ำกว่า 50 กิโลกรัม (ผู้จัดการออนไลน์, 29 พ.ย 2557) แต่ชุมชนในพื้นที่อำเภอนบพิตำไม่สามารถแปรรูปให้ประเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยได้ จึงเป็นข้อจำกัดในการยกระดับผลิตภัณฑ์ได้

สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอนบพิตำ ได้จัดให้มีแลกเปลี่ยนเรียนรู้โอกาสในการแปรรูปประให้กับชุมชนในตำบลกรุงชิงโดยความร่วมมือกับองค์การบริหารส่วนตำบลกรุงชิง สำนักงานพัฒนาชุมชนและสำนักงานเกษตรอำเภอนบพิตำ ดังภาพที่ 1 เมื่อวันที่ 29 กันยายน 2558 ดังนั้นหากได้ทำการวิจัยพัฒนาวิทยาการก็จะสามารถเป็นฐานวิทยาการเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลูกประให้เป็นผลิตภัณฑ์เอกลักษณ์ของท้องถิ่น จะทำให้มีการเพิ่มมูลค่าเพิ่ม เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์ในจังหวัดพังงา เป็นต้น ผลิตภัณฑ์สามารถทำได้หลายรูปแบบที่ให้มีความแตกต่าง สามารถยกระดับได้เช่นกัน ทั้งการอบปรุงรสเคลือบรสต่างๆ ในบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลายตามการกำหนดตลาด การให้องค์ความรู้ด้านโภชนาการ ซึ่งประเป็นแหล่งโปรตีน โอเมก้า 3 และวิตามินบี 17 ซึ่งมีคุณสมบัติต้านและทำร้ายเซลล์มะเร็ง และจับสารโลหะหนัก (แคดเมียม) ได้ดี อีกทั้ง วันดี และอุษา นุ้ยจันทร์ (2560) พบว่า การลวกประกะเทาะเมล็ดแล้วลวกนาน 5 – 10 นาที จะช่วยลดปริมาณไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประอบให้น้อยกว่า 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ภาพที่ 1 อบรมเชิงปฏิบัติการผลิตภัณฑ์เมล็ดประอบ, 29 กันยายน 2558

จากการลงพื้นที่ชุมชนในตำบลกรุงชิงหมู่ 3, 8 และ 9 ร่วมกับนักพัฒนาการ นักวิชาการเกษตรมานั้น พบว่าชุมชนมีความสนใจในการแปรรูปประทอด ซึ่งในชุมชนไม่เคยทำมาก่อน และประคั่วซึ่งมีการทำเพื่อการบริโภคในชุมชนบ้างรวมทั้งไม่มีทักษะพอที่จะผลิตเพื่อขาย แต่ประเป็นผลผลิตจากป่าธรรมชาติในตำบลกรุงชิง ชุมชนจึงสนใจเป็นอย่างยิ่งที่แปรรูปผลิตผลจากประ เพื่อสร้างรายได้ให้กับชุมชนและเป็นผลิตภัณฑ์ของฝากสำหรับนักท่องเที่ยว อีกทั้งเป็นช่องทางการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรจากการจัดจำหน่ายประแปรรูปจากการขายเมล็ดประสด แต่ชุมชนขาดความรู้ และทักษะในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากประในเชิงพานิชย์ นั้นคือความปลอดภัยต่อผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้นการค้นหาโอกาสในการแปรรูปประเพื่อเพิ่มมูลค่าประจากการขายประสดขายเป็นผลิตภัณฑ์ประ และการพัฒนาทักษะการแปรรูปประ จึงเป็นประเด็นสำคัญในครั้งนี้ ซึ่งนักวิจัยร่วมกับชุมชนในการศึกษา ค้นคว้าและพัฒนาร่วมกันเพื่อให้ชุมชนสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ประที่เป็นอัตลักษณ์ของชุมชนและปลอดภัยต่อผู้บริโภค นอกจากนี้เป็นการส่งเสริมอาชีพและเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนในพื้นที่อำเภอนบพิตำ จากการได้ร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากประ

ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรรีธรรมราช ลักษณะภูมิประเทศประกอบไปด้วยพืชป่ามี่อุดมสมบูรณ์ประชาการที่อาศัยจึงมีอาชีพเกษตรกรรมโดยเฉพาะการทำสวนผลไม้ คือมังคุด ทุเรียน เงาะ และลองกอง รวมทั้งยางพารา เป็นหลัก จึงไม่สนใจด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆมากนัก แต่ ในปี 2560 – 2561 จังหวัดนครศรีธรรมราชได้รับการส่งเสริมการท่องเที่ยว ทำให้กรุงชิงเป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยวในกลุ่มรักษ์ธรรมราติ บ้านนบพิตำ หมู่ที่ 3 ตำบลกรุงชิง จึงเป็นแหล่งแปรรูปลูกประ ด้วยมีจุดแข็งด้านมีแหล่งท่องเที่ยวในชุมชน มีลูกค้าจากนักท่องเที่ยวที่ต้องการสินค้าจากชุมชน โดยวิสาหกิจชุมชนเพื่อสุขภาพ และกลุ่มท่องเที่ยววิสาหกิจชุมชนเชิงเกษตรผสมผสาน จะพัฒนาเป็นต้นแบบการผลิตประทอดการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากประเพื่อการค้าในพื้นที่ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ เพราะในพื้นที่เดิมจะเก็บเมล็ดประจากป่าประและจะนำไปขายให้แก่ผู้รวบรวมในชุมชนเพื่อส่งขายต่อไปยังพื้นที่เนื่องจากชุมชน ขาดทักษะในการแปรรูปประ เนื่องจากประมีลักษณะที่ไม่พึ่งประสงค์คือ มีรสขม ซึ่งรสขมอาจจะมาจากหลายปัจจัย ที่สำคัญคือสารไซยาไนด์ แต่เป็นสารที่สามารคควบคุมได้ด้วยกระบวนการผลิตที่ดี ดังนั้นการได้รับการพัฒนาทักษะและองค์ความรู้การแปรรูปประ ทำให้ชุมชนได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ในชุมชนเป็นการเพิ่มมูลค่าเพิ่มในผลิตภัณฑ์ประ เช่น การดองซึ่งใช้องค์ความรู้การให้ระดับความร้อนและสภาวะการเป็นกรด การทอดใช้องค์ความ การพัฒนากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เมล็ดประให้ได้มาตรฐานและปลอดภัย กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ลูกประดอง ผลิตภัณฑ์แปรรูปหลักของลูกประคือลูกประดอง การดองลูกประเป็นการถนอมอาหารไว้บริโภคเป็นเวลานานหลายเดือน โดยส่วนใหญ่การดองลูกประจะเกิดขึ้นในครัวเรือนที่อยู่ในพื้นที่ที่มีลูกประซึ่งมีทั้งการดองไว้รับประทานภายในครัวเรือนและเพื่อจำหน่าย ด้วยความร่วมมือของกลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง หมู่ 9 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ ดังนั้นการตรวจสอบชนิดของจุลินทรีย์ก่อโรคในกระบวนการดองลูกประจึงมีความจำเป็นซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และแสดงให้เห็นถึงความปลอดภัยของลูกประดองต่อผู้บริโภค เป็นการช่วยยกระดับสินค้าและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในตลาด (Competitive position)

วัตถุประสงค์ของโครงการ

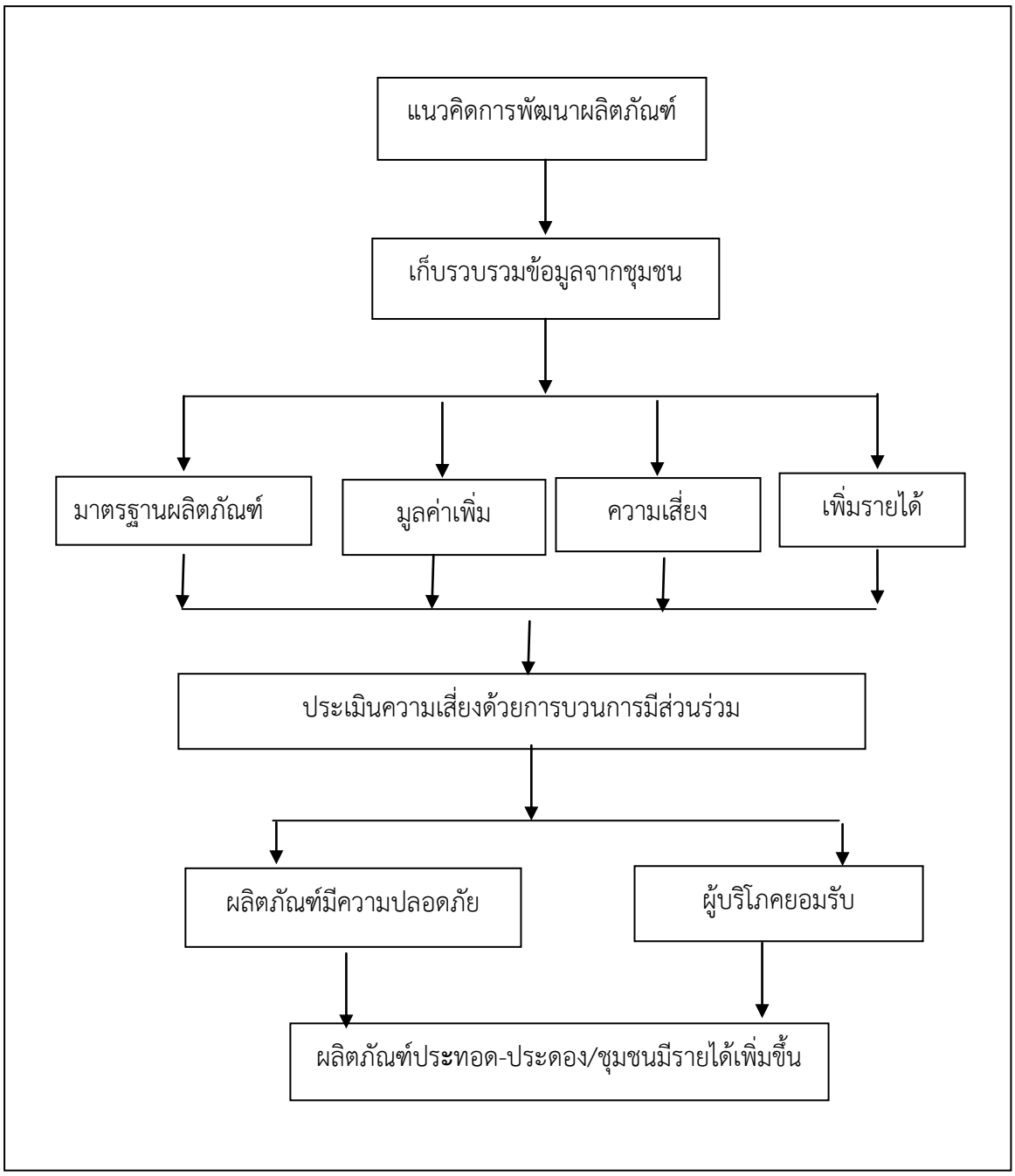
1. เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตลูกประทอด ลูกประดองอย่างมีส่วนร่วม
2. พัฒนาบรรจุภัณฑ์ต้นแบบของผลิตภัณฑ์ลูกประดอง
3. เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และนวัตกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประทอดและลูกประดอง

คำถามวิจัย

1. การพัฒนากระบวนการผลิต ควบคุมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการการทอดและการดองลูกประทำให้การพัฒนากระบวนการที่กระทำไปร่วมกันของนักวิจัยและผู้ประกอบการ และได้พัฒนากระบวนการที่ดีให้กับผู้ประกอบการด้วยกระบวนการซ้ำ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยผู้ประกอบการได้มาตรฐานและปลอดภัยอย่างยั่งยืน

2. กระบวนการ องค์ความรู้ของลูกประทอดและลูกประดอง จัดทำเป็นโมเดลและถ่ายทอดให้ชุมชนเป้าหมายและชุมชนอื่นที่สนใจ

กรอบแนวคิด (goal)



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดผลิตภัณฑ์ประทอด-ประดอง/ชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้น

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ต้นประ *Elateriospermum tapos* Blume เป็นพืชในวงศ์ Euphorbiaceace เป็นชื่อพืชท้องถิ่นภาคใต้ ขนาดใหญ่ ใบอ่อนออกสีชมพู ใบแก่สีเหลืองอมเขียวหรือสีน้ำตาล เป็นไม้ผลัดใบตลอดปี มีผลคล้ายลูกยางพารา รูปยาวรี ขนาดประมาณ 3-5 เซนติเมตร เนื้อมีสีขาว ชาวใต้นิยมบริโภคลูกประด้วยการนำมาดอง คั่ว หรือต้มกิน เป็นความชาญฉลาดของบรรพชน ในลูกประอุดมไปด้วยสาร cyanogenic glycoside ซึ่งเป็นสารพิษถึงตาย จึงทำลายพิษนั้นด้วยการคั่วหรือดอง

เมล็ดประที่มีการบริโภคโดยมีการถ่ายทอดจากภูมิปัญญาท้องถิ่น แต่หากรับประทานมากเกินไปจะทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ และสามารถนำส่วนอื่นๆเช่นเปลือก ใบ และก้านผลไม้ ซึ่งมีน้ำยางสีขาวและเหนียวที่ใช้สำหรับการรักษาเท้าแตกอีกด้วย เนื่องจากมีกรดไฮโดรในใบและเมล็ดนั้นเอง (Ling et al., 2006) แป้งเมล็ดยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญโดยเฉพาแหล่งโปรตีน และกรดไขมันที่จำเป็นที่น่าสนใจมากดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. องค์ประกอบของกรดไขมันแป้งเมล็ดประ (.Fatty acid composition of pra seed flour)

Fatty acids Percentages	(%)
Palmitic acid	4.85
Stearic acid	1.63
Arachidic acid	0.08
Unsaturated fat	29.83
Palmitoleic acid	0.09
Cis-9-Oleic acid	12.54
Cis-11-Eicosenoic acid	1.71
Cis-9,12-linoleic acid	12.01
Linolenic acid	0.03
a-Linolenic acid	3.44
Arachidonic acid	0.01

ที่มา : อัญชัน ชุณหะหิรัณย์, 2010.

ฉัตรชัย งามเรียบสกุล และ หทัยชนก คมเมน (2552) ประเป็นแหล่งสารที่ทำให้ผู้ที่กินพวกเขารู้สึกวิงเวียน จากสารกรดไกลโคไซด์หรือ prussic cyanogenic และกรดไกลโคไซด์ ในเมล็ดประเนื่องจากสารนี้จะสลายให้ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ด้วยกระบวนการ cyanogenesis สาร cyanogenic (HCN) โดย HCN ยังเป็นสารประกอบที่ใช้งานในการยับยั้งการห่วงโซ่การขนส่งอิเล็กตรอนในการหายใจของเซลล์ และพบไกลโคไซด์ ในเมล็ดประสด ใบและ ประต้ม และหมัก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. Amygdalin content found (ppm) in 0.2 g of seed and leaf samples determined by HPLC.

Sample	Seeds	Leaves
Fresh	660	30
Cooked	100	NA
Fermented	25	NA

NA = not applicable.

ที่มา: ฉัตรชัย งามเรียบสกุล และ หทัยชนก คมเมน, 2552

จากตารางแสดงที่ 2 ความร้อน (ต้ม) และการหมักสามารถลดจำนวน amygdalin ในเมล็ดประที่มีการทำโดยภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้ amygdalin และไกลโคไซด์ cyanogenic จะปล่อยกลุ่มไซยาไนด์เมื่อย่อยสลายด้วยความร้อนและการหมัก โดยการหมักในน้ำเกลือหลายสัปดาห์ ปริมาณ CYANOGENIC GLYCOCIDES ในเมล็กประ จะลดปริมาณลง การทำแบบพื้นบ้านวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ cyanogenic glycoside ลง 96.2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดรสชาติที่ดีขึ้น (น้อยขม) นั้นคือการหมักจะพบทั่วไปจังหวัดนครศรีธรรมราชคือประดอง amygdalin เป็นประเภทของ cyanogenic glycoside นั้นคือความร้อน (ต้ม) และการหมักสามารถลดปริมาณของ amygdalin ในเมล็ดประได้คือวิตามินบี 17 ซึ่งมีประโยชน์ แต่หากรับประทานมากเกินไปในครั้งเดียวอาจทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ (Sam and Welzen, 2004) นอกจากนี้ไซยาไนด์ไอออนเกิดปฏิกิริยากับสารอื่นได้ดี แต่ บางส่วนของสารประกอบจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ หรือถูกออกซิไดส์กลายเป็นไซยาเนต (CNO^-) และย่อยสลายต่อทางเคมีจนได้คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และฟอร์เมท ระเหยสู่อากาศ นอกจากนี้สารประกอบไซยาไนด์มักไม่เสถียร ระเหยตัวง่าย เป็นของแข็งละลายน้ำได้ดี (http://siamchemi.com, 20 กันยายน 2558)

ประ มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี เพราะนอกจากจะเป็นแหล่งที่ดีของโอเมก้า 3 กรดไขมันที่จำเป็น และเป็นแหล่งของโปรตีนอีกด้วย แป้งประเป็นแหล่งคุณค่าทางโภชนาการและมีศักยภาพที่จะนำมาใช้แทนในสูตรอาหารที่สำคัญอีกด้วย อัญชัน (2010) ศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติใกล้เคียงการทำงานของแป้งที่ผลิตจากเมล็ดประ เมล็ดทั้งหมดถูกนำเปลือกออก, ทำให้แห้ง บด และร่อนแป้งที่ผลิตได้พบว่าแป้งมีจำนวนมากของโปรตีน (16.10%) คาร์โบไฮเดรต (25.36%) และไขมัน (36.49%) องค์ประกอบกรดไขมันที่แสดงให้เห็นว่าแป้งเป็นที่สูงในกรดไขมันไม่อิ่มตัว (29.83%) ซึ่งกรดโอเลอิก (12.54%) กรดไลโนเลอิก (12.01%) และ กรดไลโนเลนิ (3.44%) โดยเฉพาคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ การดูดซึมน้ำมันอิมัลชัน ปริมาณและความคงตัวของฟอง (2 ชั่วโมง) เป็น 187.5, 130.4, 39.6, 32.6 และ 28.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นแป้งเมล็ดประคือมีคุณค่าทางโภชนาการและมีศักยภาพสำหรับใช้แหล่งอาหารแทนได้ดี

ไซยาไนด์ เป็นสารพิษที่พบได้ทั่วไปในพืชหลากหลายชนิด และอุตสาหกรรมหลายชนิด รูปแบบที่เป็นพิษคือรูปอิสระหรือไฮโดรเจนไซยาไนด์ (hydrogen cyanide, HCN) ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide, HCN) ทำให้เป็นสาเหตุของหลอดลมอักเสบเรื้อรัง ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ และคลื่นไส้อาเจียน ความเข้มข้นของสารประกอบไซยาไนด์และวิธีการได้รับสารพิษ

1. ทางปาก (Ingestion) ค่า Lethal Dose 50% (LD50) เท่ากับ 50-200 ppm หรือ 1-3 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักร่างกาย (กิโลกรัม)

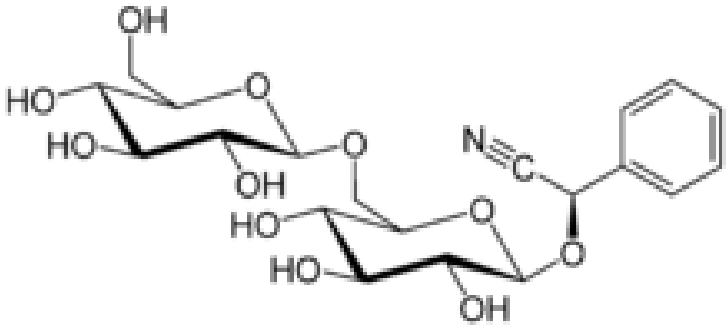
2. ทางลมหายใจ (Inhalation) ค่า Lethal Concentration 50% (LC50) เท่ากับ 100-300 ppm จะตายภายในเวลา 10-60 นาที แต่ถ้าได้รับไซยาไนด์ 2,000 ppm จะตายภายใน 1 นาที

3. ทางผิวหนัง (Contact) ค่า LD50 เท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักร่างกาย (กิโลกรัม) โดยที่ค่า LD50 คือ ปริมาณสารที่เราให้กับสัตว์ทดลอง แล้วสัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่ง หรือ 50

พิษจากสารไซยาไนด์

สารไซยาไนด์ เป็นก๊าซพิษพบในพืชได้แก่ มันสำปะหลัง ข้าวชนิดต่างๆ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวบาร์เล่ย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวไรน์ ข้าวฟ่าง ข้าวโพด รวมทั้งถั่วชนิดต่างๆ อ้อย แอบเปิ้ล เผือก หน่อไม้ เมล็ดอัลมอลล์ เชอรี่ พีช มะม่วง มะละกอ ฝรั่ง มะนาว เป็นต้น พืชเหล่านี้มีไซยาไนด์อยู่ในรูปไซยาโนไกลโคไซด์ ต่างๆ กัน เช่นในมันสำปะหลังพบในรูปลินามาริน (linamarin) และโลทอสตราลิน (lotaustralin) ร้อยละ 80-90 และที่เหลือพบในรูปของไซยาไนด์อิสระหรือไฮโดรเจนไซยาไนด์ แอบเปิ้ลพบในรูปอะมัยดาลิน (amygdalin) และพรูนาริน (prunasin) และในเมล็ดลูกประพบในในรูปอะมัยดาลิน (amygdalin) โครงสร้างดังภาพที่ 3 ในพืชจะมีเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายไซยาโนไกลโคไซด์ เป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ ซึ่งเป็นพิษ เช่นในมันสำปะหลังจะมีเอนไซม์ลินามาริเนส (linamarinase) สามารถย่อยลินามารินไปเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ซึ่งเป็นพิษ ในร่างกายมนุษย์สามารถกำจัดไฮโดรเจนไซยาไนด์โดยเอนไซม์โรดานีส (rodanese) และหรือ บีต้า-ไซยาโนอะลานีนซินเทส (?-cyanoalanine synthase) ให้เป็นไทโอไซยาเนต (thiocyanate) ซึ่งมีพิษน้อยลง และสามารถขับทิ้งทางปัสสาวะได้ นอกจากนี้ยังมีวิธีการลดพิษไซยาไนด์ในพืชหลายวิธี เช่น การให้ความร้อน และการปรุงอาหาร เป็นต้น

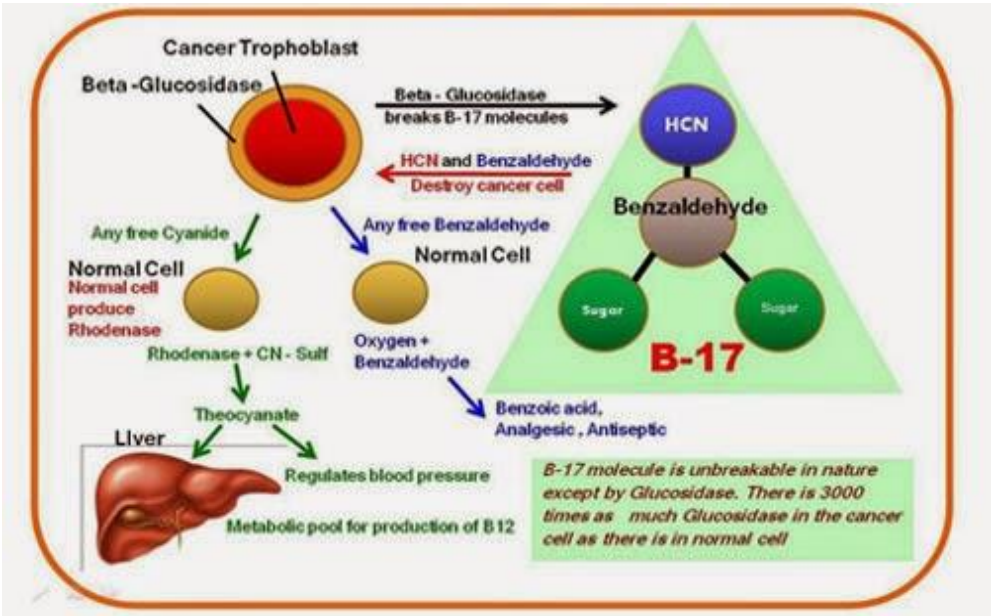
ระดับของไซยาไนด์ที่เป็นพิษ (lethal dose) ต่อมนุษย์นั้นคือ 0.5–3.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักตัว จากการตรวจสอบปริมาณไซยาไนด์ด้วยวิธี Acid hydrolysis ในพืชและสัตว์ ชนิดต่างๆ พบว่า ในมันสำปะหลังพบในปริมาณสูงมากในทุกๆ ส่วนของพืช (240-1,040 ppm) นอกจากนี้ยังพบในทุกส่วนของต้นสบู่ดำ พบมากที่สุดในใบ (484-530 ppm) แต่ในหนอนไหมป่าอีรี่พบปริมาณไซยาไนด์ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตราย (<10 ppm) นอกจากนี้ยังตรวจหาปริมาณไซยาไนด์ในไหมบ้าน ใบหม่อน และพืชอื่นๆ อีกหลายชนิด พบว่ามีปริมาณไม่เป็นอันตราย (<10 ppm) (อมรรัตน์ พรหมบุญ, และคณะ, 2550)



ภาพที่ 3. โครงสร้าง Amygdalin

วิตามินบี 17 หรือ อะมิกดาลิน (Amygdalin) หรือ เลไทรล์ (Laetrile) หรือ ไนทริโลไซด์ เป็นสารธรรมชาติในกลุ่ม Nitrilosides พบได้ในเมล็ดพืชกว่า800 ชนิด ประกอบไปด้วยน้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุล เบนซาลดีไฮด์ และไซนาไนด์ วิตามินบี17 เป็นวิตามินที่ละลายในน้ำ ไม่สามารถทนต่อความร้อนได้ เป็นองค์ประกอบของวิตามินบีรวม สามารถขัดขวางแคดเมียมที่เข้าสู่ร่างกายได้ และยังช่วยขับแคดเมียมที่เข้าสู่ร่างกายได้อีกด้วย เชื่อว่าวิตามินบี17 สามารถช่วยรักษาโรคมะเร็งได้ โดยแพทย์ที่มหาวิทยาลัยนิวเม็กซิโก ผู้เชี่ยวชาญโรคชรา พบว่าวิตามินชนิดนี้สามารถช่วยป้องกันความเสื่อมทางสมองได้ และสามารถช่วยทำให้ผู้ที่ร่างกายอ่อนแอกลับมามีสุขภาพแข็งแรง แต่หากมีการรับประทานในปริมาณที่มากเกินไปอาจจะทำให้ตัวเย็น หรือเหงื่อออก ปวดศีรษะ คลื่นไส้ มีอาการง่วงซึม หายใจติดขัด ริมฝีปากเขียว ความดันต่ำ (http://frynn.com, 29/03/2015)

วิตามิน B17 ซึ่งพบในเมล็ดประเป็นสารอาหารที่มีฤทธิ์ฆ่าเซลล์มะเร็ง พบว่ามีกลไกการฆ่าเซลล์มะเร็งที่เรียกว่า Magic Bullet ดังภาพที่ 4 ที่เกิดจาการบริโภควิตามินบี17 เข้าสู่ร่างกายและกระจายไปยังส่วนต่างๆ แล้วจะเข้าทำปฏิกิริยากับเซลล์มะเร็งโดยเฉพาะซึ่งเอนไซม์ เบต้า-กลูโคสิเดส (Beta-Glucosidase) เป็นเอนไซม์ที่มีพิษและพบได้ในเซลล์มะเร็ง, เนื้องอก ,ซีส , ผังผืด, และไซนัส แต่ไม่พบในเซลล์ปกติ จะทำการปลดล็อคโครงสร้างของวิตามินบี17 ให้แตกตัวออกเป็น กลูโคส 2 โมเลกุล (Glucose) คือเบนซาดีไฮด์ 1 โมเลกุล (Benzaldehyde) และไซยาไนด์ 1 โมเลกุล (Cyanide) เมื่อไซยาไนด์เป็นโมเลกุลอิสระ ดังภาพที่ 4 จะมีความเป็นพิษและมาจับคู่กับเบนซาดีไฮด์ที่มีความเป็นพิษเหมือนกัน ทำให้มีความเป็นพิษมากกว่าเดิม 100 เท่า จึงเข้าไปทำให้เซลล์มะเร็งตาย และถูกขับออกจากร่างกายพร้อมของเสีย เช่น เหงื่อ ปัสสาวะ เป็นต้น



ภาพที่ 4. Magic Bullet
ที่มา : http://apricure.blogspot.com/2014/12/17.html

ผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประ

1 ลูกประดอง เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ชาวบ้านค้นหาวิธีการนำลูกประมารับประทานได้อย่างไรในขณะที่ไม่สามารถรับประทานดิบๆได้ จึงนำมาดอง ในน้ำเกลือ ซึ่งเป็นวิธีการเดี่ยวในปัจจุบันนี้ที่มีประรับประทานทั้งปี คือประดอง จากเมล็ดสดกิโลกรัมละ 30 ถึง 50 บาท เมื่อเป็นประดองจะขายกิโลกรัมละ 100 – 120 บาท แต่ละท้องถิ่นก็จะมีการถ่ายทอดเทคนิคที่แตกต่างกันไป แต่ในการดองก็จะประกอยด้วย ลูกประดิบนำมาต้ม บ้างก็จะแช่น้ำก่อนซึ่งจะทำให้เปลือกแตกแกะง่ายแต่เนื้อเปลือยง่ายเช่นกัน (สุวรรณี ทิพย์สุวรรณ, 28 พฤศจิกายน 2558) ซึ่งมีอาชีพดองและขายลูกประดอง โดยมีวิธีการดังนี้

1.1 นำลูกประดิบมานำมาต้มในน้ำเดือด ประมาณ 10 นาที

1.2 นำลูกประไปต้มไปแช่น้ำให้น้ำมากพอ ตักลูกที่ลอยน้ำ (เมล็ดลีบ, เสีย) ทิ้งไป

1.3 แช่น้ำทิ้งไว้ค้างคืน ล้างให้น้ำใสสะอาด

1.4 นำไปดองในน้ำเกลือ ปิดฝาทิ้งไว้ ประมาณ 5 วันก็จะเปรี้ยว นำมารับประทานได้ และหากไม่เปิดถังก็สามารถเก็บได้เป็นปี

ภาพที่ 5. ลูกประดอง

2. ลูกประคั่ว ก็จะมีวิธีการที่แตกต่างกันไป บ้างก็นำมาคั่วโดยตรงในกระทะ บ้างก็คั่วทรายแต่จากประสบการณ์ หากนำไปลวกก่อน หรืออาจจะเรียกว่าต้มระยะสั้นๆ แล้วนำมาคั่วก็จะได้ลูกประคั่วที่เนื้อไม่แน่นหรือเรียกว่าเนื้อสัมผัสดี หากนำเมล็ดสดมาคั่วเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มเมล็ดก็จะติดแน่นกับเมล็ดแกะยาก และเนื้อประที่คั่วสุกก็แน่น แต่หากต้มเมล็ดประ ก็จะสามารถนะเยื่อหุ้มเมล็ดออกได้ง่าย ดังภาพที่ 6 และเมื่อนำไปอบ คั่วหรือทำให้สุกด้วยวิธีการใดๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีเนื้อสัมผัสดีขึ้นไม่แข็งกระด้าง

ภาพที่ 6. เมล็ดประแกะเปลือก สไลด์
ที่มา. http://www.bansuanporpeang.com/node/3650

3. ลูกประฉาบน้ำตาล เป็นภูมิปัญญาอาหารอีกอย่างที่ชาวบ้านทำกันมากและมีการจัดจำหน่ายในท้องถิ่นเฉพาะในช่วงที่มีลูกประสดเท่านั้น คือช่วงเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม เท่านั้น โดยนำลูกประสดมาแกะเปลือก ผ่าซีกชิ้นตามยาว ลวก แกะเยื่อหุ้มเมล็ด และนำไปทอด แล้วจึงนำมาเคลือบกับน้ำตาล (สุวรรณี ทิพย์สุวรรณ, 28 พฤศจิกายน 2558) มีลักษณะน้ำตาลเคลือบเช่นเดียวกับมะม่วงหิมพานต์ ดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7. มะม่วงหิมพานต์ ฉาบน้ำตาล
ที่มา : https://www.google.co.th/search?

4. ไอศกรีม อัญชัน ชุณหะหิรัณย์ (2552) ศึกษาการใช้เมล็ดประร่วมกับมอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีม พบว่าการทดสอบสมบัติเชิงหน้าที่ของเมล็ดประบดผสมกับมอลโตเด็กซ์ตริน อัตราส่วน 2:1 และ 1:1 พบว่า สารผสมในอัตราส่วน 2:1 ไม่ส่งผลต่อ สมบัติเชิงหน้าที่ทุกด้าน ในขณะที่อัตราส่วน 1:1 ส่งผลให้ความสามารถในการเกิดอิมัลชัน การเกิดฟองและความคงตัวของฟองมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดประบดเพียงอย่างเดียว การศึกษาผลของเมล็ดประบดผสมกับมอลโตเด็กซ์ตริน ที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของไอศกรีม โดยเตรียมไอศกรีมลดไขมันที่ทดแทนครีมในไอศกรีมสูตรมาตรฐาน (ไขมันสูง) 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักครีม ด้วยเมล็ดประบดผสมกับมอลโตเด็กซ์ตรินใน อัตราส่วน 1:0 2:1 และ 1:1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และประเมินผลทางประสาท สัมผัสโดย 9-point hedonic scale test ในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อและเนื้อสัมผัส สี กลิ่นรสและ ความชอบโดยรวม เปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรไขมันสูงและสูตรไม่มีไขมัน แสดงให้เห็นว่าไอศกรีมลดไขมันมีปริมาณไขมันลดลง ขณะที่พีเอช ค่าความเป็นกรด เถ้า ไนโตรเจนและโอเวอร์รันมีค่าเพิ่มขึ้น การเติมเมล็ดประบดผสมร่วมกับมอลโตเด็กซ์ตริน อัตราส่วน 2:1 ใน ไอศกรีมมิกซ์ที่ระดับการทดแทน 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักครีม ส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมี สมบัติการหลอมละลาย และคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีม กล่าวคือไอศกรีมลดไขมันมีความเป็นกรด ของแข็งทั้งหมด เถ้า ไนโตรเจน ความหนืดและโอเวอร์รันเพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณไขมันและค่าความสว่าง (L*) ลดลง สาร ผสมส่งผลในการชะลอการหลอมละลายของไอศกรีม ที่ระดับการทดแทนเพิ่มขึ้นเวลาที่ใช้ในการหลอมละลายของไอศกรีมมากขึ้น การประเมินทางประสาทสัมผัส แสดงให้เห็นว่าไอศกรีมลดไขมันมีคะแนนความชอบทุกด้านต่างกว่าสูตรไขมันสูงและสูตรไม่มี ไขมัน ส่วนผลการศึกษาด้านอายุการเก็บรักษา พบว่า ไอศกรีมลดไขมันและไอศกรีมสูตรมาตรฐาน (ไขมันสูง) มีความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 2 เดือน ผลการศึกษาแสดงให้พบว่าเมล็ดประบดสามารถใช้เป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีมได้ โดยใช้ร่วมกับมอลโตเด็กซ์ตรินในอัตราส่วน 2 : 1 ที่ระดับการทดแทนสูงสุด 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักครีม

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

Koch and Kralik (2006) ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมว่าเป็นกระบวนการ ซึ่งตัวเรา นักวิจัย และผู้มีส่วนร่วม ร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบในวงรอบเพื่อการสำรวจความวิตกกังวล การเรียกร้องหรือปัญหาที่ส่งผลกระทบหรือทำลายชีวิตของผู้คน ความร่วมมือการทำงานจะสะท้อนถึงวิธีการเปลี่ยน สถานการณ์หรือการสร้างความสามารถ Phuangsomjit (2014) กล่าวว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นการวิจัยที่มุ่งศึกษาชุมชน โดยเน้นการวิเคราะห์ปัญหา ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผน และติดตามประเมินผล โดยเน้นคนเป็นศูนย์กลาง และมุ่งสร้างพลังอำนาจให้กับประชาชน โดยทุกขั้นตอนมีสมาชิกของชุมชนเข้าร่วมด้วย วิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวเชิงเกษตรผสมผสาน ด้วยการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) หมายถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นตอนเป็นระบบ ให้เหตุผล ข้อมูลและสร้างความมั่นใจ และใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดความเสี่ยงอันเป็นที่ยอมรับในระดับสากล การวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นกระบวนการที่มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ 1) การบริหาร

จัดการความเสี่ยง (Risk Management) 2) การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) 3) การสื่อสารข้อมูลความเสี่ยง (Risk Communication) (http://www.nfi.or.th,) ผู้วิจัยต้องร่วมกับกลุ่มวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เป็นปัจจัยต่อการคงค้างของปริมาณไซยาไนด์ของผลิตภัณฑ์ประทอดเพื่อคุ้มครองสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค เพื่อจัดระบบการควบคุมความปลอดภัยด้านอาหาร

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย

1. การจัดการประสบการณ์อย่างเป็นระบบ (Systematizing experience) โดยอาศัยการจัดการและการประเมินประสบการณ์อย่างมีส่วนร่วม เป็นข้อเสนอของระเบียบวิธีการด้วยการทบทวนแนวปฏิบัติและแบ่งปันข้อมูลร่วมกัน

2. การวิเคราะห์โดยการมีส่วนร่วม และการจัดการแก้ปัญหา (Collectively analyzing and problematizing) การจัดการวิเคราะห์อย่างมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ ปัญหาหรือสาเหตุ และทฤษฎี ด้วยการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้น

3. การสะท้อนกลับและการเลือกปฏิบัติ (Reflecting on and choosing action) พิจารณาทางเลือกของปฏิบัติการและการระบุการให้ข้อมูลถึงผลการวิเคราะห์และแนวทางการจัดการแก้ปัญหาที่เหมาะสมโดยต้องมีความยืดหยุ่นตามบริบทของชุมชน การสะท้อนกลับอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะการวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินแนวทางการปฏิบัติไว้ล่วงหน้าตามความเหมาะสม

4. การดำเนินการและการประเมินผลการปฏิบัติการ (Taking and evaluating action) เป็นการ ปฏิบัติตามแนวทางที่ได้เลือกไว้ และดำเนินการตามลำดับขั้นตอนสู่การเปลี่ยนแปลง และสิ่งสำคัญที่ต้องทำคือ การสังเกตการณ์ และการสะท้อนในตอนท้ายของแต่ละรอบและเชื่อมโยงข้อสรุปใด ๆ กับปัญหาหรือคำถาม สามารถพิจารณาผลของการดำเนินงานรอบอื่นต่อไป ปรับแต่งหรือพัฒนาคำถามใหม่ สรุปโครงการวิจัยนี้บางส่วนหรือทั้งหมด

5. การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ (Systematizing learning) เรียนรู้จากกระบวนการการจัดการการตรวจสอบ การแบ่งปันความรู้ใหม่เขียนสรปุรายงาน และหาข้อเสนอแนะเกี่ยวกับข้อสรุป หรือเรื่องราวจากชมุชนก่อนแจกจ่าย การสร้างวีดีโอ และการนำเสนอเอกสารร่างไปยังชุมชนก่อนที่จะแจกจ่าย

หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร

หลักเกณฑ และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร ะวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice : GMP) คือ หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร ซึ่งเป็นเกณฑ์หรือข้อกำหนดขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการผลิตและควบคุม เพื่อให้ ผู้ผลิตปฏิบัติตามและทำให้สามารถผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย โดยเน้นการป้องกันและขจัด ความเสียงใด ๆ ที่จะทำให้อาหารเป็นพิษเป็นอันตรายหรือเกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค โดยครอบคลุมปัจจัยทุกด้านที่เกียวข้อง ตั้งแต่โครงสร้างอาคารขั้นพื้นฐาน ระบบการผลิตที่ดี กระบวนการผลิตที่มีความปลอดภัยและมีคุณภาพได้มาตรฐานทุกขั้นตอน นับตั้งแต่เริ่มต้นวาง แผนการผลิต ระบบควบคุม บันทึกข้อมูล ตรวจสอบและติดตามผลคุณภาพ

ผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ถึง มือผู้บริโภคอย่างมั่นใจ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของไทยได้นำหลักเกณฑ์ของ GMP บังคับใช้เป็นกฎหมาย โดยกำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ. 2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ วันที่ 24 กรกฎาคม 2544 เป็นต้นมา ข้อกำหนดตามประกาศฯ (ฉบับที่ 193) พ.ศ. 2543 ซึ่งเป็นเกณฑ์สุขลักษณะทั่วไป ได้ ประยุกต์มาจากเกณฑ์ GMP สากลของ Codex โดยคำนึงถึงความพร้อมของผู้ผลิตในประเทศ ไทย ซึ่งมีข้อจำกัดด้านความรู้ เงินทุน และเวลา เพื่อให้ผู้ผลิตทุกระดับ โดยเฉพาะขนาดกลาง และขนาดเล็กซึ่งมีจำนวนมากสามารถปรับปรุงและปฏิบัติได้ตามเกณฑ์ข่อกำหนดทั่วไป

1. สุขลักษณะของสถานที่ตั้งและอาคารผลิต

1.1 ที่ตั้งและสิ่งแวดล้อม จะต้องอยู่ในที่ไม่ก่อเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดยสถานที่ตั้ง ตัวอาคารและบริเวณโดยรอบจะต้องสะอาด หลีกเลี่ยงสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสก่อให้เกิดการ ปนเปื้อนกับอาหาร เช่นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์ แมลง กองขยะ คอกปศุสัตว์ บริเวณที่มีฝุ่นมาก บริเวณน้ำท่วมถึงหรือน้ำขังแฉะสกปรก และไม่ควรใกล้แหล่งมีพิษ หากหลีกเลียงไม่ได้ ผู้ผลิต จะต้องมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่บริเวณผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 อาคารผลิต มีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะทีง่ายแก่ การบำรุงสภาพรักษาความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงานโดย บริเวณผลิต - ต้องแยกบริเวณผลิตอาหารออกเป็นสัดส่วน ไม่ปะปนกับทีอยู่อาศัยหรือทีผลิตยา เครื่องสำอาง และวัตถุมีพิษ จัดให้มีพื้นทีเพียงพอที่จะติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไป ตามลำดับขั้นตอนการผลิต

1.3 การควบคุมกระบวนการผลิต

1) วัตถุดิบ ส่วนผสม และภาชนะบรรจุ – คัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดตามความจำเป็นและเก็บ รักษาภายใต้สภาวะที่ป้องกันการปนเปื้อนได้ - ควรจัดเก็บอย่างเป็นระบบ เพื่อสามารถนำวัตถุดิบที่ได้รับก่อนไปใช้ได้ตามลำดับ ก่อนหลัง – หากจำเป็นต้องเก็บวัตถุดิบทีเน่าเสียง่ายเป็นเวลานานเกิน 4 ชัวโมง ควรเก็บไว้ในที่ เย็นเพื่อป้องกันการเสื่อมเสีย เป็นต้น

2) การผลิต การเก็บรักษา การขนย้าย และขนส่งผลิตภัณฑ์อาหาร - ต้องดำเนินการภายใต้การควบคุมสภาวะทีป้องกันการเสื่อมสลายของอาหาร และ ภาชนะบรรจุอย่างเหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น และต้องถูกสุขลักษณะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อน - หากมีการใช้สารเคมีเติมลงไปในอาหาร จะต้องควบคุมปริมาณสารเคมีไม่ให้เกินกว่าที่ กฎหมายกำหนด - การควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการผลิตอาหาร เนื่องจากอุณหภูมิและเวลามีผลต่อ การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร ทั้งที่ก่อให้เกิดโรคและทำให้อาหารเสื่อมเสีย เป็นต้น

1.4. การสุขาภิบาล เป็นเกณฑ์สำหรับสิงที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน ต้องสะอาด ถูกสุขลักษณะ และป้องกันการปนเปื้อน กลับเข้าสู่กระบวนการผลิตอาหาร

1.5. การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด เกณฑ์ข้อนี้จะช่วยให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมการป้องกันการ ปนเปื้อนอันตรายสู่อาหาร ซึ

1.6. บุคลากร บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเป็นปัจจัยที่สำคัญ อันจะทำให้การผลิตเป็นไปอย่าง ถูกต้องตามขั้นตอนและวิธีปฏิบัติงาน รวมทั้งสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากการปฏิบัติงานและตัวบุคลากรเอง บุคลากรควรได้รับการดูแลรักษาสุขภาพและความสะอาดส่วนบุคคล

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

คุณค่าทางโภชนาการ

คุณค่าทางโภชนาการของลูกประพบว่าเมล็ดประ เป็นแหล่งสำคัญของ โปรตีน และไขมัน แต่อาจจะพบปัญหารสขมซึ่งทำให้มีผลต่อการยอมรับแต่สามารถลดลงได้ด้วยกระบวนการเตรียมด้วยวิธีต่างๆตามที่กล่าวมา นอกจากนี้ในเมล็ดประเป็นแหล่ง phenolic compound เป็นสาเหตุให้มีรสขม นอกจากนี้เมล็ดประยังเป็นแหล่งโปรตีนซึ่งมีอะมิโนที่จำเป็น เช่น Phenylalanine และ Tyrosine (Naczk and Shahidi., 2006) แหล่งกรดไขมันโอเมกา-3 (Nuraimi et al., 2014) แม้นประจะพบเป็นแหล่งไซยาไนด์แต่ด้วยประเป็นแหล่งทีประกอบด้วยสารอาหารด้วยเช่นกันจึงจัดประเป็นแหล่งสารพฤกษาเคมีที่สำคัญเช่นกัน (Ling et al., 2006)

การเปลี่ยนแปลงในอาหารแช่แข็ง

การเปลี่ยนแปลงในอาหารแช่แข็งอาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตและการเก็บรักษาการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค ได้แก่ การเกิดสีน้ำตาลและการหืน

1. การเกิดสีน้ำตาล

การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การเกิดสีน้ำตาลเมื่อได้รับความร้อน ทั้งนี้การเกิดสีน้ำตาลในการผลิตกล้วยกวนมีทั้งปฏิกิริยาที่เกิดจากเอนไซม์และปฏิกิริยาที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ (enzymatic and non–enzymatic browning) การเกิดสีน้ำตาลนี้อาจเกิด ได้ตลอดทุกขั้นตอนการผลิตโดยในขั้นตอนการปอก หั่น และบดกล้วยทำให้เนื้อเยื่อของกล้วยฉีกขาดเป็นผลให้เอนไซม์ในกล้วยสัมผัสกับอากาศจะเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนสารประกอบ phenolic ในกล้วยเป็นสาร melanin ซึ่งมีสีน้ำตาล เอนไซม์ที่เป็นสาเหตุของปฏิกิริยาสีน้ำตาลมีหลายชนิด ได้แก่ phenols, phenol oxidase และ polyphenol oxidase ส่วนสารประกอบ phenol เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยานี้คือ dopamine (3,4-dihydroxy phenyl ethylamine) ในกล้วยดิบพบ dopamine 70 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสด (palmer, 1971) การให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 80–85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จะทำลายเอนไซม์ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลจนหมด ส่วนการเกิดสีน้ำตาลเป็นปฏิกิริยาที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ ซึ่งได้แก่ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (mallard) และคาราเมลไลเซชัน (caramelization) ซึ่งนอกจากจะทำให้เกิดสีแล้วยังทำให้อาหารมีกลิ่นรสเปลี่ยนไปด้วย ปฏิกิริยาเมลลาร์ดอาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะดีขึ้น เช่น การอบกาแฟ ถั่ว และขนมปัง เป็นต้น หรืออาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะไม่ดี เช่น การเกิดสีน้ำตาลในน้ำนมระเหยน้ำหรือน้ำนมสเตอริไลซ์และผักแห้ง เป็นต้น รวมทั้งการเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บอาหารกระป๋องที่มีน้ำตาลสูงอย่างช้าๆในภาวะที่มีความชื้นและอุณหภูมิค่อนข้างสูง ปฏิกิริยาเมลลาร์ดเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำตาลรีดิวส์ซิ่ง ซึ่งทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน แอมีน เปปไทด์และโปรตีนยังส่งผลให้เกิดสารประกอบที่มีสี ซึ่งเรียกว่า melanoidins และสารประกอบหลายชนิดที่ทำให้เกิดกลิ่นรสซึ่งมีโครงสร้างซับซ้อน เช่น acetyls furans parolesaldoseprunes เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้เป็นสารที่ให้กลิ่นรุนแรงเป็นส่วนใหญ่ (Heath, 1981) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ได้แก่ ชนิดของน้ำตาล กรดอะมิโน อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่างและความชื้น โดยพบว่าน้ำตาลเพนโทสและไซโลส มี

ปฏิกิริยาสีน้ำตาลเร็วกว่าน้ำตาลกลูโคสประมาณ 20 เท่า กรดดะมิโนที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาสีน้ำตาล ได้แก่ ไลซีนอาร์จินีนฮิสทิดีนทริฟโตเฟน ไทโรซีนเมทโทโอนีน ซีสตีน กรดแอสปาร์ติก และกรดกลูตามิก ปฏิกิริยาสีน้ำตาลจะเกิดขึ้นเร็วมากที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ประมาณ 40 เท่าหรือประมาณ 2 เท่าของทุกๆ 10 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้นถ้าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 8-10 ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเร็วกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดด่างต่ำกว่าอาหารที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 13 จะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะมีความเข้มข้นของสารที่เกี่ยวข้องสูงแต่ถ้าความชื้นต่ำหรือสูงกว่านั้นปฏิกิริยาสีน้ำตาลจะเกิดขึ้นน้อยลง (ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชะนีย์ อุทัย, 2528) อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาสีน้ำตาลทำให้คุณค่าทางโภชนาการของอาหารเสียไปโดยโปรตีนและกรดอะมิโนเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่ร่างกายไม่สามารถย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Heath, 1981)

การศึกษาระยะเวลาการแช่แข็งต่อเมล็ดประอบ การนำเมล็ดประดิบมาต้มที่ระดับความร้อนประมาณ 90 – 95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3, 5 และ 10 นาที และอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส 30 นาที เปรียบเทียบปริมาณไซยาไนด์คงเหลือในเมล็ดประอบ จากในเมล็ดประดิบมีสูงถึง 192.80 มิลลิกรัม/กิโลกรัมต้มที่ 3, 5 และ 10 นาที เท่ากับ 9.87, 9.03 และ 8.65 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเก็บรักษาโดยการแช่แข็งที่ -18 องศาเซลเซียส พบว่าไซยาไนด์ลดลงจากการอบเมล็ดประที่เก็บนาน 30 วัน และเพิ่มขึ้นอีกเมื่อเก็บนาน เมล็ดประที่ผ่านการต้ม 3 และ 5 นาที มีความเสี่ยงต่อการบริโภคหากนำมาอบเมื่อเก็บนานกว่า 45 วัน และเมล็ดประต้ม 10 นาที สามารถเก็บแช่แข็งได้นานถึง 60 วันก่อนนำมาอบเพื่อการบริโภค แต่หากเก็บให้นานพบว่าการอบโดยไม่ผ่านการแช่แข็งแต่อบแล้วบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยด์เก็บในตู้เย็นสามารถเก็บได้นานมากกว่า 90 วัน

2. การหืน

อาหารอาจจะเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่งอาจเกิดจากการหืนได้เนื่องจากการเสื่อมคุณภาพของน้ำมันในกล้วยกวนซึ่งได้จากกะทิเป็นส่วนใหญ่ การหืนของไขมันและน้ำมันสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้ (Peterson and Johnson, 1978)

1) การหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาการแยกสลายด้วยน้ำ (Hydrolysis rancidity) เกิดขึ้นจากไขมันมีน้ำอยู่ด้วย บางครั้งอาจมีสาเหตุจากความร้อน ความเป็นกรดด่าง หรือจากเอนไซม์ที่ย่อยสลายไขมันซึ่งมีอยู่ในอาหารตามธรรมชาติหรือเอนไซม์ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ (Peterson and Johnson, 1978)

2) การหืนที่เกิดจากสารคีโคน (Ketone rancidity) เกิดจากการกระทำของเชื้อราได้สารคีโตนซึ่งมีกลิ่นคล้ายน้ำหอมและการหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนไม่ค่อยมีปัญหาในน้ำมันมะพร้าวเพราะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อย (ศิริวรรณ เนติวรานนท์, 2531)

3) การหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน (Oxidative rancidity) การหืนของน้ำมันมะพร้าวของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันมะพร้าวอยู่ มีลักษณะแตกต่างจากน้ำมันพืชอื่นๆซึ่งเข้าใจกันว่าเป็นกลิ่นของกรดไขมันอิสระโมเลกุลสั้นๆที่ได้จากการแยกสลายด้วยน้ำจะมีกลิ่นรสสบู่ (soapy) ของกรด Meristic (ศิริวรรณ เนติวรานนท์, 2531)

อมรรัตน์ พรหมบุญ และคณะ (2550). ศึกษาระดับของไซยาไนด์ที่เป็นพิษ (lethal dose) ต่อมนุษย์ จากการตรวจสอบปริมาณไซยาไนด์ด้วยวิธี Acid hydrolysis ในพืชและสัตว์ชนิดต่างๆ พบว่าในมันสำปะหลังพบในปริมาณสูงมากในทุกๆ ส่วนของพืช (240-1,040 ppm) นอกจากนี้ยังพบในทุกส่วนของต้นสบู่ดำและพบมากที่สุดในใบ (484-530 ppm) แต่ในหนอนไหมป่าอีรี่พบปริมาณไซยาไนด์ใน

ปริมาณที่ไม่เป็นอันตราย (<10 ppm) นอกจากนี้ยังตรวจหาปริมาณไซยาไนด์ในไหมบ้าน ใบหม่อน และพืชอื่นๆ อีกหลายชนิด พบว่ามีปริมาณไม่เป็นอันตราย (<10 ppm)

อัญชัน ชุณหะหิรัณย์ (2010) เร่งเห็นความสำคัญของประ เป็นหนึ่งในถั่วมีคุณค่าทางโภชนาการเพราะนอกจากจะเป็นแหล่งที่ดีของโอเมก้า 3 กรดไขมันที่จำเป็น และเป็นแหล่งของโปรตีนแป้งประจึงเป็นแหล่งคุณค่าทางโภชนาการและมีศักยภาพที่สามารถนำมาใช้ทดแทนในสูตรอาหารต่างๆ ได้ อัญชัน ชุณหะหิรัณย์ จึงศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติใกล้เคียงการทำงานของแป้งที่ผลิตจากเมล็ดประ เมล็ดประถูกนำเปลือกออก, ทำให้แห้ง บด และร่อน แป้งที่ผลิตได้พบว่ามีจำนวนของโปรตีนสูง (ร้อยละ) เท่ากับ 16.10 คาร์โบไฮเดรต 25.36 และไขมัน 36.49 องค์ประกอบกรดไขมันแสดงให้เห็นว่าแป้งเป็นที่สูงในกรดไขมันไม่อิ่มตัว (ร้อยละ 29.83) ซึ่งกรดโอเลอิก (ร้อยละ 12.54) กรดไลโนเลอิก (ร้อยละ 12.01) และกรดไลโนเลนิ (ร้อยละ3.44) โดยเฉพาะคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ การดูดซึมน้ำมันอิมัลชัน ปริมาณและความคงตัวของฟอง (2 ชั่วโมง) เป็น ร้อยละ 187.5, 130.4, 39.6, 32.6 และ 28.2 ตามลำดับ ดังนั้นแป้งเมล็ดประนอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการแล้วยังมีศักยภาพสำหรับใช้แหล่งอาหารแทนได้ดี แป้งเมล็ดประเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญโดยเฉพาแหล่งโปรตีน และกรดไขมันที่จำเป็น

ฉัตรชัย งามเรียบสกุล และ หทัยชนก คมเม้น (2552) ศึกษาชนิดของไกลโคไซด์ cyanogenic ในเมล็ดและใบของประและเปรียบเทียบปริมาณของไกลโคไซด์ cyanogenic ที่พบในเมล็ดสดและใบและผลกระทบของความร้อนและหมักกับปริมาณของไกลโคไซด์ cyanogenic ที่เหลืออยู่ในเมล็ด พบว่า ประสดใหม่เป็นแหล่งสารที่ทำให้ผู้ที่กินพวกเขารู้สึกวิงเวียน เรียกว่ากรดไกลโคไซด์หรือ prussic cyanogenic สารนี้จะสลายให้ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ด้วยกระบวนการ cyanogenesis ไฮโดรเจนไซยาไนด์ ยังเป็นสารประกอบที่ใช้งานในการยับยั้งการห่วงโซ่การขนส่งอิเล็กตรอนในการหายใจของเซลล์ จึงทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบชนิดของไกลโคไซด์ cyanogenic ในเมล็ดและใบของประรวมทั้งเพื่อเปรียบเทียบปริมาณของไกลโคไซด์ cyanogenic ที่พบในเมล็ดสดและใบและตรวจสอบผลกระทบของความร้อน และหมักกับปริมาณของไกลโคไซด์ cyanogenic ที่เหลืออยู่ในเมล็ด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ปริมาณ Amygdalin (ppm) จากเมล็ดและใบประ จำนวน 0.2 กรัม วิเคราะห์ด้วย HPLC.

ตัวอย่าง	เมล็ด	ใบ
สด	660	30
ต้ม	100	NA
ดอง	25	NA

NA = not applicable.

ที่มา : ฉัตรชัย งามเรียบสกุล และ หทัยชนก คมเมน, 2552

จากตารางแสดงให้เห็นว่าความร้อน (ต้ม) และการหมักสามารถลดจำนวน amygdalin ในเมล็ด (ลูก) ประที่มีการทำโดยภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้ amygdalin และไกลโคไซด์ cyanogenic จะปล่อยกลุ่มไซยาไนด์เมื่อย่อยสลายด้วยความร้อนและการหมัก โดยการหมักในน้ำเกลือหลายสัปดาห์

ปริมาณ Cyanogenic glycocides ในเมล็ดประ จะลดปริมาณลง การทำแบบพื้นบ้านวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ cyanogenic glycoside เท่ากับ ร้อยละ 96.2 (จาก ~ 660 ppm 25 ppm) ทำให้เมล็ดรสชาติที่ดีขึ้น (น้อยขม) พบการใช้ประโยชน์จากสลายความเป็นพิษในมาเป็นอาหารจากเมล็ดประ โดยจะหมักจะพบทั่วไปจังหวัดนครศรีธรรมราช amygdalin เป็นประเภทของ cyanogenic glycoside นั้นคือความร้อน (ต้ม) และการหมักสามารถลดปริมาณของ amygdalin ในเมล็ดประได้คือวิตามินบี 17 ซึ่งมีประโยชน์ แต่หากรับประทานมากเกินไปในครั้งเดียวอาจทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ (Sam and Welzen, 2004) ไซยาไนด์ไอออนเกิดปฏิกิริยากับสารอื่นได้ บางส่วนของสารประกอบจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ หรือถูกออกซิไดส์กลายเป็น ไซยาเนต (CNO^-) และย่อยสลายต่อทางเคมีจนได้คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และฟอร์เมท ระเหยสู่อากาศ นอกจากนี้สารประกอบไซยาไนด์มักไม่เสถียร ระเหยตัวง่าย เป็นของแข็งละลายน้ำได้ดี (http://www.siamchemi.com, 2558)

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการต่อยอดจากการวิจัยในปี 2559 เรื่อง การศึกษาผลการต้ม แช่แข็ง และการอบต่อปริมาณสารไซยาไนด์ของเมล็ดประอบ (วันดี แก้วสุวรรณ และอุษา นุ้ยจันทร์งบประมาณ สกอ.ภาคใต้ตอนบน) จากการศึกษาพบว่า ลูกประสามารถลวกและนำแช่แข็งไว้ได้นาน ไม่ต่ำกว่า 3 เดือน ก่อนนำมาแปรรูปต่างต่อไปปริมาณไซยาไนด์คงอยู่ในเมล็ดประและผู้บริโภคจะสัมผัสได้คือความขม จะมีความสัมพันธ์กับการเตรียมเมล็ดประความแตกต่างการลวก แช่แข็ง และการอบต่อปริมาณสารไซยาไนด์คงอยู่ของเมล็ดประ โดยการพิจารณาจากปริมาณไซยาไนด์ในเมล็ดประที่อบสุก โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ วิเคราะห์ทางเคมี และแบบทดสอบชิมสำหรับผู้บริโภค เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 45 60 75 และ 90 วัน ก่อนนำมาอบที่ 180 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ปริมาณไซยาไนด์ในเมล็ดประอบ พบว่าที่การลวกที่ 10 นาที มีปริมาณไซยาไนด์คงเหลือน้อยที่สุด เท่ากับ 4.89, 4.39, 8.39, 17.31 และ18.64 mg/kg ส่วนการเหม็นหืนมีความสัมพันธ์ของปริมาณ Peroxide Value (PV) ในเมล็ดประอบพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

การประเมินผลลักษณะด้านรส (ไม่ขม) พบว่า เมล็ดประอบมีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ที่ 0, 30, 45 และ 60 วัน การลวกที่ 10 นาที มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 7.40, 7.33 7.27 และ 7.13 ตามลำดับ แต่เมื่อเก็บไว้ที่ –18 องศาเซลเซียส นาน 75 และ 90 วัน พบว่าเมล็ดประอบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p\leq0.05$) มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เท่ากับ 6.40

การศึกษาระยะเวลาการต้มต่อเมล็ดประอบ การนำเมล็ดประดิบมาต้มที่ระดับความร้อนประมาณ 90–95 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3, 5 และ 10 นาที เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไซยาไนด์คงเหลือ ในเมล็ดประอบ ที่ระดับความร้อน 180 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ปริมาณไซยาไนด์ลดลงจากในเมล็ดประดิบมีสูงถึง 192.80 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งหากรับประทานจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคตามที่ San and Welzen (2004) ได้กล่าวไว้ แต่เมื่อผ่านการต้มไซยาไนด์ก็ลดลง ตามที่ฉัตรชัย งามเรียบสกุล และ หทัยชนก คมเมน (2552) เนื่องจากไซยาไนด์เป็นสารไม่ทนร้อน และคงเหลือน้อยกว่า 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัมซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เช่นเดียวกับหนอนไหมอีรี ตรงกับที่ อมรรัตน์ พรหม

บุญ และคณะ (2550) ได้กล่าวไว้ และเมื่อนำเมล็ดประที่ต้มแล้วมาอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส 30 นาที ทำให้ปริมาณไซยาไนด์ลดลง เนื่องจากระยะเวลาในการลวกผักมีผลต่อสารอาหารที่ละลายน้ำออกมาจากชิ้นอาหาร (สงวนศรี เจริญเหรียญ, 2558)

อาหารหมักดอง (Fermented Food)

วิธีการถนอมอาหารแบบธรรมชาติมีหลากหลายวิธี วิธีการหมักโดยใช้กิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันแพร่หลายในทั่วทุกมุมโลก จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในการหมักดอง ได้แก่ แบคทีเรียแลกติกซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบได้ตามธรรมชาติและพบมากในอาหารหมักที่ทำมาจากผัก ผลไม้ ธัญพืชและเนื้อสัตว์ นอกจากนี้แบคทีเรียแลกติกยังได้รับการยอมรับว่าเป็นแบคทีเรียที่ปลอดภัย (Generally Recognized As Safe; GRAS) (Duangjitcharoen *et al*., 2009) จึงนิยมนำมาใช้ในกระบวนการถนอมอาหาร ซึ่งกระบวนการหมักโดยใช้จุลินทรีย์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณลักษณะของวัตถุดิบ เช่น กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส อาหารหมักมีทั้งรูปแบบที่ใช้เทคโนโลยีการหมักแบบดั้งเดิม คือใช้จุลินทรีย์ประจำถิ่นตามธรรมชาติ (Wanangkam et al., 2012) หรือการใช้เชื้อจากภาชนะที่ทำการหมักในครั้งก่อนหน้าหรือจากอาหารหมักที่หมักเสร็จแล้วบางส่วน (back slopping) และแบบกล้าเชื้อ (starter culture) ซึ่งกระบวนการหมักนั้นมีราคาถูกและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก (lactic acid bacteria, LAB) เช่น Lactobacillus และ Bifidobacterium แบคทีเรียกลุ่มนี้พบในผลิตภัณฑ์อาหารหมักหลายชนิด สามารถช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค (pathogen) ช่วยย่อยอาหารที่มนุษย์ย่อยไม่ได้หรือย่อยได้ไม่หมด ช่วยการดูดซึมของสารอาหาร คอเลสเตอรอล และสร้างวิตามินที่เป็นประโยชน์กับร่างกาย นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยทำให้กระบวนการหมักดีขึ้น นั่นคือช่วยเรื่องกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส อีกทั้งยังเป็นการถนอมอาหารอีกด้วย (Rhee *et al*., 2011) แบคทีเรียแลกติกมีลักษณะโดยทั่วไปคือย้อมติดสีแกรมบวก รูปร่างกลมหรือเป็นท่อน ไม่สร้างสปอร์ ไม่สร้างเอนไซม์ catalase สร้างกรดแลกติกเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายในระหว่างการหมักคาร์โบไฮเดรต สามารถเจริญได้ดีในช่วงพีเอช 3.5-10.0 อุณหภูมิ 5-45 องศาเซลเซียส (Patel *et al*., 2013)

ชนิดของอาหารหมัก

อาหารหมักเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการคือ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ต้องการและเพื่อถนอมอาหาร โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ซึ่งจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญมีทั้งแบคทีเรีย ยีสต์และรา โดยแบคทีเรียแลกติกจะมีบทบาทสำคัญในอาหารหมักหลายประเภท เช่น ผลิตภัณฑ์นมหมัก เนย และผักดอง (Liu *et al*., 2011)

การหมัก (fermentation) เป็นการถนอมอาหาร (food preservation) ที่ใช้จุลินทรีย์ต่างๆ เช่น แบคทีเรีย (bacteria) ยีสต์ (yeast) หรือ รา (mold) ซึ่งเป็นเชื้อเริ่มต้น (starter) ซึ่งอาจเป็นเชื้อบริสุทธิ์ เชื้อผสม เช่น ลูกแป้งโคจิ หรือเชื้อที่ปนเปื้อนจากธรรมชาติเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ในอาหารเกิดเป็นสารต่างๆ เช่น กลิ่น เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alocohol) กรดอินทรีย์ (organic acid) คาร์บอนไดออกไซด์ การหมักสามารถเกิดได้ทั้งในสภาวะที่มีอากาศ (areobic fermentation) หรือไม่มีอากาศ (anaerobic fermentation)

วัตถุประสงค์ของการหมักอาหาร

1. เพื่อการถนอมอาหาร ยืดอายุการเก็บรักษา และทำให้อาหารปลอดภัยต่อการนำไปบริโภค เพราะผลิตผลที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น เช่น กรดอินทรีย์ เอทิลแอลกอฮอล์ แบคทีริโอซิน (bacteriocin) ซึ่งสามารถยับยั้งหรือชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) ทำให้อาหารปลอดภัย ยืดอายุการเก็บรักษา สามารถเก็บรักษาอาหารเพื่อบริโภคนอกฤดูกาล กระจายสินค้าได้กว้างขวางมากขึ้น เช่น ผักดอง กิมจิ ซาวเคราท์ ผลไม้ดอง แหนม และซาลามิ เป็นต้น

2. การหมักเพื่อลอกเปลือกหุ้มเมล็ด เช่น การหมักโกโก้ กาแฟ พริกไทย เพื่อลอกเยื่อหุ้มเมล็ดออก โดยใช้จุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ย่อยสลายให้เนื้อหุ้มเมล็ดเปื่อยยุ่ย ลอกออกได้ง่าย นอกจากนี้การหมักโกโก้ ยังมีผลสำคัญมากต่อ สี กลิ่นรสของโกโก้ และช๊อกโกแลตโดยทั่วไปจะใช้เวลาการหมักประมาณ 5-8 วัน การหมักจะทำแบบง่ายๆ ในลังไม้ ใบตอง ในตะกร้า การหมักโกโก้จะใช้จุลินทรีย์จากธรรมชาติ เช่น แบคทีเรีย ในกลุ่ม lactic acid bacteria, acetic acid bacteria และยีสต์ใช้สารอาหารในเนื้อโกโก้ คือน้ำตาล และกรดซิตริก ในการเจริญและย่อยสลายให้เนื้อหุ้มเมล็ดเปื่อยแยกออกมา และยังเกิดเป็นสารต่างๆ ที่มีโมเลกุลเล็กลง เช่นเอทานอล กรดแล็กทิก กรดแอซีติก สารที่ระเหยได้ ซึ่งมีบทบาทต่อกลิ่นและรส นอกจากนี้ ระหว่างการหมักยังเกิด ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) เป็นการพัฒนาสารเริ่มต้นที่ทำให้เกิดสีและกลิ่นรสของโกโก้ในขั้นตอนต่อไปของการแปรรูป

3. เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ การหมักด้วยจุลินทรีย์โพรไบโอติก (probiotic) เช่น lactic acid bacteria ในผลิตภัณฑ์ เช่น นมเปรี้ยว โยเกิร์ต แหนม กิมจิ มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ เช่น ลดคอเลสเตอรอล ช่วยการทำงานของระบบย่อยอาหารสร้างสารอาหาร เช่น กรดแอมิโนที่จำเป็น วิตามิน กรดไขมันที่จำเป็นซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ การหมักยังทำให้อาหารย่อยได้ง่ายขึ้นด้วย

4. ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่และเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ จุลินทรีย์สร้างเอนไซม์ได้หลากหลายชนิดระหว่างการหมัก เพื่อย่อยสลายสารตั้งต้น เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด ซึ่งมีโมเลกุลใหญ่ เกิด

เป็นสารใหม่ที่มีโมเลกุลเล็กลง ระเหยได้ง่ายขึ้น ทำให้อาหารหมักมีคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น และรสชาติที่แตกต่างจากวัตถุดิบและไม่สามารถเลียนแบบได้จากการแปรรูปอาหารด้วยวิธีอื่น เช่น

- การหมัก นัตโตะ ถั่วเน่า ด้วยเชื้อแบคทีเรียในสกุล Bacillus ทำให้เกิดเนื้อสัมผัส เป็นเส้นใย เหนียวยืด

-วุ้นมะพร้าว (Nata De coco) เป็นเซลลูโลส (cellulose) ที่ผลิตโดยแบคทีเรียสายพันธุ์ *Acetobacter xylinum*

-สีแดงในเต้าหู้ยี้ ได้จากการหมัก ข้าว ด้วยเชื้อรา *Monascus purpureus* ใช้เป็นสารให้สี (coloring agent)

-การหมักและการบ่ม ซีอิ้ว มิโซ ไวน์ วิสกี้ บรั่นดี เนยแข็ง ทำให้ผลิตภัณฑ์ มีกลิ่นหอม จากสารให้กลิ่นรสหลายชนิดผสมกัน รสชาติกลมกล่อมยิ่งขึ้น เป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้สูงกว่าวัตถุดิบหลายเท่าตัว

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักอาหาร ใช้ได้ทั้งเชื้อที่มาจากธรรมชาติ หรืออยู่ในรูปของกล้าเชื้อ (starter) จุลินทรีย์ที่นำมาใช้ เช่น รา แบคทีเรีย ยีสต์ ที่เพาะขึ้นเพื่อใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการหมัก (fermentation) อาจมีการผสมของเชื้อหลายสายพันธุ์ หรือเป็นเชื้อบริสุทธิ์ ซึ่งอยู่ในรูปของเหลวหรือในรูปผง หรือเป็นก้อนที่สะดวกกับการใช้งาน ผสมกับสารอื่นเพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน (anticaking agent) การผลิตตัวอย่างของ starter เช่น ลูกแป้งโคจิ (koji)

คุณลักษณะของจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นกล้าเชื้อ ลักษณะที่ต้องการของกล้าเชื้อคือ แข็งแรง ขยายพันธุ์ต่อได้รวดเร็ว และอยู่ในระยะที่กำลังเจริญอย่างรวดเร็ว (log phase) สามารถให้ผลผลิตที่ต้องการได้ในปริมาณมากและไม่เป็นจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) ไม่สร้างสารพิษ เช่น เชื้อราต้องไม่ใช่สายพันธุ์ที่สร้าง mycotoxin เช่น อะฟลาทอกซิน (aflatoxin) หรือสารพิษอื่นที่อาจเป็นอันตรายในอาหาร (food hazard)

ตารางที่ 4. ชนิดของจุลินทรีย์และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก

ชนิดของจุลินทรีย์	ผลิตภัณฑ์อาหารหมัก
แบคทีเรียที่ผลิตกรดแล็กทิก (lactic acid bacteria)	นมเปรี้ยว โยเกิร์ต แหนม ซาลามิ ซาวเคราท์ กิมจิ
รายีสต์ร่วมกับ lactic acid bacteria	ซีอิ้ว เต้าเจี้ยว มิโซ เต้าหู้ยี้
แบคทีเรียที่ผลิตกรดแอซีติก (acetic acid bacteria)	น้ำส้มสายชู วุ้นมะพร้าว
ยีสต์	เบียร์ ไวน์ บรั่นดี วิสกี้ วอดก้า ขนมปัง
ราร่วมกับยีสต์	สาโท สาเก
รา	เทมเป้ ใช้บ่ม เนยแข็ง เช่น blue cheese, Sainte-Maure de Touraine
แบคทีเรียในสกุล Bacillus	ถั่วเน่า นัตโตะ

ปัจจัยที่มีผลต่อการหมัก

1.ชนิดจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์และรา ปัจจุบันนิยมใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์ เพื่อให้สามารถควบคุมสภาพของการหมักได้อย่างดี

2. วัตถุดิบที่ใช้ควรมีธาตุอาหารต่าง ๆ ได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน แร่ธาตุ และวิตามินต่าง ๆ เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต

3. การควบคุมสภาวะของการหมัก

3.1 อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดนั้น ๆ

3.2 ออกซิเจน เช่น แบคทีเรีย Acetobacter ที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูต้องการออกซิเจนในระหว่างการหมัก

3.3 เกลือ ความเข้มข้นของเกลือสามารถกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น แบคทีเรียแลกติกที่ใช้ในการหมักผักดองและไส้กรอกหมัก สามารถทนความเข้มข้นของเกลือได้ถึง 10–18 เปอร์เซ็นต์

3.4 กรด มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ อาจเป็นกรดที่ถูกเติมลงไปในอาหาร หรือเป็นกรดที่มีอยู่ในส่วนประกอบของอาหารหรือเป็นกรดที่จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักสร้างขึ้น ปัจจุบันได้มีการศึกษาและจำแนกแบคทีเรียแลกติกในอาหารหมักดองกันมากขึ้น

ปุณณาณี สัมภวะผล และนฤมล มีบุญ (2560) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและปริมาณจุลินทรีย์ในมะม่วงเบาเปลือกแข็งและเปลือกหนาแช่อิ่มจำนวน 8 ตัวอย่าง พบว่า ค่าพีเอชของมะม่วงเบาทั้ง 2 ชนิด อยู่ระหว่าง 2.76-2.92 และ 2.88-2.96 ตามลำดับ และมีปริมาณกรดกรดแลกติกไม่เกิน 3.5 เปอร์เซนต์ เมื่อวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ พบว่า มีการเจริญของแบคทีเรียและยีสต์ในมะม่วงแช่อิ่ม ซึ่งพบยีสต์ปริมาณมากในทุกตัวอย่าง

ศุภศิลป์ มณีรัตน์ และนฤมล มีบุญ (2559) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์มะม่วงเบาแช่อิ่มเกี่ยวกับแหล่งผลิต คุณลักษณะทางด้านกายภาพและจุลินทรีย์ จากแหล่งที่ผลิตเพื่อการค้าจำนวน 10 ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์มะม่วงเบาแช่อิ่มมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 2.49-3.08 และมะม่วงเบาสดมีค่าพีเอชอยู่ที่ 2.47 จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มะม่วงเบาแช่อิ่มพบว่ามีการปนเปื้อนของยีสต์และแบคทีเรียชนิดอื่นๆ จำนวน 9 ตัวอย่าง ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) กำหนด โดยมีเพียงตัวอย่างที่ 9 เท่านั้นที่ได้มาตรฐานซึ่งไม่พบทั้งยีสต์และแบคทีเรีย และในทุกตัวอย่างไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichi coli*, *Staphylococcus aureus* และเชื้อรา

Sengun และคณะ (2009) ศึกษาแบคทีเรียแลกติกที่แยกจากทาฮาน่า (tarhana) เป็นอาหารหมักพื้นบ้านของตุรกี โดยเลือกตัวอย่าง 8 ชนิดจากแต่ละท้องถิ่น โดยได้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุดิบและจุลินทรีย์ในทาฮาน่า พบแบคทีเรียหลัก คือ *Ped. acidilactici* และ *Strep. thermophilus* ซึ่งความแตกต่างของวัตถุดิบทำให้มีจำนวนแบคทีเรียแลกติกแตกต่างกัน

Nguyen และคณะ (2013) ศึกษาแบคทีเรียแลกติกในอาหารหมักพื้นบ้านของประเทศเวียดนาม คือ dua–muoi (มัสตาร์ดหรือหัวบีทหมัก) และ ca-muoi (มะเขือยาวสีม่วงหมัก) โดยเก็บตัวอย่างจากหมู่บ้านต่างๆ จำนวน 21 ตัวอย่างจาก 12 หมู่บ้านพบแบคทีเรียแลกติกมีจำนวน 2.1×10^4 CFU/g ถึง 4.6×10^4 CFU/g เมื่อจำแนกสายพันธุ์โดยใช้ส่วนของ 16S rRNA พบว่าสายพันธุ์หลักคือ *L. fermentum* (56.6 เปอร์เซ็นต์), *L. pentosus* (24.4 เปอร์เซ็นต์) และ *L. plantarum* (17.1 เปอร์เซ็นต์) ส่วนสายพันธุ์ที่มีจำนวนน้อยลงมาคือ *Ped. pentosaceus* (1.0 เปอร์เซ็นต์) และ *L. brevis* (0.5 เปอร์เซ็นต์) สายพันธุ์ที่พบน้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์ คือ *L. paracasei*, *L. pantheris* และ *Ped. acidilactici* จากการศึกษาพบว่าความแตกต่างของสายพันธุ์แบคทีเรียแลกติกจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและสภาพภูมิอากาศแต่ละพื้นที่

Marui และคณะ (2014) ศึกษาปลาส้ม (pa-som) ซึ่งเป็นอาหารพื้นเมืองของลาว โดยศึกษาปลาส้มที่ทำจากปลา 2 ชนิด ได้แก่ Cyclocheilichthys repasson หรือปลา pa-ko-dork-gnewy และ Henicorhynclus siamensid หรือ pa-ken ติดตามการลดลงของพีเอชพบว่าเมื่อหมักครบ 4 วัน พีเอชลดลงเป็น 4.9 และ 5.1 ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดแลกติกที่เพิ่มจาก 0.8 และ 0.6 กรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัมในวันที่ 0 เป็น 1.4 และ 1.3 กรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม ในวันที่ 4 พบว่าส่วนประกอบในปลาส้มคือข้าวนึ่ง เป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญสำหรับการหมักและการหมักที่ใช้ระยะเวลาน้อยที่อุณหภูมิห้องจะช่วยเพิ่มกลิ่นรสและรสชาติให้ดีขึ้น อีกทั้งการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นตัวควบคุมคุณภาพ เช่น รสชาติ กลิ่นรส และช่วยในการถนอมอาหาร

Powthong และ Suntornthiticharoen (2015) แยกแบคทีเรียแลกติกจากอาหารหมักของไทย 91ตัวอย่าง ได้แก่ ไส้กรอกเปรี้ยว มั่ม แหนม กุ้งส้ม ส้มฟัก ปลาร้า ปูดอง ไชปลามัน ไตปลาหอยดอง เต้าหู้ยี้ เต้าเจี้ยว ผักกาดดอง มะม่วงดอง ใบแมง (ใบชาหมัก) และคีเฟอร์ พบว่าแยกแบคทีเรียแลกติกได้ 93 ไอโซเลต ในสภาวะที่มีอากาศเล็กน้อย (microaerophilic) เมื่อนำมาศึกษาทางสัณฐานวิทยาพบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปแท่งและกลม ให้ผล catalase เป็นลบและไม่สร้างสปอร์ ซึ่งตัวอย่างจากมั่ม แหนม ปลาส้มและไส้กรอกเปรี้ยว พบว่าแต่ละชนิดนับจำนวนของแบคทีเรียแลกติกได้มากกว่า 3×10^4 log CFU/g ในขณะที่ตัวอย่างจากใบแมงพบว่ามีจำนวนแบคทีเรียแลกติกน้อยที่สุดคือ 2×10^4 log CFU/g

กระบวนการดองลูกประ

การดองลูกประเป็นวิธีการถนอมอาหารนอกจากทำให้สามารถเก็บลูกประไว้กินเป็นเวลานานแล้วยังเป็นการลดปริมาณสารไซยาไนด์ที่มีอยู่ในลูกประอีกด้วย ลูกประดองมีสารไซยาไนด์ในปริมาณที่น้อยที่สุด คือ 25 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับลูกประสดและลูกประต้ม (Ngamriabsakul and Kommen, 2009) การพบสารไซยาไนด์ปริมาณน้อยในลูกประดองอาจเนื่องมาจากลูกประดองได้ผ่านความร้อนใน

กระบวนการต้มก่อนดอง ซึ่งวิธีการนี้เป็นการลดสารไซยาไนด์ออกบางส่วน และสารไซยาไนด์ที่เหลือจะลดลงในกระบวนการดองด้วยจุลินทรีย์และสารที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น การบริโภคลูกประดองจึงมีความปลอดภัยจากสารไซยาไนด์ที่มีในลูกประสูงกว่าผลิตภัณฑ์ลูกประแปรรูปชนิดอื่น ๆ

กระบวนการผลิตลูกประดอง เริ่มจากรับวัตถุดิบลูกประสด นำมาล้างและแช่น้ำเพื่อคัดเลือกเอาเมล็ดที่สมบูรณ์ที่จมน้ำมาใช้ในการดอง ส่วนเมล็ดที่ลอยน้ำเป็นเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์คัดทิ้ง นำเมล็ดที่สมบูรณ์ประมาณ 2.5 กิโลกรัม มาต้มในน้ำเดือดประมาณ 8-10 นาที หลังจากนั้นนำลดอุณหภูมิโดยการนำมาแช่ในน้ำเย็น ตั้งทิ้งไว้จนเมล็ดประเย็นลง นำลูกประบรรจุใส่ขวดพลาสติกปากแคบแล้วเติมน้ำเปล่าจนเต็มปิดฝาให้สนิท จนกระทั่งลูกประมีความเปรี้ยวประมาณ 2-3 สัปดาห์ จากกระบวนการดองเปรี้ยวนี้สามารถเก็บลูกประดองไว้ทานเป็นปี หลังจากกระบวนการดองเปรี้ยว นำลูกประมาล้างความเปรี้ยวด้วยน้ำสะอาด บรรจุใส่ขวดพลาสติกใหม่ที่มีขนาดเล็กบรรจุเมล็ดประประมาณ 25-30 เมล็ดต่อขวดเพื่อสะดวกแก่การจำหน่าย เติมน้ำลงไปให้เต็มขวด แล้วเติมเกลือเม็ดและน้ำตาลทรายลงไปในปริมาณที่พอเหมาะ สามารถรับประทานได้เลยหรือดองต่อประมาณ 4-7 วันเพื่อเพิ่มรสชาติ เนื่องจากการทำลูกประดองเป็นการนำลูกประมาต้ม และแช่กับเกลือและน้ำตาล จึงทำให้ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ลดลง ทำให้จุลินทรีย์บางชนิดไม่สามารถเจริญได้ ในขณะที่จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักบางชนิดสามารถอยู่รอดและเจริญได้ เช่น แบคทีเรียแลกติก และยีสต์ เป็นต้น

Malik และคณะ (2014) ศึกษาแบคทีเรียแลกติกที่แยกจากหน่อไม้ดอง (Khorisa) จากรัฐอัสสัม (Assam) จำนวน 23 ไอโซเลต เมื่อนำมาจัดจำแนกทางชีวเคมีพบว่าทั้ง 23 ไอโซเลตเป็น L. plantarum จากนั้นนำมาศึกษาการยับยั้งเชื้อก่อโรคโดยใช้ *E. coli*, *Pr. vulgaris*, *Sal. enterititdis*, *Ed. tarda*, *Ps. aeruginosa*, *Sh. flexneri* และ *Sal. paratyphi* เป็นอินดิเคเตอร์ พบว่าสามารถยับยั้งแบคทีเรียอินดิเคเตอร์ได้ทุกสายพันธุ์ จึงมีความเป็นไปได้ในการนำมาพัฒนาเป็นกล้าเชื้อหน่อไม้ดองได้ในอนาคต

Singh และ Ramesh (2008) แยกเชื้อแบคทีเรียแลกติกที่เป็นกลุ่มหลักจากแตงกวาดอง 30 ตัวอย่าง พบว่ากลุ่มหลักคือ Lactobacillus และ Pediococcus จำนวน 328 ไอโซเลต เมื่อนำมาจำแนกสายพันธุ์โดยใช้ส่วนของ 16S rRNA พบว่าเป็น Lactobacillus 186 ไอโซเลต, Pediococcus 113 ไอโซเลตและ Leuconostoc 29 ไอโซเลต ซึ่งเชื้อทั้งหมดเป็นแบบ facultative anaerobes เนื่องจาก การดองแตงกวาจะมีการปิดฝาภาชนะและใช้น้ำเกลือ 4 เปอร์เซ็นต์ ในการดอง

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประโดยกระบวนการมีส่วนร่วม ประกอบด้วยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประทอด และผลิตภัณฑ์ประดองด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม คือการพัฒนากระบวนการผลิต การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ต้นแบบ และการทอดองค์ความรู้และนวัตกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประทอดและลูกประดองที่ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

การวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประดองแบบดั้งเดิม

เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานและปลอดภัยต่อผู้บริโภค กลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง ซึ่งแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประดอง ใช้การสัมภาษณ์และการประชุมกลุ่มผู้ผลิตลูกประดองในอำเภอนบพิตำ เพื่อค้นหาสูตรมาตรฐานของลูกประดองแบบดั่งเดิมและเพื่อข้อปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงแก่ผลิตภัณฑ์

1. การวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประทอดและลูกประดองต้นแบบ

โดยใช้กระบวนการอย่างมีส่วนร่วมกับกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดลูกประดอง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานและปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากอาหารและฉลากโภชนาการสำหรับกลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง

1.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประดองอย่างมีส่วนร่วม

1) ศึกษาการผลิตแบบดังเดิม โดยกระบวนการประชุมเสวนาและนำเสนอกรรมวิธีการผลิตการทอดและการดองเมล็ดประของสมาชิกกลุ่มแต่ละราย เพื่อจัดจำแนกกรรมวิธีกระบวนการผลิตและปัญหา

2) สัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview) เพื่อค้นหาศักยภาพที่แท้จริงของสมาชิกของกลุ่มฯ

3) อบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดกรรมวิธีการผลิตเมล็ดประดองที่ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามหลักการผลิตที่ดี โดยให้องค์ความรู้เปรียบเทียบกับกรรมวิธีดั้งเดิม และร่วมวางแผนกระบวนการสายการผลิตให้กับสมาชิกแต่ละรายสู่กรรมวิธีผลิตตามหลักการผลิตที่ดี

4) คัดเลือกผู้ผลิตต้นแบบ โดยพิจารณาความพร้อมในการผลิตตามหลักการผลิตที่ดีและการยินยอมของสมาชิกกลุ่มฯ

5) จัดทำโมเดลการผลิตตามหลักการผลิตที่ดี และออกแบบฉลากบนบรรจุภัณฑ์

6) การปฏิบัติการผลิตเมล็ดดองโดยกลุ่มสมาชิก ณ สถานที่ผลิตต้นแบบของกลุ่มจำนวน 3 ครั้ง ใช้กระบวนการผลิตซ้ำๆ เปรียบเทียบตัวอย่างที่ได้ด้วยการนำส่งตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์

1.2 การออกบรรจุภัณฑ์

1) เสวนากลุ่มและสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อค้นหาจุดเด่นของผลิตภัณฑ์สู่การออกแบบขวดของลูกประดอง

2) ออกแบบต้นแบบที่ตอบอัตลักษณ์ของท้องถิ่นและมีจุดเด่นสำหรับการเลือกซื้อและถูกต้องตามหลักของการใช้ฉลากอาหาร

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกประดองอย่างมีส่วนร่วม

การปฏิบัติการผลิตเมล็ดประดองโดยกลุ่มสมาชิก ณ สถานที่ผลิตต้นแบบของกลุ่ม จำนวน 3 ครั้ง ใช้กระบวนการผลิตซ้ำๆ เปรียบเทียบตัวอย่างที่ได้ด้วยการนำส่งตรวจสอบคุณภาพทาง เคมีกายภาพและจุลินทรีย์

3. การวิเคราะห์จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไว้มาเทใส่ถุง stomacher ตีปั่นรวมกันโดยเครื่อง stomacher จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ 25 มิลลิลิตรมาเจือจางด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 225 มิลลิลิตร แล้วนำมาเจือจางให้มีระดับความเจือจางที่เหมาะสมแบบ ten-fold serial dilution จากนั้นนำหลอดที่เจือจางมาทำการ spread plate เพื่อวิเคราะห์จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

3.1 การนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดด้วยวิธี aerobic plate count โดยการ spread plate ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง plate count agar (PCA) ความเจือจางละ 0.1 มิลลิลิตร จำนวน 2 ซ้ำ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดโดยนับในจานอาหารที่มีจำนวนโคโลนี 30-300 โคโลนี คำนวณผลเป็นปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในหน่วย CFU ต่อกรัม (AOAC, 2000)

3.2 การนับจำนวน coliform bacteria และ *E. coli*

นำสารละลายอาหารระดับความเจือจางที่เหมาะสมมาตรวจด้วยวิธี MPN ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด lauryl sulfate tryptose (LST) broth และมีหลอดดักแก๊ส (Durham tube) บรรจุอยู่ภายในบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลังจากนั้นคัดเลือกหลอดที่เกิดแก๊สและทดสอบต่อด้วยอาหารชนิด brilliant green lactose bile (BGLB) อีก 24-48 ชั่วโมง คัดเลือกหลอดที่เกิดแก๊สนำไปเพาะเลี้ยงเชื้อต่อในอาหารชนิด EC broth บ่มที่ 44.5 องศาเซลเซียส นาน 24ชั่วโมง ถ้าเกิดแก๊สขึ้นจะบ่งบอกว่าเป็นเชื้อกลุ่ม fecal coliform หลังจากนั้นทดสอบยืนยันเชื้อ E. coli โดยการนำเชื้อที่ได้ไปเพาะบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด eosin-methylene blue (EMB) agar เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เพื่อตรวจสอบลักษณะโคโลนีเฉพาะที่บ่งบอกว่าเป็น E. coli โดยจะมีจุดดำกลางโคโลนี ทดสอบยืนยันเชื้อ เชื้อ *E. coli* ด้วยการวิเคราะห์ IMVIC test โดยการทดสอบ Indole, MR, VP และ citrate

3.3 การนับจำนวน *Staphylococcus aureus*

นำสารละลายอาหารระดับความเจือจางที่เหมาะสมปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรใส่ในจานอาหาร Baird Parker จากนั้น spread plate ให้ทั่วจาน บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตโคโลนีที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ลักษณะโคโลนีของ *S. aureus* มีลักษณะเยิ้มนูน สีดำขอบขาว และมีโซนใส (clear zone) รอบโคโลนี ย้อมสีแกรม ลักษณะรูปร่างของ S. aureus จะมีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.7 - 1.2 ไมโครเมตร ส่วนใหญ่มีการเรียงตัวอยู่เป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น (grapelike cluster) ติดสีแกรมบวก รวมทั้งตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ coagulase

3.4 การนับจำนวนยีสต์และรา

นำสารละลายอาหารระดับความเจือจางที่เหมาะสมปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรใส่ในจานอาหาร เติมกรดทาร์ทาริก 1 มิลลิลิตรในอาหาร PDA 100 มิลลิลิตร ที่หลอมเหลวและปล่อยให้มีอุณหภูมิลดลงจนถึง 45 องศาเซลเซียส เทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ในจานเพาะเชื้อทุกจานทันที เอียงจานไปมาให้อาหารเลี้ยงเชื้อกับตัวอย่างอาหารเข้ากันดีเป็นเนื้อเดียวกัน ปล่อยให้อาหารแข็ง บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 2-5 วัน

4. กระบวนการในการผลิตลูกประดอง

นำเมล็ดลูกประทั้งเปลือก มาล้างทำความสะอาดคราบดิน โดยการแช่ในน้ำสะอาด และคัดเมล็ดลูกประที่ลอยน้ำทิ้งไป นำเมล็ดลูกประที่ล้างทำความสะอาดและคัดเลือกเมล็ดดีแล้ว ใส่ในตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ

4.1 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มลูกประทั้งเปลือก

ทำศึกษาระยะเวลาในการต้มเมล็ดลูกประ ก่อนดองด้วยน้ำเปล่า ระยะเวลาการดองลูกประ เป็นเวลา 7 วัน ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที
ชุดการทดลองที่ 2 ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที
ชุดการทดลองที่ 3 ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที
ชุดการทดลองที่ 4 ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 15 นาที

นำลูกประทั้งเปลือก ที่ต้มในน้ำเดือด ตามเวลาที่กำหนด ทั้ง 4 ชุดการทดลอง ใส่ตะแกรง ตั้งให้สะเด็ดน้ำและลูกประเย็นแล้ว บรรจุในขวดพลาสติกที่ผ่านการลวกฆ่าเชื้อด้วยน้ำเดือด บันทึกน้ำหนักลูกประ (ประมาณ 30-35 เมล็ด/ขวด) ที่บรรจุลงไปในขวด เติมน้ำสะอาดและบันทึกน้ำหนักน้ำที่เติมลงไปจนเต็มขวด ปิดฝาขวดให้แน่น นำไปวางไว้ในที่สะอาด ณ อุณหภูมิ นาน 1 เดือน หรือจนกว่าจะนำออกมาบริโภค

เมื่อครบระยะเวลา 1 เดือน นำตัวอย่างขวดลูกประดอง บันทึกภาพ นำผลิตภัณฑ์ลูกประดองมาล้างจนสะอาด นำวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม โดยมีวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 –Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีแปรปรวน (Analysis of Variance – Anova) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อทำการคัดเลือก ระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มลูกประ เพื่อดองน้ำเปล่า เป็นเวลา 7 วัน

4.2 การศึกษาปริมาณส่วนผสมของเกลือและน้ำตาลที่เหมาะสมในการดองลูกประ

นำเมล็ดลูกประที่ดองน้ำทั้งเปลือกที่ผ่านการต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 8 นาที และผ่านการดองน้ำมาแล้ว 1 เดือน นำเมล็ดลูกประที่ดองมาล้างทำความสะอาดและคัดเลือกเมล็ดอีกครั้ง บรรจุในขวดพลาสติกที่ผ่านการลวกฆ่าเชื้อด้วยน้ำเดือด บันทึกน้ำหนักลูกประ (ประมาณ 30-35 เมล็ด/ขวด) ที่

บรรจุลงไปในขวด เติมน้ำสะอาด และส่วนผสมของเกลือและน้ำตาลตามที่กำหนด ปิดฝาขวดให้แน่น นำไปวางไว้ในที่สะอาด ณ อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 7 วัน

ทำการศึกษาปริมาณส่วนผสมของเกลือและน้ำตาลที่เหมาะสมในการดองลูกประ ระยะเวลา การดองลูกประ เป็นเวลา 7 วัน ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที ปริมาณเกลือ 0 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 0 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 2 ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที ปริมาณเกลือ 1.5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 0 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที ปริมาณเกลือ 1.5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที ปริมาณเกลือ 3.0 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 0 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 5 ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที ปริมาณเกลือ 3.0 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์

เมื่อครบระยะเวลา 7 วัน นำตัวอย่างขวดลูกประดอง บันทึกภาพ นำผลิตภัณฑ์ลูกประดอง วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม โดยมีวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 –Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีแปรปรวน (Analysis of Variance – Anova) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อทำการคัดเลือก ปริมาณส่วนผสม ของเกลือและน้ำตาลที่เหมาะสมในการดองลูกประ เป็นเวลา 7 วัน

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประดองที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ลูกประดองบรรจุขวดเก็บในสภาวะปกติเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้สม่ำเสมอ เก็บรักษา 35 วัน สุ่มตรวจ ที่ 0, 7, 21, 35 วัน

5.1 เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากการปฏิบัติการผลิตแบบมีส่วนร่วมโดยสมาชิก จำนวน 3 ครั้ง การผลิตเพื่อนำมาศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

5.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

- วัดพีเอชโดยใช้เครื่องวัดพีเอชมิเตอร์ (pH meter) (AOAC, 2002)
- การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลกติก (AOAC, 2000)

5.3 โดยการศึกษาการยอมรับโดยผู้บริโภคจำนวน 30 คน จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้แบบทดสอบ 9–point hedonic scale

5.4 การตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ ตามวิธี U.S. Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual; USFDA-BAM

5.5 การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารตามหลักการใช้ฉลากโภชนาการ

ส่งตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณ 1 กิโลกรัมต่อตัวอย่าง ตามหลักการใช้ฉลากโภชนาการอาหาร ณ ห้องปฏิบัติการกลาง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

5.6 การวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์

ส่งตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณ 300 กรัม (เนื้อ) ต่อตัวอย่าง ด้วยวิธี Pyridine Pyrazorone (O' Brien, 1991) ณ หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำผลวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณประมาณการได้รับสารไซยาไนด์จากการบริโภคประดอง (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน) โดยคำนวณจากสูตร (สุวรรณี ธีรภาพธรรมกุล และคณะ, 2554)

$$Dose = (c \times cs)/(bw \times 1,000)$$

เมื่อ Dose คือ ปริมาณการได้รับสารไซยาไนด์ (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน)

c คือ ปริมาณสารไซยาไนด์เฉลี่ยในประดอง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

cs คือ ปริมาณการบริโภคประดอง (กรัมต่อคนต่อวัน)

bw คือ น้ำหนักตัวเฉลี่ย (60 กิโลกรัม)

การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ประทอด

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประทอด โดยเป็นกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประทอดแบบมีส่วนร่วม วิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวเชิงเกษตรผสมผสาน ม.3 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยกระบวนการค้นหาความต้องการของชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตให้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน และผลิตภัณฑ์ภายใต้การควบคุมกระบวนการผลิตที่ดีเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาการผลิตประทอด ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวเชิงเกษตรผสมผสาน ม.3 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยการทบทวนแนวกรรมวิธีการผลิตประทอดแบบเดิมที่ปฏิบัติ ประกอบด้วย โดยมีกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาการผลิตประทอด ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของกลุ่มด้วยกระบวนการค้นหาความต้องการของชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตให้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนกระบวนการมีส่วนร่วม โดยการประชุมกลุ่มฯและศึกษาศักยภาพของสมาชิกกลุ่มที่จะเข้าร่วมโครงการ คณะฯผู้วิจัยทำความตกลงกับสมาชิกกลุ่มที่จะเข้าร่วมโครงการพร้อมสรุปความพร้อมพื้นฐานของสมาชิกที่จะเข้าร่วมโครงการ และเป็นต้นแบบในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทอด เพื่อการค้าที่ได้ผลิตภัณฑ์มาตรฐานและปลอดภัย

ขั้นตอนที่ 1 ค้นหากระบวนการผลิตประทอดแบบดั้งเดิม

ขั้นตอนที่ 2 การบรรจุ จากบรรจุภัณฑ์เดิมเป็นกล่องพลาสติกชนิด PE (Polyethylene) มีขนาดบรรจุประมาณ 300 กรัม PE เป็นเทอร์โมพลาสติก มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีความเหนียว และทนทานต่อแรงดึงปานกลาง พวกที่มีความหนาแน่นต่ำจะใสมากแต่จะขุ่นเมื่อความหนาแน่นสูง ปกติจะไม่ละลายในตัวทำละลายใดๆ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 70 C จะเริ่มละลาย PE เป็นพลาสติกที่ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย แต่อากาศผ่านเข้าออกได้ มีลักษณะขุ่นและทนความร้อนได้พอควรได้

ถูกจำแนกเป็นหลายชนิด ตัวหลักๆ ที่ใช้กันมากคือ LDPE , LLDPE , MDPE , HDPE การใช้งานของ PE กว้างขวางมาก ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น ขวด ,แผงบรรจุยา , และสายน้ำเกลือ และใช้ถุงกระกาษคราฟ ถุงกระกาษคราฟ กระดาษคราฟสีน้ำตาลเหมาะกับธรรมชาติ ออแกร์นิค รักโลก ย่อยสลายได้ง่ายกว่าประเภทถุงฟอยด์ และถุงพลาสติกทั่วไป ทำให้ถุงกระดาษคราฟท์ เพื่อลดสภาวะมลพิษและขยะ จึงเหมาะกับธรรมชาติ เริ่มมีความนิยมมากขึ้นในท้องตลาด กลุ่มคนเริ่มสนใจถุงกระดาษคราฟท์มากขึ้น การเลือกใช้ถุงกระดาษคราฟท์ ซองสีน้ำตาลที่โดดเด่นมีความคลาสสิค ก้นถุงสามารถตั้งวางได้บนชั้นวางของ Shelf ได้อย่างสวยงาม มีซิปล็อคเก็บหากรับประทานไม่หมด เพื่อกันไม่ให้สินค้าเกิดความชื้น และยังสามารถติดสติ๊กเกอร์เก๋ๆ เพิ่มมูลค่าของสินค้าได้อย่างสวยงามถุงกระดาษคราฟสีน้ำตาลมีช่องเจาะหน้าต่างใส ก้นตั้งได้ ซิปล็อค เหมาะกับอาหารประเภทของแห้ง (https://rangsitfoil.com, 3 ธันวาคม /2562)

2. กระบวนการผลิตประทอด

การควบคุมคุณภาพผลิตประทอด อ้างอิงตาม มผช.1147/2549 (ถั่วลิสงทอด) ตามกำหนดดังนี้

2.1 ลักษณะทั่วไป ต้องไม่ไหม้หรือเยิ้มน้ำมัน ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน

2.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของถั่วลิสงทอด

2.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของถั่วลิสงทอด ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องกรอบเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

2.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

2.6 ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

2.7 ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value) ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม

2.8 อะฟลาทอกซิน ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

2.9 จุลินทรีย์

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3. การวิเคราะห์ทางเคมี และจุลินทรีย์

3.1 ความชื้น ตามวิธี AOAC (2016) Method 930.15

3.2 ค่าเพอร์ออกไซด์ ตามวิธี AOAC (2016) Method 965.33

3.3 ไซยาไนด์ ตามวิธี Photometric method อ้างอิง REF-RES-Photometer-200

3.4 จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด ตามวิธี USFDA–BAM (2015)

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ใช้แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 9 ระดับ (9 point Henolic Scale)

5. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประทอด

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประทอด ในบรรจุภัณฑ์ 2 แบบ คือ ถุงคราฟ ขนาด 19 * 24 cm และบรรจุในซองสุญญากาศ ซองละ 1 หน่วยบริโภคและบรรจุถุงคราฟ

5.1 บรรจุถุงคราฟ ขนาด 19 * 24 cm. ซองซิป ทรงตั้ง ขนาดบรรจุ 180 กรัม ดังภาพที่ 8 และบรรจุถงสุญญากาศ ขนาด 30กรัม และบรรจุในบรรจุถุงคราฟ ขนาด 19 * 24 cm. ซองซิป ทรงตั้ง ดังภาพที่ 9 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทดสอบทางเคมีและทางประสาทสัมผัส ที่ 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน

ภาพที่ 8 ประทอดบรรจุถุงคราฟ ขนาด 19 * 24 cm. ซองซิป ทรงตั้ง ขนาดบรรจุ 180 กรัม

ภาพที่ 9 ประทอดบรรจุถุงสุญญากาศ ซองละ 30 กรัม 180 กรัม บรรจุถุงคราฟ ขนาด 19 * 24 cm ถุงละ 6 ซอง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรคือกลุ่มเกษตรกรหรือวิสาหกิจชุมชนในเขตพื้นที่อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. กลุ่มตัวอย่างคือกลุ่มเกษตรกรหรือวิสาหกิจชุมชนกลุ่มกล้วย 3 ซึ่งแปรรูปเมล็ดประทอด และกลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งอยู่ในพื้นที่และมีการผลิตลูกประทอดและดอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. กระบวนการมีส่วนร่วม โดยการประชุมกลุ่มฯและศึกษาศักยภาพของสมาชิกกลุ่มที่จะเข้าร่วมโครงการ คณะฯ ผู้วิจัย ทำความตกลงกับสมาชิกกลุ่มที่จะเข้าร่วมโครงการพร้อมสรุปความพร้อมพื้นฐานของสมาชิกที่จะเข้าร่วมโครงการ และคัดตัวแทนสมาชิกกลุ่มที่จะเป็นต้นแบบในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทอด เพื่อการค้าที่ได้ผลิตภัณฑ์มาตรฐานและปลอดภัย การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมีการใช้วิธีการ การวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการสนทนากลุ่ม การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม (MacDonald, 2012) ร่วมกับการใช้วิธีการวิจัยทั้งเชิงปริมาณ องค์ความรู้จากผลการลวกประที่ 90 องศาเซลเซียส นาน 5 – 10 นาที เพื่อแก้ปัญหาไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประทอด โดยนำไปทอดที่ 170 – 180 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที วิเคราะห์ปริมาณคงเหลือของไซยาไนด์ เปอร์ออกไซด์ และความชื้น

2. บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนวิจัยทดลองการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประทอดอันเกี่ยวเนื่องจากคุณภาพทางเคมี และจุลินทรีย์ โดยการวางแผนการทดลองด้วย CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย DMRT สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส การวางแผนการทดลองด้วย CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย DMRT วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย Duncan’s Multiple Range Test วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบด้วย t-test ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรม SPSS ส่วนกระบวนการมีส่วนร่วมกับชุมชนและการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วยการประเมินและใช้ค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมและพึงพอใจ

บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย

ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรรีธรรมราช ลักษณะภูมิประเทศประกอบไปด้วยพืชป่ามี่อุดมสมบูรณ์ประชาการที่อาศัยจึงมีอาชีพเกษตรกรรมโดยเฉพาะการทำสวนผลไม้ คือมังคุด ทุเรียน เงาะ และลองกอง รวมทั้งยางพารา เป็นหลัก จึงไม่สนใจด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากนัก แต่ ในปี 2560–2561 จังหวัดนครศรีธรรมราชได้รับการส่งเสริมการท่องเที่ยว ทำให้กรุงชิงเป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยวในกลุ่มรักษ์ธรรมชาติ คณะนักวิจัยได้ลงประชุมกลุ่มสมาชิกกล้วยกรุงชิง ม. 3 และกลุ่มสตรีบ้านห้วยแห้ง ม. 9 ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการรวมตัวกันของชุมชน ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช สมาชิกกลุ่มสนใจหลักๆคือการดอง-ต้ม และการทอด

การดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วม โดยการประชุมกลุ่มและศึกษาศักยภาพของสมาชิกกลุ่มที่จะเข้าร่วมโครงการ คณะผู้วิจัย ทำความตกลงกับสมาชิกกลุ่มที่จะเข้าร่วมโครงการพร้อมสรุปความพร้อมพื้นฐานของสมาชิกที่จะเข้าร่วมโครงการ และเป็นต้นแบบในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทอด เพื่อการค้าที่ได้ผลิตภัณฑ์มาตรฐานและปลอดภัย โดยผลิตภัณฑ์หลักจะเป็นผลิตภัณฑ์ลูกประดองและลูกประทอด ซึ่งมีผลการวิจัยดังนี้

ผลิตภัณฑ์ลูกประดอง

1. ดำเนินการวิจัยโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview)

ทำการสำรวจสูตรและกระบวนการดองลูกประในพื้นที่หมู่ 9 และพื้นที่ใกล้เคียงตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ โดยประสานงานกับประธานกลุ่มกลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้งและผู้ใหญ่บ้านเพื่อสำรวจจากสมาชิกในซึ่งเป็นกลุ่มและในหมู่บ้านที่แปรรูปลูกประดอง โดยส่วนใหญ่จะรับซื้อจากคนที่มีอาชีพไปเก็บลูกประในป่าประออกมาขาย มีส่วนน้อยที่เข้าไปเก็บมาดองเอง ซึ่งผู้วิจัยได้เข้าไปสัมภาษณ์ผู้ที่ดองลูกประขายเป็นอาชีพโดยมีทั้งผลิตขายเฉพาะในช่วงฤดูประออกลูกและผลิตขายทั้งปี ซึ่งได้สัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview) เพื่อค้นหาศักยภาพที่แท้จริงของสมาชิกของกลุ่มฯ ทำการสัมภาษณ์เชิงลึกทั้งหมด 7 ราย คือ

1.1 นางสำรวย แก้วหีด ราคาลูกประดิบประมาณ 30-60 บาทต่อกิโลกรัม โดยคุณสำรวยซื้อจากชาวบ้านที่ไปเก็บลูกประขายอย่างเดียว ราคาลูกดองประมาณ 155 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับการบรรจุลูกประจะบรรจุในขวดพลาสติกอย่างหนา จะบรรจุประมาณ 225 กรัมต่อขวด ขายขวดละ 35บาท

1.2 นางมาลี มะค่อม ราคาลูกประดิบประมาณ 30-60 บาทต่อกิโลกรัม โดยคุณมาลีเข้าป่าไปเก็บเองและซื้อจากชาวบ้านที่ไปเก็บลูกประขาย ราคาลูกประดองประมาณ 100 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับการบรรจุลูกประจะบรรจุในถุงพลาสติกใส จะบรรจุประมาณ 500 กรัมต่อถุง ขายถุงละ 50 บาท ราคาเฉลี่ยอยู่ที่เมล็ดละ 1 บาท ซึ่งในปี 61 ผลิตลูกประดองไว้ขายทั้งปีประมาณ 100 กิโลกรัม

1.3 นางกรี ลันจันดา ราคาลูกประดิบประมาณ 30-60 บาทต่อกิโลกรัม โดยคุณกรีซื้อจากชาวบ้านที่ไปเก็บลูกประขายอย่างเดียว ผลิตลูกประดองไว้รับประทานเองในครัวเรือน ในระหว่างการดองมีการเปิดมารับประทานเรื่อย ๆ จนกว่าจะหมด

1.4 นางสาววลัยลักษณ์ ชูปลอด ราคาลูกประดิบประมาณ 20-70 บาทต่อกิโลกรัม โดยคุณวลัยลักษณ์ซื้อจากชาวบ้านที่ไปเก็บลูกประขายอย่างเดียว และจำหน่ายตามออเดอร์ ไม่มีวางจำหน่ายตามท้องตลาด ลูกประดองมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า

1.5 นางสุเพ็ญรัตน์ พลกาย ราคาลูกประประมาณ 40-70 บาท โดยคุณสุเพ็ญรัตน์ซื้อจากชาวบ้านที่ไปเก็บลูกประขายอย่างเดียว และมีวางจำหน่ายตามท้องตลาดหลายแห่ง เช่น ร้านค้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ร้านค้าในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ร้านค้าในสถานีขนส่งนครศรีธรรมราช ร้านค้าในจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีการดองลูกประขายประมาณ 500 กิโลกรัมต่อปี โดยส่วนใหญ่จะใส่ขวดน้ำพลาสติกมาบรรจุลูกประดอง

1.6 นางศรีวิลัย จรจรัส ราคาลูกประดิบประมาณ 40-100 บาทต่อกิโลกรัม (ช่วงลูกประออกใหม่จะราคาแพง) โดยคุณศรีวิลัยซื้อจากชาวบ้านที่ไปเก็บลูกประขายอย่างเดียว ผลิตไว้รับประทานเองและจำหน่ายตามออเดอร์

1.7 นางพิกุล และนายพิเชฐ จิตอารี คุณพิกุล และคุณพิเชฐ ไปเก็บเองเพื่อนำมาดองขายและขายลูกสดด้วย ราคาขายลูกประในช่วงออกใหม่ ๆ ราคาจะอยู่ที่ 70-80 บาทต่อกิโลกรัม ช่วงที่ลูกประออกเยอะราคาจะอยู่ที่ 30-50 บาท ในช่วงระยะลูกประใกล้หมด ราคาประมาณ 100 บาทต่อกิโลกรัม ไม่มีการซื้อลูกประจากที่อื่น บรรจุลูกประดองใส่ขวดพลาสติกอย่างหนาขาย ราคาลูกประดอง 100 บาทต่อกิโลกรัม

ซึ่งเมื่อสัมภาษณ์เชิงลึกทั้ง 7 รายแล้ว พบว่า แต่ละรายมีวิธีการและขั้นตอนในการดองลูกประแตกต่างกัน ส่วนปัญหาที่พบมีเหมือนและแตกต่างกันบ้าง เช่น การเน่าเสียของลูกประ การมีกลิ่นเหม็นเมื่อดองลูกประเป็นเวลานาน ขนาดลูกประไม่มีความสม่ำเสมอ เป็นต้น แหล่งผลิตลูกประดองแต่ละแหล่งที่ยังมีอยู่ในตอนนี้โดยส่วนใหญ่จะทำเชิงพานิชย์ ซึ่งจะดองลูกประในฤดูลูกประออกผลไว้ปริมาณมากเพื่อให้พอขายทั้งปี โดยวิธีการทำและวิธีการเก็บรักษาจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความชำนาญเฉพาะบุคคล

จุดเสี่ยงในการควบคุมคุณภาพของลูกประดอง ได้แก่

1) การคัดเลือกวัตถุดิบลูกประ

2) การล้างทำความสะอาด

3) การต้ม

4) น้ำที่ใช้ในการดอง

5) ประมาณเกลือและ/หรือน้ำตาล

6) ภาชนะที่ใช้บรรจุและจัดจำหน่าย

ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการดองลูกประ ได้แก่

1) การผลิตลูกประดองของกลุ่มสตรีเกิดปัญหาหลายอย่างจึงทำให้สมาชิกในกลุ่มแยกตัวออกมาทำรายบุคคล

2) ไม่มีการคัดลูกประก่อนนำมาดองทำให้คุณภาพของลูกประดองที่ได้ไม่สม่ำเสมอ

3) ลูกประดองที่ได้อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้เนื่องจากใช้มือสัมผัสผลิตภัณฑ์โดยตรง

4) สถานที่เก็บลูกประดองไม่เหมาะสม

5) ภาชนะที่ใส่ลูกประดองออกจำหน่ายไม่เหมาะสมอาจทำให้ลูกประเน่าเสียระหว่างจำหน่ายได้

การดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วม

จัดประชุมสมาชิกในกลุ่มสตรีบ้านห้วยแห้งเพื่อสรุปสูตรลูกประดองแบบดั้งเดิมและคัดเลือกผู้ผลิตต้นแบบ โดยพิจารณาความพร้อมในการผลิตตามหลักการผลิตที่ดีและการยินยอมของสมาชิกกลุ่มฯ โดยคณะผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการผลิตลูกประดองที่ได้จากการดำเนินการวิจัยเชิงลึกมาก่อนหน้านี้ให้สมาชิกในกลุ่มฟัง เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับกระบวนการดองลูกประของคนโดยส่วนใหญ่ในกลุ่มเพื่อสรุปเป็นสูตรดั้งเดิมที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มสตรีบ้านห้วยแห้ง และผู้วิจัยจะใช้สูตรดั้งเดิมที่ได้จากการประชุมกลุ่มในครั้งนี้มาใช้เป็นสูตรดั้งเดิมของกลุ่มซึ่งแสดงในภาพที่ 10 เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตให้ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต่อไป โดยทางกลุ่มให้นางสำรวย แก้วหีด เป็นผู้ผลิตต้นแบบลูกประดองของกลุ่มสตรีบ้านห้วยแห้ง

1. ถอดบทเรียนกระบวนการผลิตลูกประดองโดยการแช่น้ำเปล่า

1.1 เก็บเมล็ดลูกประสดจากใต้ต้น คัดเลือกลูกประที่เปลือกแตก งอกหน่อ เมล็ดที่มีลักษณะไม่สมบูรณ์ ทิ้งไป

1.2 นำไปต้มด้วยน้ำเปล่า

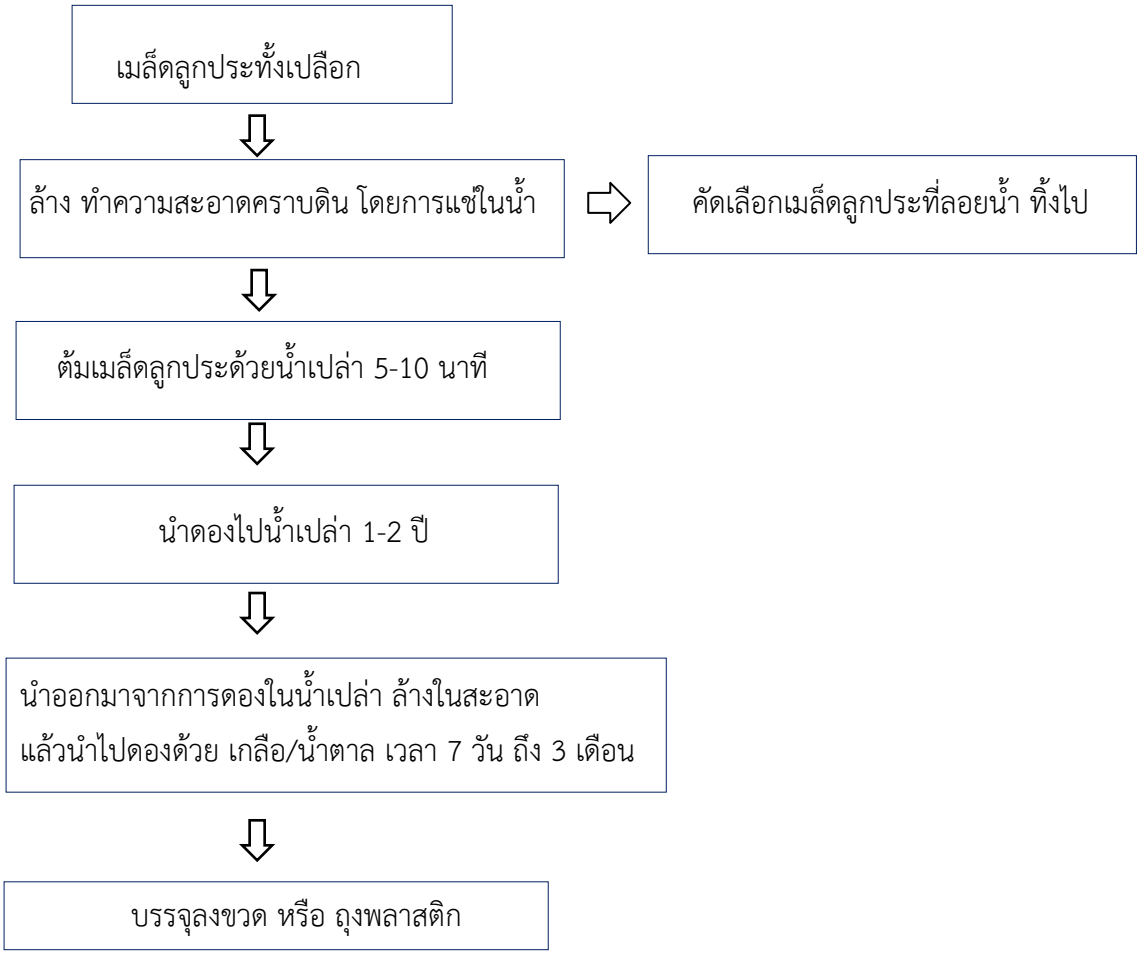
- เนื้อลูกประ กรอบ ต้ม 15 นาที
- เนื้อลูกประนิ่ม ต้ม 20 นาที (ต้มนานกว่านี้ เนื้อลูกประเปื่อย)
- ต้มไม่ได้จับเวลา (ตามใจฉัน)

1.3 เทน้ำที่ต้มทิ้ง นำลูกประที่ต้มแล้ว ตั้งไว้ให้เย็น (อาจตรวจสอบลูกประที่ไม่สมบูรณ์โดยการแช่น้ำเปล่าอีกครั้ง คัดลูกประที่ลอยน้ำทิ้งไป

1.4 นำเมล็ดลูกประ ไปดองโดยใส่ในภาชนะ ได้แก่ ขวดโหล ถุงพลาสติกโดยการซ้อนถุง 2 ชั้น

1.5 ใส่น้ำลงไปให้ท่วมเมล็ดลูกประ หรือให้ลูกประแช่น้ำทุกลูก

1.6 เมื่อครบเวลา 7 วัน จะสามารถนำลูกประ มาประกอบอาหาร เช่น แกงกะทิ แกงส้มและสามารถดองในน้ำได้นาน 1 ปี โดยไม่ให้ขวดดองโดนแสงแดด



ภาพที่ 10 กระบวนการแปรรูปประดอง

2. ถอดบทเรียนกระบวนการผลิตลูกประดองโดยการดองน้ำเกลือ

2.1 เก็บเมล็ดลูกประสดจากใต้ต้น คัดเลือกลูกประที่เปลือกแตก งอกหน่อ เมล็ดที่มีลักษณะไม่สมบูรณ์ ทิ้งไป นำไปล้างด้วยน้ำ ให้สะอาด

2.2 บรรจุในขวดโหล ใส่เกลือเม็ด หรือเกลือผง และน้ำลงไปให้ท่วม อัตราส่วนการใช้เกลือลูกประ 2 กิโลกรัม ต่อ เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ อาจมีการเติมน้ำตาลลงไปด้วย 1 ช้อนชา เขย่าให้เข้ากัน

2.3 แช่ไว้ในขวดโหล 7 วัน แต่ถ้าเปิดขวดแล้วจะเกิดฝ้าสีขาวในขวดโหล

3. ราคาผลิตภัณฑ์ประดอง

จากการประชุมกลุ่มสามารถสรุปราคาขายของลูกประดองได้ว่า ราคาขายลูกประดองราคากิโลกรัมละ 100 บาท และเมื่อนำลูกประดองน้ำหนัก 500 กรัม มานับปริมาณลูกประพบว่ามีจำนวนลูกประ 77 เมล็ด ราคาขาย 50 บาท ถ้านับเมล็ดขายราคาเมล็ดละ 1 บาท สามารถขายได้ 77 บาท ซึ่งการนับเมล็ดขายจะทำให้มีรายได้มากกว่าการขายตามน้ำหนัก 27 บาท

บรรจุภัณฑ์ลูกประดอง

1. เสวนากลุ่ม: ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ลูกประดอง ดังนี้

จากการเสวนากลุ่ม ผู้ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ม.9 บ้านห้วยแห้ง เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ลูกประดอง พบว่า รูปแบบบรรจุภัณฑ์เดิมของลูกประดอง จะมี 2 รูปแบบ คือ แบบบรรจุในขวดโหลพลาสติกใส น้ำหนัก 3.5 กิโลกรัม ราคาขายขวดละ 350 บาท และแบบบรรจุถุงพลาสติกมัดปากถุงด้วยหนังยาง มีจำนวนลูกประในถุงประมาณ 25-30 เม็ด ราคาขายถุงละ 20 บาท

ช่องทางการจำหน่าย คือ ตลาดนัด โดยผู้ประกอบการเป็นผู้จำหน่ายเองโดยตรง

ตราสัญลักษณ์ ไม่มี มีเพียงบรรจุภัณฑ์ที่เป็นขวดโหลและถุงพลาสติกเท่านั้น

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากบรรจุภัณฑ์เดิม คือ ขายไม่ได้ราคาเนื่องจากบรรจุภัณฑ์ไม่ส่งเสริมภาพลักษณ์

ความต้องการบรรจุภัณฑ์ใหม่ คือ บรรจุขวดแก้ว และมีฉลากสินค้าพร้อมตราสัญลักษณ์ เพื่อเพิ่มยอดขาย โดยตราสัญลักษณ์ต้องการให้เป็นแบบส่วนกลางของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ม.9 เพื่อให้ผู้ประกอบการในกลุ่มสามารถนำไปใช้ได้ทุกคน

ข้อมูลอัตลักษณ์ชุมชน ในชุมชน ม.9 บ้านห้วยแห้งแห่งนี้ มีศิลปวัฒนธรรม ประเพณี เทศกาล อาชีพ วิถีชีวิต ภูมิปัญญาท้องถิ่น งานหัตถกรรม ตำนาน ความเชื่อ ศาสนา การคมนาคม แหล่งท่องเที่ยว ผลไม้/ต้นไม้/สัตว์ประจำถิ่น และสินค้าของฝาก ที่คล้ายคลึงกับพื้นที่อื่นๆ ในอำเภอนบพิตำ แต่สิ่งที่ถือเป็นที่จดจำของพื้นที่นี้คือ เขาพิมเสน ซึ่งเป็นภูมิประเทศที่ถือเป็นสัญลักษณ์ของชุมชน เขาแห่งนี้มีตำนานที่อยู่คู่ชุมชนมายาวนาน ลักษณะของเขาพิมเสนคือเป็นภูเขาขนาดย่อม ส่วนยอดเขาปลายตัดคล้ายรูปหมวก หากมองจากที่ทำการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนจะมีทัศนียภาพที่สวยงาม โดยมีสระบัวอยู่ด้านหน้าและมีเขาพิมเสนอยู่ด้านหลัง

สรุปแนวทางในการออกแบบตราสัญลักษณ์และบรรจุภัณฑ์ลูกประดอง ได้ดังนี้

1.1 ตราสัญลักษณ์ ในชุมชน ม.9 บ้านห้วยแห้งแห่งนี้มีภูมิประเทศที่ถือเป็นสัญลักษณ์ของชุมชน คือ เขาพิมเสนที่มีสระบัวอยู่ด้านหน้า เขาแห่งนี้มีตำนานที่อยู่คู่ชุมชนมานาน จึงนำเขาพิมเสนมาเป็นภาพสัญลักษณ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ม.9

1.2 บรรจุภัณฑ์ลูกประดอง ได้ดังนี้ บรรจุภัณฑ์จะเป็นขวดแก้ว และมีฉลากสินค้าพร้อมตราสัญลักษณ์ ที่มีรายละเอียดข้อมูลสินค้าที่จำเป็น

2. ออกแบบตราสัญลักษณ์และบรรจุภัณฑ์

2.1 ประเมินผลงาน

- ประเมินผลงานออกแบบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
- ประเมินผลงานออกแบบโดยกลุ่มผู้บริโภค
- ประเมินผลงานออกแบบโดยกลุ่มผู้ประกอบการในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ม. 9

- สรุปผลประเมิน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลงานออกแบบตราสัญลักษณ์และบรรจุภัณฑ์ลูกประดอง

2.2 พัฒนาผลงานออกแบบตราสัญลักษณ์และบรรจุภัณฑ์

- พัฒนาผลงานออกแบบตราสัญลักษณ์และบรรจุภัณฑ์ลูกประดอง
- ผลิตต้นแบบบรรจุภัณฑ์ลูกประดอง

2.3 การ**ออกแบบตราสัญลักษณ์**

ตราสัญลักษณ์รูปเขาพิมเสนแบบลายเส้น
และสระดอกบัว มีชื่อกลุ่มด้านล่าง

ตราสัญลักษณ์รูปเขาพิมเสนแบบทึบ
และสระดอกบัว มีชื่อกลุ่มด้านล่าง

ตราสัญลักษณ์รูปเขาพิมเสนแบบลายเส้น
และสระดอกบัว มีชื่อกลุ่มด้านบน

ตราสัญลักษณ์รูปเขาพิมเสนแบบทึบ
และสระดอกบัว มีชื่อกลุ่มด้านบน

ตราสัญลักษณ์รูปเขาพิมเสนแบบลายเส้น
และสระดอกบัว มีชื่อกลุ่มด้านบนและด้านล่าง

ตราสัญลักษณ์รูปเขาพิมเสนแบบทึบ
และสระดอกบัว มีชื่อกลุ่มด้านบนและด้านล่าง

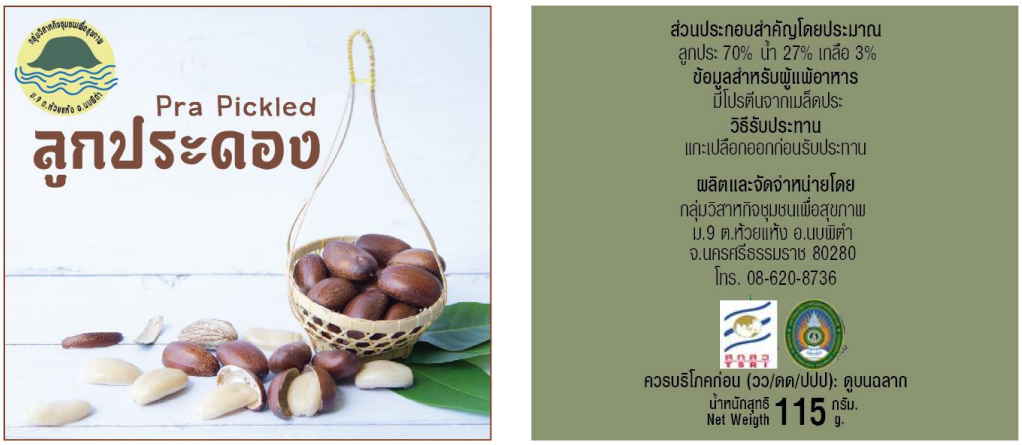
ภาพที่ 9 การพัฒนาตราสัญลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ลูกประดองของกลุ่มสตรีบ้านห้วยแห้ง

2.4 การ**ออกแบบตราสัญลักษณ์และบรรจุภัณฑ์ลูกประดอง**

ฉลากบรรจุภัณฑ์ แบบที่ 1 <u>แนวคิด</u> : นำลูกประมาเป็นลวดลายบนพื้นหลัง

ฉลากบรรจุภัณฑ์ แบบที่ 2 <u>แนวคิด</u> : นำป่าประและใบประสีต่างๆมาเป็นลวดลายบนพื้นหลัง

ฉลากบรรจุภัณฑ์ แบบที่ 3 <u>แนวคิด</u> : นำใบประแบบลายเส้นโปร่งสีต่างๆมาเป็นลวดลายบนพื้นหลัง



ฉลากบรรจุภัณฑ์ แบบที่ 4 <u>แนวคิด</u> : นำภาพถ่ายลูกประจริงมาเป็นภาพประกอบ

ภาพที่ 11 การพัฒนาฉลากบรรจุภัณฑ์ลูกประดองของกลุ่มสตรีบ้านห้วยแห้งจากผลสรุปของการเสวนากลุ่ม

การพัฒนากระบวนการผลิตลูกประดอง

1. การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มลูกประทั้งเปลือก

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกประดองที่ผ่านการเตรียมวัตถุดิบโดยการต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม โดยมีวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 –Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance - Anova) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกประดอง ที่มีระยะเวลาการต้มลูกประต่างกัน ระยะเวลาการดอง 7 วัน

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด			
	5 นาที	8 นาที	10 นาที	15 นาที
ลักษณะปรากฏ	5.47±0.51^{c}	7.73±0.45^{a}	6.40±0.50^{b}	6.17±0.53^{b}
สี	5.20±0.41^{c}	7.47±0.51^{a}	6.33±0.48^{b}	6.23±0.43^{b}
กลิ่น	4.90±0.56^{c}	7.37±0.56^{a}	6.30±0.47^{b}	6.10±0.31^{b}
รสชาติ	4.80±0.55^{d}	7.53±0.52^{a}	6.77 ±0.43^{b}	6.07±0.69^{c}
เนื้อสัมผัส (ความเนื้อแน่น)	4.77±0.93^{d}	7.63±0.48^{a}	7.03±0.31^{b}	6.53±0.55^{c}
ความชอบโดยรวม	5.50±0.63^{d}	7.77±0.43^{a}	7.30±0.47^{b}	6.73±0.64^{c}

หมายเหตุ : $^{a\ b\ c\ d}$ คือ ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกแต่งกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
^{ns} คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะ คือ ลักษณะปรากฏสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม ของลูกประดองที่ผ่านการเตรียมวัตถุดิบโดยการต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที แล้วนำลูกประมาบรรจุขวดใส่น้ำสะอาดและปิดปากขวดให้สนิท ระยะเวลาการดอง 1 เดือน โดยมีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส มีความแตกแต่งกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ กับค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของลูกประดองที่ผ่านการเตรียมวัตถุดิบโดยการต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที การต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำมาดองด้วยน้ำสะอาด ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่ำที่สุด ในทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส (ความเนื้อแน่น) รสชาติ และกลิ่น ได้คะแนนการยอมรับ มีค่าเท่ากับ 4.77±0.93, 4.80±0.55 และ 4.90±0.56 ตามลำดับ โดยมีค่าคะแนนการประเมินของผู้บริโภค แสดงความรู้สึกไม่ชอบเล็กน้อย (4 = ไม่ชอบเล็กน้อย) ต่อผลิตภัณฑ์ อาจเป็นเพราะเวลาในการต้มลูกประทั้งเปลือก ใช้ระยะเวลา 5 นาที เป็นเวลาที่น้อยเกินไป ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียและลดสารพิษที่มีอยู่ในลูกประทั้งเปลือกลงได้ เมื่อนำไปดองน้ำสะอาดเป็นเวลา 7 วัน ทำให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของลูกประดองยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนการต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 10 และ 15 นาที ก่อนนำมาดองด้วยน้ำสะอาดนั้น ลูกประดองที่ได้มีเนื้อสัมผัส (ความเนื้อแน่น) ที่ค่อนข้างยุ่ย และเปื่อย

2. การศึกษาปริมาณส่วนผสมของเกลือและน้ำตาลที่เหมาะสมในการดองลูกประ

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม โดยมีวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 –Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance - Anova) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 6

ชุดการทดลองที่ 5 ลูกประดอง ที่เตรียมโดยต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที มีปริมาณเกลือ 3.0 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำดอง ระยะเวลาการดอง 7 วัน ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะ คือ ลักษณะปรากฏสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม โดยมีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส มีความแตกแต่งกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของลูกประดองในชุดทดลองที่ 1-ชุดทดลองที่ 4

ดังนั้น จึงทำการคัดเลือกกระบวนการดองลูกประ โดยต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที มีปริมาณเกลือ 3.0 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำดอง นำมาศึกษาคุณลักษณะการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0 1 3 และ 5 สัปดาห์

ตารางที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกประดอง ผ่านการเตรียมโดยต้มลูกประทั้งเปลือกนาน 8 นาที มีปริมาณส่วนผสมของเกลือและน้ำตาลที่เหมาะสมในการดองลูกประต่างกัน ระยะเวลาการดอง 7 วัน

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ร้อยละของส่วนผสม ของเกลือและน้ำตาล ในการดองลูกประ				
	ชุดควบคุมเกลือ 0%+น้ำตาล 0%	เกลือ 1.5%+น้ำตาล 0%	เกลือ 1.5%+น้ำตาล 1.0%	เกลือ 3.0%+น้ำตาล 0%	เกลือ 3.0%+น้ำตาล 1.0%
ลักษณะปรากฏ	6.03±0.56^{c}	6.23±0.66^{c}	6.33±0.63^{c}	7.53±0.51^{b}	8.20±0.55^{a}
สี	6.23±0.50^{d}	6.77±0.43^{c}	6.80±0.41^{c}	7.50±0.57^{b}	8.10±0.54^{a}
กลิ่น	6.07±0.37^{d}	6.53±0.50^{c}	7.03±0.41^{b}	7.13±0.79^{b}	8.23±0.52^{a}
รสชาติ	5.67±0.66^{e}	6.07±0.64^{d}	6.43±0.50^{c}	7.17±0.53^{b}	8.33±0.61^{a}
เนื้อสัมผัส (ความเนื้อแน่น)	6.30±0.46^{d}	6.97±0.49^{c}	7.03±0.57^{bc}	7.20±0.47^{b}	8.40±0.50^{a}
ความชอบโดยรวม	6.53±0.50^{d}	7.07±0.45^{c}	7.30±0.47^{c}	7.77±0.43^{b}	8.60±0.49^{a}

หมายเหตุ : $^{a\,b\,c\,d\,e}$ คือ ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกแต่งกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประดองที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ลูกประดองบรรจุขวดเก็บในสภาวะปกติเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้สม่ำเสมอ เก็บรักษา 35 วัน สุ่มตรวจ ที่ 0 7 21 35 วัน

3.1 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยผู้บริโภคจำนวน 30 คน จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้แบบทดสอบ 9–point hedonic scale

ทำการคัดเลือกกระบวนการดองลูกประ โดยต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที มีปริมาณเกลือ 3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำดอง นำมาศึกษาคุณลักษณะการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 3 และ 5 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลูกประดองของชุมชนหมู่ อำเภอนบพิตำ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม โดยมีวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 –Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance - Anova) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกประดอง ที่มีกระบวนการดองลูกประ โดยต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที มีปริมาณเกลือ 3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำดอง เมื่อเก็บรักษาเป็น 1 3 และ 5 สัปดาห์ มีผลการประเมินคุณภาพางประสาทสัมผัสของคุณสมบัติด้านกลิ่น และ รสชาติ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลูกประดองตัวอย่าง โดยชุดการทดลองที่ระยะเวลาในการดองน้ำเกลือและน้ำตาล 1 สัปดาห์ มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามประดองน้ำเกลือและน้ำตาลที่มีระยะการดองเกิน 30 วัน ยังคงมีการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านอยู่ในระดับดีและยังคงมีค่าคะแนนสูงกว่าผลิตภัณฑ์ประดองตัวอย่างจากชุมชน

ตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกประดองที่ผ่านการเตรียมโดยต้มลูกประทั้งเปลือกนาน 8 นาที มีปริมาณส่วนผสมของเกลือ 3 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาการดอง 0 1 3 และ 5 สัปดาห์

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการดอง			
	ชุดควบคุม	1 สัปดาห์	3 สัปดาห์	5 สัปดาห์
ลักษณะปรากฏ	6.73 ± 1.39^{ns}	7.03 ± 1.23^{ns}	6.93 ± 1.20^{ns}	6.90 ± 1.38^{ns}
สี	6.67 ± 1.06^{ns}	7.13 ± 1.04^{ns}	6.90 ± 1.06^{ns}	6.87 ± 1.07^{ns}
กลิ่น	6.10 ± 1.75^{b}	6.87 ± 0.77^{a}	6.60 ± 1.09^{a}	6.43 ± 1.08^{a}
รสชาติ	6.33 ± 1.85^{b}	7.13 ± 1.13^{a}	7.10 ± 1.15^{a}	7.03 ± 0.99^{b}
เนื้อสัมผัส (ความเนื้อแน่น)	6.77 ± 1.84^{ns}	7.20 ± 0.98^{ns}	7.03 ± 1.08^{ns}	7.00 ± 1.09^{ns}
ความชอบโดยรวม	6.80 ± 1.38^{ns}	7.07 ± 1.01^{ns}	6.93 ± 1.06^{ns}	6.90 ± 0.84^{ns}

หมายเหตุ : $^{a\ b\ c\ d}$ คือ ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกแต่งกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.2 การศึกษาความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ลูกประดองโดยวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพและจุลชีววิทยา

การศึกษาความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ลูกประดองสูตรมาตรฐาน โดยส่งตัวอย่างลูกประดองไปวิเคราะห์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ผลพบว่าผลิตภัณฑ์ลูกประดองมีพีเอชไม่เกิน 4.0 ซึ่งมีค่าได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ลูกประดองสูตรมาตรฐานพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล และเชื้อสเตปไฟโลคอกคัส ออเรียส ส่วนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดมีค่าเกินมาตรฐานเล็กน้อย และเชื้อยีสต์และรามีค่าเกินมาตรฐานมาก ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 7.50×105 โคโลนีต่อกรัม แต่อย่างไรก็ตามยังมีปริมาณน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ประดองตัวอย่างจากท้องตลาด ซึ่งโดยส่วนใหญ่เชื้อที่พบในผลิตภัณฑ์อาหารหมักดองจะเป็นเชื้อยีสต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภศิลป์ มณีรัตน์ และนฤมล มีบุญ (2559) ที่ศึกษาจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในมะม่วงดอง จากการศึกษาพบเชื้อยีสต์และเกือบทุกตัวอย่างในมะม่วงดอง โดยมีจำนวนยีสต์และราสูงและมีจำนวนสูงกว่าแบคทีเรียทั้งหมด ตัวอย่างที่มีจำนวนยีสต์สูงที่สุดมีจำนวนยีสต์อยู่ที่ 1.10×10^{8} โคโลนีต่อกรัม จากการทดลองจะเห็นได้ว่ายีสต์และราของผลิตภัณฑ์ลูกประดองมีจำนวนเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดคือจำนวนยีสต์และราเกิน 1×10^{4} โคโลนีต่อกรัม (ตารางที่ 8) แต่เมื่อวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียก่อโรคพบว่าไม่พบเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่ปนเปื้อนระหว่างกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ซึ่งได้มาตรฐานตามผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่ม (มผช.161/2546) การที่ไม่พบแบคทีเรียก่อโรคในลูกประดองอาจเนื่องมาจากความเป็นกรดของลูกประดองสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคได้ จากผลการทดลองหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในลูกประดองแตกต่างจากการทดลองของ คู่ทรัพย์และดาริวรรณ (2559) ทำการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลไม้แปรรูป ได้แก่ ผลไม้กวน ผลไม้เชื่อม ผลไม้แช่อิ่ม ผลไม้ดองและผลไม้แห้ง จำนวน 442 ตัวอย่าง ที่วางจำหน่ายในตลาดอินโดจีน จ. หนองคาย พบเชื้อ *S. aureus* และเชื้อรา ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มมากที่สุดซึ่งปนเปื้อน 20.78 และ 74.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปนเปื้อนรองลงมาคือเชื้อ *E. coli* ปนเปื้อน 15.59 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ลูกประดองสูตรมาตรฐาน

ตัวอย่าง	จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (CFU/g)	*E. coli* (CFU/g)	*S. aureus* (CFU/g)	ยีสต์ (CFU/g)	pH	ปริมาณกรด
0 W	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	3.20×10^{5}	3.90	0
1 W	3.30×10^{5}	ไม่พบ	ไม่พบ	4.50×10^{5}	3.82	0.43
3 W	3.60×10^{5}	ไม่พบ	ไม่พบ	6.70×10^{5}	3.65	0.79
5 W	4.70×10^{5}	ไม่พบ	ไม่พบ	7.50×10^{5}	3.68	0.97
ชุดควบคุม	4.90×10^{5}	ไม่พบ	ไม่พบ	6.50×10^{6}	4.04	0.70

3.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารตามหลักการใช้ฉลากโภชนาการ

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการประที่ผ่านกระบวนการดองด้วยสูตรมาตรฐาน พบว่า ประดอง 100 กรัม ให้พลังงาน 300 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 140 กิโลแคลอรี) โดยมีปริมาณไขมันทั้งหมด 23 เปอร์เซ็นต์ ไขมันอิ่มตัว 12 เปอร์เซ็นต์ โคเลสเตอรอล 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 12 เปอร์เซ็นต์ ใยอาหาร 2 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียม 17 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ประดองยังมีแร่ธาตุเป็นองค์ประกอบอีกด้วย คือ ธาตุเหล็ก 4 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียม 6 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 13

ข้อมูลโภชนาการ

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 กระปุก (100 กรัม)
จำนวนหน่วยบริโภคต่อ กระปุก : 1

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค
พลังงานทั้งหมด 300 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 140 กิโลแคลอรี)

	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
ไขมันทั้งหมด 15 ก.	23%
ไขมันอิ่มตัว 2.5 ก.	12%
โคเลสเตอรอล น้อยกว่า 5 มก.	1%
โปรตีน 7 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 34 ก.	11%
ใยอาหาร น้อยกว่า 1 ก.	2%
น้ำตาล 0 ก.	
โซเดียม 340 มก.	17%

ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *

วิตามินเอ	0%	วิตามินบี 1	0%
วิตามินบี 2	0%	แคลเซียม	6%
เหล็ก	4%		

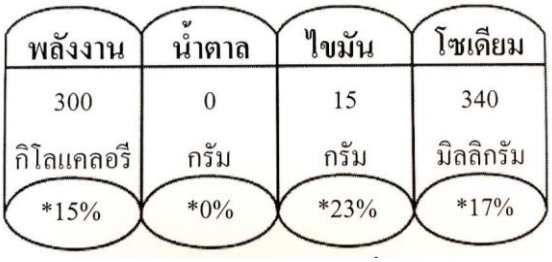
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้

ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65	ก.
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20	ก.
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300	มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300	ก.
ใยอาหาร		25	ก.
โซเดียม	น้อยกว่า	2000	มก.

พลังงาน(กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน = 9; โปรตีน = 4; คาร์โบไฮเดรต = 4

ภาพที่ 12 ข้อมูลทางโภชนาการ



ภาพที่ 13 คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 กระปุก

* คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์

จากการส่งตัวอย่างประดองวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ด้วยวิธี Pyridine Pyrazorone (O' Brien, 1991) ณ หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ประดองน้ำเกลือ (3%) ผสมน้ำตาล (1%) ดองนาน 5 สัปดาห์ มีปริมาณไซยาไนด์ 20.13 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประดองพร้อมรับประทานกับค่ามาตรฐาน โดยคำนวณเป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน โดยใช้ค่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยจะอยู่ที่ 60 กิโลกรัม พบว่า ปริมาณสารไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประดองพร้อมรับประทานที่ได้จากการดองด้วยสูตรมาตรฐานของโครงการนี้มีปริมาณ 0.03 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่ามาตรฐานอยู่ที่ 0.05 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (สุวรรณี ธีรภาพธรรมกุล และคณะ, 2554)

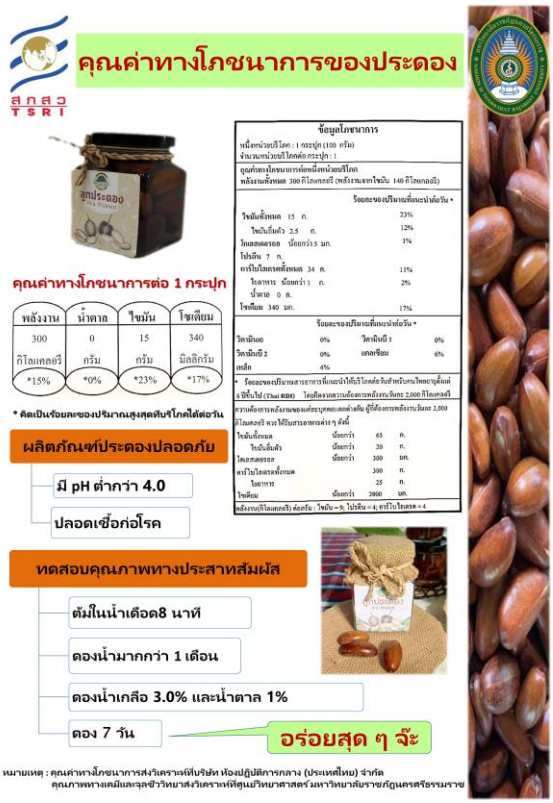
ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประดองสูตรมาตรฐาน

Sample	Moisture content (%)	Total cyanide (mg/kg dry basis)
ประดอง 5 W	42.30	20.13±0.25

3.5 การถ่ายทอดองค์ความรู้และนวัตกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ประดองสู่ชุมชน

นำองค์ความรู้และนวัตกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประดองที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปถ่ายทอดให้แก่กลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง และประชาชนที่สนใจเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ประดองของชุมชนต่อไป อธิบายกระบวนการผลิตประดองสูตรมาตรฐานเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย โดยขั้นตอนการผลิตประดองสูตรมาตรฐานแสดงในรูปที่ 13 และคุณค่าทางโภชนาการของประดองสูตรมาตรฐานแสดงในรูปที่ 14 ซึ่งผู้เข้าร่วมอบรมมีความสนใจในกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐานและการเพิ่มมูลค่าโดยการเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์เป็นขวดแก้วและมีตราผลิตภัณฑ์เป็นของชุมชนเอง

ภาพที่ 14 ขั้นตอนการผลิตประดองสูตรมาตรฐาน



ภาพที่ 15 ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของประดองสูตรมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์ประทอด

ปริมาณความชื้นและปริมาณไซยาไนด์ของผลิตภัณฑ์ประทอดผลิตด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของสมาชิกกลุ่มชุมชนท่องเที่ยว ม.3 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าผลิตภัณฑ์มีความชื้นในผลิตภัณฑ์อยู่ระหว่าง 2.3 – 2.9 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.67±0.32 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไซยาไนด์ 0.3901 – 0.5381 mg/kg โดยมีปริมาณไซยาไนด์เฉลี่ยเท่ากับ 0.4798±0.0001 mg/kg และ PV เท่ากับ Mg/kg 20.0±0.01 (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไซยาไนด์ และPV ในประทอด จำนวน 3 ซ้ำ

ผลิตภัณฑ์ประทอด/ครั้งที่	ความชื้น (%)	ไซยาไนด์ (mg/kg)	PV Mg/kg
1	2.8±0.45	0.3901±0.0006	20.01±0.01
2	2.9±0.44	0.5111±0.0006	20.33±0.03
3	2.3±0.33	0.5381±0.0000	20.0±0.00
เฉลี่ย	2.67±0.32	0.4798±0.0001	20.0±0.01

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์การเก็บรักษาประทอด คุณภาพด้านเคมี และจุลินทรีย์

อายุการเก็บรักษา	Moisture %	: APC CFU/g	: Yeast –Mold : CFU/g	PV. (mg/kg)	ไซยาไนด์ (mg/kg)
Vacuum					
0 day	1.8	ไม่พบ	ไม่พบ	20.0±0.14	0.538±0.0015
15 day	1.8	ไม่พบ	ไม่พบ	21.4±0.35	0.538±0.0006
30 day	1.8	ไม่พบ	ไม่พบ	23.8±0.28	0.539±0.0006
45 day	2.0	ไม่พบ	ไม่พบ	25.5±0.31	0.522±0.0006
60 day	2.2	ไม่พบ	ไม่พบ	25.8±0.63	0.567±0.0006
75	2.2	ไม่พบ	ไม่พบ	25.8±0.63	0.567±0.0006
90	2.2	ไม่พบ	ไม่พบ	32.8±0.63	0.5889±0.0006
Craft					
0 day	1.8	ไม่พบ	ไม่พบ	20.0±0.01	0.538±0.0006
15 day	2.0	ไม่พบ	ไม่พบ	23.8±0.01	0.588±0.0006
30 day	2.3	ไม่พบ	ไม่พบ	25.8±0.07	0.565±0.0006
45 day	2.9	ไม่พบ	ไม่พบ	28.8±0.09	0.622±0.0006
60 day	3.0	ไม่พบ	ไม่พบ	33.9±0.16	0.677±0.0006

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์การเก็บรักษาประทอด คุณภาพด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส

บรรจุ	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
ภัณฑ์/day	สี	กลิ่น	รส (มัน)	รส (ไม่ขม)	ความชอบโดยรวม
ซองสุญญากาศ					
0	8.20±0.89	8.87±0.53	8.87±0.06	8.53±0.50	8.93±0.44
15	8.13±0.60	8.87±0.60	8.80±0.89	8.47±0.50	8.93±0.02
30	8.20±0.09	8.33±0.51	8.60±0.18	8.47±0.44	8.93±0.44
45	8.20±0.89	8.13±0.06	8.27±0.43	8.67±0.51	8.07±0.03
60	8.00±0.09	7.80±0.52	8.07±0.44	8.13±0.44	7.87±0.88
75	7.20±0.09	7.50±0.52	7.87±0.44	8.11±0.44	7.50±0.88
ซองคราฟ					
0	8.20±0.89	8.87±0.53	8.87±0.06	8.53±0.50	8.87±0.53
15	8.13±0.06	8.73±0.51	8.80±0.89	8.84±0.50	8.70±0.51
30	8.20±0.09	8.27±0.51	8.60±0.18	8.53±0.50	8.67±0.53
45	8.20±0.09	7.20±0.43	8.06±0.44	8.50±0.50	7.60±0.51

จากตารางที่ 11 และตารางที่ 12 พบว่า ค่า PV –ของประทอดสูงเกินมาตรฐาน คือ 30 mg/kg .ในการบรรจุในสภาวะปกติของวันที่เก้บ 60 วัน และสภาวะสุญญากาศ ในวันที่ เก็บ 90 วัน ดังนั้นการเก็นในสภาวะปกติควรบริโภคใน 45 วัน และสภาวะสุญญากาศ ในวันที่ เก็บ 75 วัน เนื่องจากประเป้นแหล่งของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสุง จึงทำให้เกิดสภาวะออกซิเดชั่นได้ง่าย ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ที่ดีควรสามารถป้องกันแสงได้ด้วยเช่นกัน

ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้และนวัตกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประทอด

จากกโดยการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้วยกระบวนการอบรมเชิงปฏิบัติการแก่สมาชิกชุมชนท่องเที่ยวเชิงเกษตรแบบผสมผสาน ม.3 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีผู้ร่วมกิจกรรมจำนวน 15 คน เป็นสมาชิกกลุ่มทั้งหมด การถ่ายทอดเริ่มตั้งแต่การจัดเตรียมคัดแยกประสด การเตรียมชิ้นประสไลด์ จนได้ผลิตภัณฑ์และการบรรจุผลิตภัณฑ์นั้นคือสามารถใช้ซองคราฟลามิเนตหรือถุงฟอยด์ ร่วมกับการบรรจุสุญญากาศ ซึ่งปัจจุบันสมาชิกสามารถหาซื้อได้ง่ายแต่แตกต่างในระดับราคาต้นทุนจึงจะมีผลต่อระบบการตลาดผลิตภัณฑ์ โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจการถ่ายทอดดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจขั้นต้น ของผู้เข้ารับการอบรม

ความพึงพอใจขั้นต้น	ค่าเฉลี่ย (X)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ระดับความพึงพอใจ
ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ	4.27	0.70	มาก
เจ้าหน้าที่/นักวิจัยผู้ให้บริการ	4.29	0.83	มาก
สิ่งอำนวยความสะดวก	4.36	0.58	มาก
รวม	**4.31**	**0.70**	**มาก**

จากตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจขั้นต้น ของผู้เข้ารับการอบรม พบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจด้านความสะดวกมากสูงที่สุด เท่ากับ 4.36 รองลงมาคือ เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ ขั้นตอนการให้บริการ เท่ากับ 4.29 และ 4.27 ตามลำดับ

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อการปรับปรุงหลักสูตร จำนวน 15 คน นำมาวิเคราะห์ผลโดยแสดงค่าเป็นค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดระดับความพึงพอใจไว้ดังนี้

ตัวเลข 1 ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด
ตัวเลข 2 ระดับความพึงพอใจน้อย
ตัวเลข 3 ระดับความพึงพอใจปานกลาง
ตัวเลข 4 ระดับความพึงมาก
ตัวเลข 5 ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจต่อการปรับปรุงหลักสูตร ของผู้เข้ารับการอบรม

การปรับปรุงหลักสูตร	ค่าเฉลี่ย (X)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	ระดับความพึงพอใจ
การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	4.21	0.80	มาก
ความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตร	4.55	0.61	มาก
ความเหมาะสมของวิทยากร	4.45	0.61	มาก
ระยะเวลาของการอบรม	4.29	0.32	ปานกลาง
ช่วงเวลาการอบรม	4.36	0.58	มาก
ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับเวลาและค่าใช้จ่าย	4.35	0.77	มาก
รวม	**4.37**	**0.62**	**มาก**

จากตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจ เ พื่ อ ก า ร ปรับปรุงหลักสูตรของผู้เข้ารับการอบรม พบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตร เท่ากับ 4.55 รองลงมาคือ ความเหมาะสมของวิทยากรเท่ากับ 4.45 และน้อยที่สุดคือ ระยะเวลาในการจัดอบรม เท่ากับ 4.29

ตารางที่ 15 จำนวนและร้อยละการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตามความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรม

การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
การนำไปใช้ประโยชน์ได้	15	100
การนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้	0	0
รวม	15	100

จากตารางที่ 15 แสดงจำนวนร้อยละของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ของผู้เข้ารับการอบรม พบว่าผู้เข้ารับการอบรมทั้งหมดในครั้งนี้คาดว่าจะสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ 15 คน เท่ากับร้อยละ 100

ตารางที่ 16 จำนวนและร้อยละคาดว่ารายได้เพิ่มขึ้น ตามความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรม

ระดับรายได้ (บาท)	**จำนวน**	**ร้อยละ**
น้อยกว่า 1,000	0	0
1,001 – 2,000	0	0
2,001 – 3,000	0	0
3,001 – 4,000	0	0
4,001 – 5,000	3	20.00
5,001 – 6,000	5	33.33
6,001 – 7,000	7	46.66
7,001 – 8,000	0	0
8,001 – 9,000	0	0
9,001 – 10,000	0	0
มากกว่า 10,000	0	0
รวม	**15**	**100**

จากตารางที่ 16 แสดงจำนวนและร้อยละคาดว่ารายได้เพิ่มขึ้น ตามความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรม พบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความคิดเห็นคาดการมีรายได้เพิ่มขึ้นต่อเดือน สูงที่สุดคือ 6,001 – 7,000 บาท ร้อยละ 46.66 และ รองลงมา คือ 5,001 – 6,000 บาท ร้อยละ 33.33

บทที่ 5 สรุปและสังเคราะห์ผล

ผลิตภัณฑ์ประดอง

การวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประแบบดั่งเดิมอย่างมีส่วนร่วมของกลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง ซึ่งแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประดอง โดยการสัมภาษณ์และการประชุมกลุ่มผู้ผลิตลูกประดองและทอดในอำเภอนบพิตำ เพื่อค้นหาสูตรมาตรฐานของลูกประดองแบบดั่งเดิมและเพื่อข้อปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงแก่ผลิตภัณฑ์และพัฒนาบรรจุพร้อมฉลากอาหารและฉลากโภชนาการ พบว่า สามารถสรุปกระบวนการผลิตแบบดั่งเดิมที่เป็นมาตรฐานได้ และสามารถหาจุดเสี่ยงในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตดลูกประดองได้ นอกจากนี้ผลจากการประชุมกลุ่มทำให้สามารถคัดเลือกผู้ผลิตต้นแบบ โดยพิจารณาความพร้อมในการผลิตตามหลักการผลิตที่ดี และการยินยอมของสมาชิกกลุ่มฯ ซึ่งผู้ผลิตต้นแบบลูกประดองผู้ผลิตต้นแบบลูกประดองของกลุ่มสตรีบ้านห้วยแห้ง คือ นางสำรวย แก้วหีด

การออกบรรจุภัณฑ์ลูกประดอง โดยการเสวนากลุ่มและสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อค้นหาจุดเด่นของผลิตภัณฑ์สู่การออกแบบบรรจุภัณฑ์ของลูกประดอง และ ออกแบบต้นแบบที่ตอบอัตลักษณ์ของท้องถิ่นและมีจุดเด่นสำหรับการเลือกซื้อและถูกต้องตามหลักของการใช้ฉลากอาหารนั้น คณะผู้วิจัยสามารถออกบรรจุภัณฑ์ต้นแบบของลูกประดองได้ตามความต้องการชุมชนเพื่อใช้เป็นสัญลักษณ์ของกลุ่มในการจัดจำหน่ายและเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม โดยมีวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9–Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance - Anova) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะ คือ ลักษณะปรากฏสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม ของลูกประดองที่ผ่านการเตรียมวัตถุดิบโดยการต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือด เป็นเวลา 8 นาที ระยะเวลาการดองน้ำ 1 เดือน โดยมีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส มีความแตกแต่งกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกประดองที่ต้ม 8 นาที ที่ผ่านการดองน้ำ 1 เดือน แล้วนำมาล้างและปรุงรสสารเติมแต่ง โดยมีปริมาณเกลือ 3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำดอง ระยะเวลาการดองเกลือและน้ำตาล 7 วัน ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะมีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส มีความแตกแต่งกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยชุดการทดลองที่ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือดเป็นเวลา 8 นาที มีปริมาณเกลือ 3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำดอง มีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกประดองที่ต้ม 8 นาที ที่ผ่านการดองน้ำ 1 เดือน แล้วนำมาล้างและปรุงรสสารเติมแต่ง โดยมีปริมาณเกลือ 3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำดอง ระยะเวลาการดองเกลือและน้ำตาล 1 3 และ 5 สัปดาห์ พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะมีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส มีความแตกแต่งกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยชุดการทดลองที่ต้มลูกประทั้งเปลือกในน้ำเดือดเป็นเวลา 8 นาที

มีปริมาณเกลือ 3.0 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำดอง และระยะเวลาในการดองน้ำเกลือและน้ำตาลที่เวลา 1 สัปดาห์ มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามประดองน้ำเกลือและน้ำตาลที่มีระยะการดองเกิน 35 วัน ยังคงมีการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านอยู่ในระดับดีและยังคงมีค่าคะแนนสูงกว่าผลิตภัณฑ์ประดองตัวอย่างจากท้องตลาด

การศึกษาความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ลูกประดองสูตรมาตรฐาน พบว่าผลิตภัณฑ์ลูกประดองมีพีเอชต่ำกว่า 4.0 ซึ่งมีค่าได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ลูกประดองสูตรมาตรฐานพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล และเชื้อสเตปไฟโลคอกคัสออเรียส ในทุกตัวอย่าง ส่วนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดมีค่าเกินมาตรฐานเล็กน้อย และเชื้อยีสต์และรามีค่าเกินมาตรฐานมาก ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 7.50×10^{5} โคโลนีต่อกรัม แต่อย่างไรก็ตามยังมีปริมาณน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ประดองตัวอย่างจากท้องตลาด ส่วนในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการประที่ผ่านกระบวนการดองด้วยสูตรมาตรฐาน พบว่า ประดอง 100 กรัม ให้พลังงาน 300 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 140 กิโลแคลอรี) โดยมีปริมาณไขมันทั้งหมด 23 เปอร์เซ็นต์ ไขมันอิ่มตัว 12 เปอร์เซ็นต์ โคเลสเตอรอล 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 11 เปอร์เซ็นต์ ใยอาหาร 2 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียม 17 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ประดองยังมีแร่ธาตุเป็นองค์ประกอบอีกด้วย คือ ธาตุเหล็ก 4 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียม 6 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ของผลิตภัณฑ์ประดองด้วยวิธี Pyridine Pyrazorone method พบว่า มีปริมาณไซยาไนด์ 20.13 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประดองพร้อมรับประทานกับค่ามาตรฐาน โดยคำนวณเป็นหน่วยมิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน โดยใช้ค่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยจะอยู่ที่ 60 กิโลกรัม พบว่า ปริมาณสารไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประดองพร้อมรับประทานที่ได้จากการดองด้วยสูตรมาตรฐานของโครงการนี้มีปริมาณ 0.03 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่ามาตรฐานอยู่ที่ 0.05 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (สุวรรณี ธีรภาพธรรมกุล และคณะ, 2554) จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ประดองสูตรมาตรฐานมีความปลอดภัยในด้านปริมาณไซยาไนด์ ซึ่งเมื่อร่างกายได้รับแล้วไม่เกิดผลข้างเคียงต่อร่างกายเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภค

หลังจากนั้นนำองค์ความรู้และนวัตกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกประดองที่ได้จากการศึกษาในด้านต่าง ๆ ไปถ่ายทอดแก่กลุ่มสตรีพัฒนาบ้านห้วยแห้ง และประชาชนที่สนใจเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ประดองของชุมชนต่อไป ซึ่งผู้เข้าร่วมอบรมมีความสนใจในกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐานและการเพิ่มมูลค่าโดยการเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์เป็นขวดแก้วและมีตราผลิตภัณฑ์เป็นของชุมชนเอง โดยจากเดิมที่เคยขายใส่ขวดพลาสติกขายขวดละ 35 บาท จะมีประประมาณ 35 เมล็ดต่อขวด แต่เมื่อเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์เป็นขวดแก้วขายขวดละ 50 บาท จะมีประประมาณ 17 เมล็ดต่อขวด จุดเด่นของบรรจุภัณฑ์ใหม่ของประดองนอกจากทำให้มีผลกำไรต่อขวดเพิ่มมากขึ้น แล้วยังเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ประดองได้นานขึ้น บรรจุภัณฑ์มีความทันสมัย แข็งแรง ทนทาน และป้องกันการรั่วไหลของน้ำประดองได้ สามารถนำไปจัดวางขายในสถานที่จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และเปิดช่องทางการขายทางออนไลน์ได้ ทำให้เพิ่มโอกาสและขยายตลาดได้เพิ่มมากขึ้น

ผลิตภัณฑ์ประทอด

การนำเมล็ดประดิบซึ่งเป็นแหล่งโภชนาการที่ดีเพราะมีโปรตีนจากพืชและโอเมกา-3 สูง แต่มีไซยาไนด์สูงในระดับที่ก่อให้เกิดพิษได้ และมีความขมจึงเป็นปัญหาในการผลิต แต่สามารถทำลายได้ด้วยการลวกที่ระดับความร้อนประมาณ 90±5 °C ระยะเวลา 5 – 10 นาที (วันดี แก้วสุวรรณ และอุษา นุ้ยจันทร์, 2561) นำชิ้นประสไลด์ทอดที่ระดับความร้อน 170 - 180 °C นาน 10 นาที ปริมาณ

ไซยาไนด์ลดลง จากในเมล็ดประดิบมีสูงถึง 189.50 mg/kg ซึ่งหากรับประทานจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคตามที่ San and Welzen (2004) เนื่องจากไซยาไนด์เป็นสารไม่ทนร้อนและคงเหลือน้อยกว่า 10 mg/kg ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อ

การผลิตผลิตภัณฑ์ประทอดที่มีปริมาณไซยาไนด์ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ด้วยกระบวนการ เมื่อนำเมล็ดประกะเทาะเปลือกร่วมกับการคัดแยกและควบคุมอย่างเคร่งครัดในทุกขั้นตอน โดยพิจารณาจากไซยาไนด์ละลายน้ำและไม่ทนร้อน (สงวนศรี เจริญเหรียญ, 2558) จึงสรุปการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประทอดที่มีความปลอดภัย

1. ผลการปฏิบัติการกระบวนแบบมีส่วนร่วมกรรมวิธีการผลิตประทอดเพื่อลดปริมาณไซยาไนด์คงเหลือในผลิตภัณฑ์ประทอด ด้วยการถอดบทเรียนจากกระบวนการเสวนากลุ่ม จากกระบวนการผลิตแบบดังเดิมพบปัญหาคือการผลิตแบบอย่างง่าย ไม่มีการควบคุมใดๆในกระบวนการผลิต จากถอดบทเรียนพบว่าผลิตภัณฑ์ประทอดมีรสขมทำให้เกิดการปฏิเสธของลูกค้าอันเนื่องมาจากปริมาณคงเหลือของปริมาณไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประทอด ดังนั้นการผลิตประทอดเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตประกอบด้วยการคัดแยกเมล็ดประเสียและงอกหรือกำลังงอก และควบคุมการลวกปริมาณเมล็ดประต่อปริมาณน้ำและเวลาในการลวก โดยกะเทาะเมล็ดก่อนการลวก และแยกเมล็ดเสียโดยสังเกตมีสีคล้ำแยกออกจากกรรมวิธีการผลิต รวมทั้งการทอดโดยควบคุมสัดส่วนของประต่อปริมาณน้ำมันสำหรับการทอด

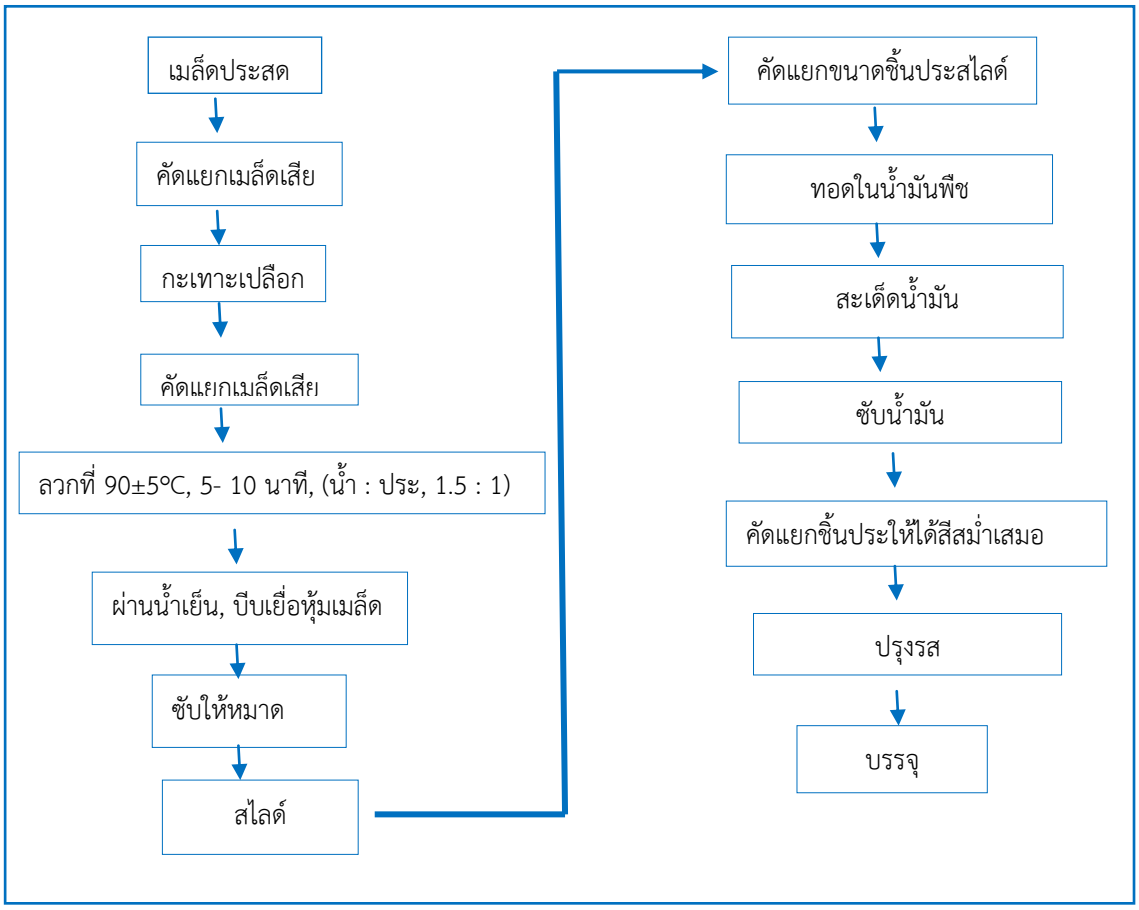
2. ผลิตภัณฑ์ประทอดที่มีปริมาณไซยาไนด์ความชื้นในผลิตภัณฑ์ประทอดพบว่า ไม่เกินมาตรฐาน มผช.1147/2549 ถั่วลิสงทอด ความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 3 โดยประทอดมีความชื้นเฉลี่ย 2.67±0.32 เปอร์เซ็นต์ ไม่ควรเก็บในสภาวะปกติที่อุณหภูมิห้องมากกว่า 45 วัน และเก็บในสภาวะสุญญากาศ ไม่ควรเกิน 75 วัน แต่สามารถเก้บได้นานขึ้นด้วยการเก้ไว้ไรขนตู้เย็น

3. ผลิตภัณฑ์ประทอดที่มีปริมาณไซยาไนด์ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค จากผลการวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์ประทอดพบว่า ปริมาณไซยาไนด์ เฉลี่ยเท่ากับ 0.4798±0.0001 mg/kg ซึ่งมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

4. จากกระบวนการมีส่วนร่วมในการผลิตประทอดทำให้เกิดความรุ้รักสามัคคีในกลุ่ม พบว่าในการลงปฏิบัตการทุกครั้งสมาชิกกลุ่มจะให้ความร่วมมือ และมีความซื้อสัตย์ติอตนเอง นั้นคือจะปฏิบัตตามข้อตกลงที่มีการลงไปถ่ายทอดกระบวนการผลิตทั้งการผลิตเพื่อขายและการผลิตเพื่อการทดลองและยังสร้างความเข้าใจ กันระหว่างกลุ่มสมาชิกและนักศึกษาที่ลงไปบูรฯการการเรียนการสอนในครั้งนี้ด้วย

นอกจากนี้ทำให้กลุ่มฯ ให้ความสำคัญของการเลือใช้บรรจุภัณฑ์ จะเห้นได้ว่าสประทอดสามารถขายได้ราคาขึ้นเมื่อบรรจุด้วยบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม นั้นคือต้นทุนสุงขึ้น แต่สามารถเพิ่มยอดขายได้ และที่สำคัญการเลือกบรรจุภัณฑ์ที่สื่อถึงประในลักษณะที่สวยงามอาจจะมีผลด้วยในครั้งนี้ เนื่องจากซองบรรจุภัณฑีเลือกใช้สีสรรคีจากยอดอ่อนของประซึ่งสวยงาม

การพัฒนากระบวนการผลิตประทอด ควรมีการปฏิบัติตามหลักการผลิตที่ดีและกระบวนการตามขั้นตอนในภาพ 16



ภาพที่ 16 สรุปกระบวนการผลิตประทอดด้วยหลักการปฏิบัติที่ดี

บรรณานุกรม

คู่ทรัพย์ มาตรณาคุณ และดาริวรรณ เศรษฐีธรรม. 2559. การปนเปื้อนด้านจุลินทรีย์ในผลไม้แปรรูปที่วางจำหน่ายในตลาดอินโดจีนจังหวัดหนองคาย. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 16(2): 86-96

ธีระ สมหวัง. (2550). พันธุ์มันสำปะหลัง. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 52(2): 23–28.

ธีระศิษฎ์ เฉินบำรุง, (2550) Cyanide. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน, 2562, จาก : http://www.summacheeva. .org/index thaitox cyanide.htm.

บอม ห้วยชัย, 2561. ภูมิปัญญาพื้นท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 20 สิงหาคม 2561. นบพิตe นครศรีธรรมราช.

เบญจวรรณ ราชนาวี, 2561. ภูมิปัญญาพื้นท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 20 สิงหาคม 2561. นบพิตำ นครศรีธรรมราช.

ประพันธ์ แดงพรหม, 2559. ภูมิปัญญาท้องถิ่น กรณีศึกษาป่าประ. 20 กุมภาพันธ์ 2559. นบพิตำ นครศรีธรรมราช.

ประพันธ์ แดงพรหม. (2559). ภูมิปัญญาท้องถิ่น กรณีศึกษาป่าประ. 20 กุมภาพันธ์ 2559. นบพิตำ นครศรีธรรมราช.

ปุณณาณี สัมภวะผล และนฤมล มีบุญ. 2560. มะม่วงเบาแซ่อิ่ม : ประโยชน์ต่อสุขภาพ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์. รายงานฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยและนวัตกรรมอาหาร สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พนิดา สงวนเสรีวานิช, 2559. พลิกความเชื่อเดิม! “B17” รักษา “มะเร็ง” ที่แท้ “ยาพิษ” ในรูปวิตามิน http://www.matichon.co.th/news/49402., 25 กุมภาพันธ์ 2559

ไพจิตร จันทรวงศ์, (2530). คู่มือการใช้ประโยชน์และการตรวจสอบคุณภาพพืชน้ำมันและน้ำมันพืช 52 ชนิด. กรุงเทพฯ: กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2. (http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4094/%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%89%E0%B9%1 %E0%B8%8A%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%8% A1)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2. (http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4094/%E0%B8% 9C%E0%B8%A5%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%89%E0%B9%81%E0%B8%8A %E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%A1)

เยาวพา สุวัตถิ. 2552. การถนอมอาหาร. https://www.gpo.or.th/rdi1/html/preserve_food. .html., 12 มกราคม 2558.

รัชนีภรณ์ หารสกุล, 2561. ภูมิปัญญาพื้นท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 20 สิงหาคม 2561. นบพิตำ นครศรีธรรมราช.

วรรณา สุวรรณขันต์, 2559. ภูมิปัญญาอาหารท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 9 เมษายน 2559. พรหมคีรี นครศรีธรรมราช.

วรารัตน์ วงศ์ศุภชาติ. 2551. การคัดเลือกแบคทีเรียแลกติกที่ผลิตเอ็กโซโพลีแซคคาไรด์จากอาหารหมักพื้นบ้านและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วันดี แก้วสุวรรณ และอุษา นุ้ยจันทร์ (2560) การศึกษาผลการต้ม แช่แข็ง และการอบต่อปริมาณสารไซยาไนด์ของเมล็ดประ, โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเครือข่ายการวิจัยและ

นวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สกอ. ภาคใต้ตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ 2559

วันดี แก้วสุวรรณ และอุษา นุ้ยจันทร์ (2562) ผลของระยะเวลาการลวกต่อคุณลักษณะของเมล็ดประหลังจากอบ. รายงานสืบเนื่องจากการ ประชุมทางวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัยครั้งที่ 8 วันที่ 24-25มกราคม 2562 ณ หอประชุมพญางำเมือง มหาวิทยาลัยพะเยา.

ศิริวรรณ เนติวรานนท์, 2531. ชนิดของการเหม็นหืนของน้ำมันมะพร้าวและวิธีการป้องกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภศิลป์ มณีรัตน์ และนฤมล มีบุญ. 2559. การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงเบาแช่อิ่มในพื้นที่จังหวัดสงขลา. รายงานฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยและนวัตกรรมอาหาร สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศุภศิลป์ มณีรัตน์. 2555. การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียแลกติกที่มีสมบัติโปรไบโอติกเพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตสะตอดอง. รายงานฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สงวนศรี เจริญเหรียญ, 2558. เทคโนโลยีการแช่แข็งอาหาร, พิมพ์ครั้งที่ 3. สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ

สมพร อิศวิลานนท์ และ สุวรรณา ประณีตวตกุล, 2551. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อการผลิตอาหาร https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=88. 25 กุมภาพันธ์

สะอาน จำปาหวาย, 2561. ภูมิปัญญาพื้นท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 20 สิงหาคม 2561. นบพิตำ นครศรีธรรมราช.

สำรวย แก้วหีต, 2559. ภูมิปัญญาอาหารท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 20 กุมภาพันธ์ 2559. นบพิตำ นครศรีธรรมราช.

สุทัช แก้ววิล, 2561. ภูมิปัญญาพื้นท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 20 สิงหาคม 2561. นบพิตำ นครศรีธรรมราช.

สุเมธ มาสขาว, ศิวิลัย สิริมังคารัตน์, เดือนเพ็ญ วงค์สอน, และวีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน, (2560). ผลของพันธุ์มันสำปะหลังที่มีปริมาณไซยาไนด์แตกต่างกันต่อปริมาณการกิน การเจริญเติบโต และผลผลิตไหมอีรี่ในฤดูหนาว. ว.วิทย. มข. 45(2) 379-39.

สุรัตน์ วังพิกุล และปริยาภรณ์ อิศรานุวัฒน์. 2557. การคัดเลือกแลคติกแอสิดแบคทีเรียที่มีศักยภาพเป็นจุลินทรีย์โปรไบโอติกจากอาหาร หมักพื้นบ้านไทยประเภทข้าวเพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในอาหารหมัก. รายงานฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

สุวรรณี ธีรภาพธรรมกุล และคณะ. 2554. การประเมินความเสี่ยงของสารไซยาไนด์จากการบริโภคหน่อไม้ของคนไทย. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 53 (2) : 67-79

สุวรรณี ทิพย์สุวรรณ, 2559. ภูมิปัญญาอาหารท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 23 เมษายน 2559. ลานสกา นครศรีธรรมราช.

อมรรัตน์ พรหมบุญ และคณะ. 2550. พิษไซยาไนด์เป็นอันตรายจริงหรือ. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน, 2562, จาก : http://www3.rdi.ku.ac.th/ exhibition/50/plant/03_plant.html

อมรรัตน์ พรหมบุญ, และคณะ, 2550 ศึกษาระดับของไซยาไนด์ที่เป็นพิษ (lethal dose) ต่อมนุษย์

อัญชัณ ชุณหะหิรัณย์, 2009. การใช้เมล็ดประร่วมกับมอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยหอการค้า, กรุงเทพฯ.

อุไร ทองขาว, 2559. ภูมิปัญญาอาหารท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 19 พฤษภาคม 2559. เมือง นครศรีธรรมราช.

แอ็ด ด่วนผัว, 2561. ภูมิปัญญาพื้นท้องถิ่น กรณีศึกษาลูกประ. 20 สิงหาคม 2561. นบพิตำ นครศรีธรรมราช.

Anchan Choonhahirun, 2010. Proximate composition and functional properties of pra (Elateriospermun tapos Blume) seed flour. African Journal of Biotechnology. 9(36):5946-5949.

Anchan Choonhahirun. (2010). Proximate composition and functional properties of pra (*Elateriospermun tapos* Blume) seed flour. African J. of Biotechnology. 9(36):5946-5949.

AOAC International. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.

AOAC International. 2002. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.

Belitz, H.D. and W. Grosch, 1986. FoodChemistery. Springer Verlag Berlin Heidelberg, New York.

Belitz, H.D. and W. Grosch. (1986). FoodChemistery. Springer Verlag Berlin Heidelberg, New York.

Chathai Ngamriabsakul and Hathaichanok Kommen, (2009). The Preliminary Detection of Cyanogenic Glycosides in Pra (*Elateriospermun tapos* Blume) by HPLC. Walailak J Sci & Tech. 6(1):141 – 147.

Chathai Ngamriabsakul and Hathaichanok Kommen, (2009). The Preliminary Detection of Cyanogenic Glycosides in Pra (Elateriospermun tapos Blume) by HPLC. Walailak J Sci & Tech. 6(1):141 – 147.

Chen, M. J., Hsieh, Y. T., Weng, Y. M. and Chiou, R. Y. Y. 2005. Flame photometric determination of salinity in processed foods. Food Chem. 91: 765-770.

Di Cagno, R., Coda, R., De Angelis, M. and Gobbetti, M. 2013. Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. Food Microbiol. 33: 1-10.

Gerez, C. L., Torres, M. J. de Valdez, G. F. and Rollán, G. 2013. Control of spoilage fungi by lactic acid bacteria. Biol. Control. 64: 231-231.

Heath, H.B., 1981. Source book of flavors. The AVI Publ., Westport, Connecticut.

Internation Institute of Refrigeration. (IIR). 2006. Recommendation for the processing and handling of frozen foods, 4th ed. Internation Institute of Refrigeration, Paris.

Jantarit, S., Wattanasit, S. and Sotthibandhu, S. (2009). Canopy ants on the briefly deciduous tree (Elateriospermum tapos Blume) in a tropical rainforest, southern Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 31(1), 21-28.

Kaewtathip, T. and Charoenrein, S., 2012. Changes in volatile aroma compounds of pineapple (Ananascomosus) during freezing and thawing. Int. J. Food Sci. Tech. 47(5): 985-990

Kamdee, S., Plengvidhya, V. and Chokesajjawatee, N. 2014. Changes in lactic acid bacteria diversity during fermentation of sour pickled mustard green. KKU Res. J. 19: 27-33.

Kopersub, P. and Yunchalard, S. 2010. Identification of lactic acid bacteria associated with the production of plaa-som, a traditional fermented fish product of Thailand. Int, J. Food Microbiol. 138: 200-204.

Ling SK., Fukumori S., Tomii K., Tanaka T. and Kouno I. (2006). Isolation, purification and identification of chemical constituentse from *Elateriospermum tapos*. J. Tropical Forest. Science. 18(1): 81-85.

Ling SK., Fukumori S., Tomii K., Tanaka T. and Kouno I., 2006. Isolation, purification and identification of chemical constituentse from Elateriospermum tapos. J. Tropical Forest. Science. 18(1): 81-85.

Naczk, M. and F. Shahidi., 2006. Phenolic in cereal, fruit and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. J. of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 1523 – 1542.

Ngamriabsakul, C. and Kommen, H. 2009. The Preliminary Detection of Cyanogenic Glycosides in Pra (Elateriospermum tapos Blume) by HPLC. Walailak J. Sci. Tech. 6(1): 141-147.

Nguyen, D. T. L., Hoorde, K. V., Cnockaert, M., Brandt, E. D., Aerts, M., Thanh, L. B. and Vandamme, P. 2013. A description of the lactic acid bacteria microbiota associated with the production of traditional fermented vegetables in Vietnam. Int. J. Food Microbiol. 163: 19-27.

Nuraimi Azlan Hadi Tan., Bazlul Mobin Siddique., Ida Idayu Muhumad., Fook Seng Kok., 2014. The effect of Solvents on the soxhlet extraction of omega 3 from perah oil. J. Teknologi. 67(4): 51 – 54.

Osada, N., Takeda, H., Furukawa, A., and Awang, M., (2002). Ontogenetic changes in leaf phenology of acanopy species, Elateriospermum tapos (Euphorbiaceae), in a Malaysian rain foreset. J. Tropical Ecology. (18): 19 – 105.

Osada, N., Takeda, H., Kawaguchi, H., Furukawa, A. and Awang, M. (2003). Estimation of crown characters and leaf biomass from leaf litter in a Malaysian canopy species, Elateriospermum tapos (Euphorbiaceae). Forest Ecology and Management, 177, 379-386.

Peterson, S.M., and H.A. Johnson., 1978. Encyclopedia of Food Science. The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut.

Powthong, P. and Suntornthiticharoen, P. 2015. Isolation, identification and analysis of probiotic properties of lactic acid bacteria from selective various traditional Thai fermented food and kefir. Pak. J. Nutr. 14: 67-74.

Rhee, S. J., Lee, Jang-Eun. and Lee, Cherl-Ho. 2011. Importance of lactic acid bacteria in Asian fermented foods. Microb. Cell Fact. 10 (Suppl 1): 1-13.

Sam H Van and Welzen PC Van. (2004). Revision of Annesijoa, *Elateriospermum* and the introduced species of Hevea in Malesia (Euphorbiaceae) Blumea. (49): 425 – 440

Sam H Van and Welzen PC Van., 2004. Revision of Annesijoa, Elateriospermum and the introduced species of Hevea in Malesia (Euphorbiaceae) Blumea. (49): 425 – 440

Sopark Jantarit, Suparoek Wattanasit, and Sunthorn Satthibandhu, (2009). Canopy ants an the briefly deciduous tree (*Elateriospermum tapos* Blume) in tropical rainforest, southern thailand. Songklanakarin. J. Sci Technol. 3(1) 21 – 28.

Sopark Jantarit, Suparoek Wattanasit, and Sunthorn Satthibandhu, (2009). Canopy ants an the briefly deciduous tree (Elateriospermum tapos Blume) in tropical rainforest, southern thailand. Songklanakarin. J. Sci Technol. 3(1) 21 – 28.

Yong, O.Y., and Salimon, J. (2006). Characteristics of *Elateriospermum tapos* Seed Oil as a New Source of Oilseed. Industrial Crops and Products 24 : 146-151

http://th.asclepius-organic.com/herbal-extracts/anti-aging-plant-extract/apricot-kernel-extract.html สารสกัดจากสมุนไพร., 15 กันยายน 2559

http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?aID=12, Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร อ้างใน Water Activity, 2000, Food Science Australia Fact Sheet, February, www.dfst.csiro.au/water_fs.html, 15 กันยายน 2546

http://www.nfi.or.th/foodsafety/upload/qs/pdf/GMP_2.pdf หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหารประเภทถุงกระดาษคราฟท์ https://rangsitfoil.com/craft-bag-type/ (3 ธันวาคม /2562)

Webmaster., 2013. วิตามินบี 17 (อะมิกดาลิน (Amygdalin), เลไทรล์ (Laetrile)) และประโยชน์สำคัญ. จาก https://medthai.com., 2 กรกฎาคม 2013.