รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง

Product Development and Shelf life of Kradung Nga Rice Bar

โครงการวิจัยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์อัตลักษณ์อาหารท้องถิ่นใน 3 จังหวัดชายแดนใต้

กมลทิพย์ กรรไพเราะ
จริยา สุขจันทรา
ภารดี พละไชย

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา ประจำปี 2562
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง

Product Development and Shelf life of Kradung Nga Rice Bar

โครงการวิจัยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์อัตลักษณ์อาหารท้องถิ่นใน 3 จังหวัดชายแดนใต้

กมลทิพย์ กรรไพเราะ
จริยา สุขจันทรา
ภารดี พละไชย

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา ประจำปี 2562
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

หัวข้อวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง
ชื่อผู้วิจัย กมลทิพย์ กรรไพเราะ, จริยา สุขจันทรา และภารดี พละไชย
คณะ/หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัย ราชภัฏยะลา
ปีงบประมาณ 2562

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยในครั้งนี้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์และศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังชนิดแท่ง เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ เคมี ปริมาณสารอาหาร และจุลินทรีย์ของข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งพบว่า มีค่า L* เท่ากับ 34.29 a* เท่ากับ 4.33 b* เท่ากับ 9.14 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (aw) เท่ากับ 0.43 ปริมาณความชื้น เถ้า ใยอาหาร ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5.10, 0.72, 3.25, 4.37, 8.48 และ 81.33 ให้พลังงาน 4.622.33 แคลอรี/กรัม ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์พบว่า น้อยกว่า $1x10^6$ โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง ยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คนให้คะแนนแบบ 9 point hedonic scale ทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบรวม พบว่าได้รับคะแนนเท่ากับ 7.36, 7.50, 7.13, 7.33, 7.53, 7.06 และ 7.53 ตามลำดับ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุงพลาสติกประเภท linear low density polyethylene (LLDPE) และถุงเมทัลไลท์ฟอยล์ ประเภท metalized cast polypropylene film (M-CPP, ฟอยล์) ที่อุณหภูมิห้อง (29 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่พบในปริมาณน้อยกว่า $1x10^6$ โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง ยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง โดยคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ : ข้าวหอมกระดังงา อายุการเก็บรักษา พัฒนาผลิตภัณฑ์

Research Title Product Development and Shelf life of Kradung Nga Rice Bar
Researchers Kamontip Kanpairo, Jariya Sukjantra and Paradee Phalachai
Faculty Science Technology and Agricultural
University Yala Rajabhat University
Year 2019

Abstract

The purpose of this research Product Development and Shelf life of Kradung Nga Rice Bar have aim to new product . Physical, chemical nutrition and biological properties of Kradung Nga Rice Bar consist of L*, a*,b* were 34.29, 4.33, 9.14 Aw were 0.43 The moisture, ash, lipid, protein and carbohydrate contents were 5.10%, 0.72%, 3.25%, 4.37%, 8.48% and total energy were 4.622.33 calories/g respectively. The total bacteria content was less than $1x10^6$ CFU/g. Yeast and mold were less than100 CFU/g. The consumer test Kradung Nga Rice Bar for consumers using 30 consumers. A 9 – point hedonic scale result showed that average acceptance scores of appearance, color, odor, flavor, taste, texture (crispy) and overall liking were 7.36, 7.50, 7.13, 7.33, 7.53, 7.06 and 7.53 respectively. The change of Kradung Nga Rice Bar wrapped in linear low density polyethylene (LLDPE) bag and aluminium foil laminated bag kept under room temperature (29 ± 2 $^{\circ}C$) for 12 weeks showed the physical, chemical properties and the total bacteria contents not less than 10 CFU/g. mold less than 10 CFU/g. The product with standard qualities of Thai community product standard.

Keywords : Kradung Nga Rice, Shelf life, Product Development

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ซึ่งได้ให้การสนับสนุนเงินทุนในการวิจัย ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการในการดำเนินการวิจัย ทำให้การวิจัยดำเนินไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ หลักสูตรวิทยาศสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ เพื่อใช้ในการดำเนินวิจัย

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาในการเสนอแนะ ให้ข้อคิดเห็น และติดตามให้การทำวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้

การวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จะได้นำไปเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัย หากมีข้อผิดพลาดประการใดในการทำวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอน้อมรับ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

ขอขอบคุณในความร่วมมืออันดียิ่ง
กมลทิพย์ กรรไพเราะและคณะผู้วิจัย
(2562)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
วัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมี	19
การดำเนินการวิจัย	21
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	23
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	24
การผลิตข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง	24
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง	26
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ	38
สรุปผล	38
ข้อเสนอแนะ	38

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ	43
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์คุณลักษณ์ทางเคมี	45
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์	53
ภาคผนวก ง. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	55
ประวัติผู้วิจัย	57

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการข้าวหอมกระดังงา ต่อ 100 กรัม	5
3.1	ส่วนประกอบของธัญพืชอัดแท่ง	21
4.1	ข้อมูลทางโภชนาการและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งเปรียบเทียบกับธัญพืชชนิดแท่งจาดข้าวกล้องอินทรีย์หัก	25
4.2	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์	34
4.3	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ข้าวหอมกระดังงา	5
2.2	กรรมวิธีการผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแท่ง	8
3.1	กระบวนการผลิตข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง	22
4.1	การเปลี่ยนแปลงของค่า L* a* b* สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์	27
4.2	การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัส (ความแข็ง) สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์	29
4.3	การเปลี่ยนแปลงของค่า aw สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์	31
4.4	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์	31
4.5	การเปลี่ยนแปลงของค่า TBA สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์	33

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันผู้บริโภคทั่วโลกให้ความสำคัญกับสุขภาพและการบริโภคมากขึ้น ข้อมูลจาก Euromonitor International ที่นำเสนอเกี่ยวกับตลาดอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพของไทย ในปี 2561 ที่ผ่านมา พบว่ามีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง เฉลี่ยร้อยละ 3.5 ต่อปี มีมูลค่าราว 187,000 ล้านบาท และคาดการว่าในปี 2565 ตลาดจะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็น 213,099 ล้านบาท ขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 2.7 ต่อปี โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการขยายตัวของอาหารและเครื่องดื่มสุขภาพมาจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตด้วยความเร่งรีบ ใช้เวลาในการทำงานมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคมีความเครียดมากขึ้น ไม่มีเวลาในการออกกำลังกาย ขณะเดียวกันก็ตระหนักถึงการมีสุขภาพที่ดี ทำให้ผู้บริโภคเสาะแสวงหาสินค้าเพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี เมื่อวิเคราะห์ถึงความต้องการอาหารสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพพบว่า อันดับหนึ่งคือนมและผลิตภัณฑ์จากนม อันดับสองเป็นอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับเด็กเล็กและอันดับสามเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบ (baked food) จากข้าวและขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ โดยในตลอดระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมามีอัตราการขยายตัวร้อยละ 9.1 ต่อปี มีมูลค่า 3,756 ล้านบาท (ยงยุทธ เสาวพฤกษ์, 2562) ธัญพืช (cereal) เป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพชนิดหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมอย่างต่อเนื่อง และเนื่องด้วยคุณสมบัติของธัญพืชที่ให้พลังงาน มีโปรตีนคุณภาพสูง ซึ่งมีกรดอะมิโนสำคัญที่จำเป็นต่อร่างกาย เป็นแหล่งใยอาหารทั้งชนิดละลายน้ำและไม่ละลายน้ำทั้งมีวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญต่อร่างกาย ไขมันธัญพืชยังจัดเป็นไขมันที่มีคุณภาพดีที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ประกอบกับแนวการบริโภคอาหารยุคใหม่แบบ Balanced Diet & Lifestyle ที่กำลังนิยมทั่วโลก การบริโภคธัญพืชหลายชนิดรวมกันร่างกายจะได้รับสารอาหารอย่างครบถ้วน และเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ธัญพืชชนิดแท่งหรือเรียกกันว่า ซีเรียลบาร์ (cereal bars) (อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล และคณะ 2557)

ข้าวหอมกระดังงา เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของอำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส มีลักษณะประจำพันธุ์คือ เป็นข้าวนาปี ที่มีจำนวนต้นต่อกอน้อย ลำต้นของข้าวหอมกระดังงามีสีม่วง รวงข้าวมีสีน้ำตาลอมม่วง มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 120-150 วัน เมล็ดข้าวสารค่อนข้างเล็ก มีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อนำมาหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะมีความนุ่ม และกลิ่นหอมคล้ายดอกกระดังงา (ประมินทร์ หะยะมิน, 2552) ข้าวหอมกระดังงา เป็นพันธุ์ข้าวอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารอาหารที่สำคัญหลายชนิดเช่น เป็นแหล่งของโปรตีน พลังงาน และที่สำคัญมีสารแอนโทไซยานินที่มีคุณสมบัติต้านมะเร็งลำไส้ ป้องกันการเกิดโรค ความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ลดการอักเสบของผิวหนัง ทำให้เซลล์สมองทำงานได้ดี (วิชมณี ยืนยงพุทธกาล และคณะ., 2561).

ซามาหรือซัลบัลคือ อาหารที่ปรุงจากพริก มีลักษณะคล้ายน้ำพริกในอาหารไทย โดยคำว่าซามา เป็คำพื้นถิ่นนิยมเรียกใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ ส่วนอินโดนีเซียรวมถึงชาวมาลายูทั่วไปเรียกซัลบัล ในส่วนประกอบของซามาประกอบไปด้วยพริก กะปิ น้ำตาล น้ำมะนาว อาจเติมส่วนผสมอื่นลงไปซึ่งจะมีชื่อเรียกที่ต่างกันเช่น ซามาโซตงคือน้ำพริกใส่ปลาหมึก ซามาโปโยะห์คือน้ำพริกที่มีส่วนผสมของทุเรียน เป็นต้น (วิกิพีเดีย, 2563) เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่าในน้ำพริกซามา 100 กรัมจะให้พลังงาน 311 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 28.1 กรัม โปรตีน 30.9 กรัม และไขมัน 10.1

กรัม ซึ่งซามาจัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากในส่วนประกอบคือกะปิและเนื้อปลาเป็นแหล่งของโปรตีน พริกเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งยังให้พลังงานต่ำเหมาะสำหรับการบริโภคและนำมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อื่น

จากการทำโครงการพัฒนาและเสริมสร้างทักษะการประกอบอาชีพของเยาวชนและประชาชนในจังหวัดชายแดนภาคใต้ แผนงานบูรณาการขับเคลื่อนการแก้ปัญหาจังหวัดชายแดนภาคใต้ พบว่า กลุ่มวิสาหกิจมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน ซึ่งผลิตน้ำพริก (ซามา) จำหน่าย ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นอาหารทานเล่นโดยนำน้ำพริก (ซามา) มาเป็นส่วนผสม ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นอัตลักษณ์ของทางร้าน โดยนำข้าวหอมกระดังงาซึ่งเป็นข้าวพื้นเมืองในท้องถิ่นมาผสมกับน้ำพริก (ซามา) กลายเป็นข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง โดยศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษา ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทางกลุ่มสามารถนำไปผลิตเพื่อวางขายและสร้างรายได้ให้กับทางกลุ่มได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งรวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังชาชนิดแท่งรวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งทั้งทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับทางประสารทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดคือ ถุงพลาสติกประเภท linear low density polyethylene (LLDPE) และถุงเมทัลไลท์ฟอยล์ประเภท metalized cast polypropylene film (M-CPP, ฟอยล์) ณ สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29± องศาเซลเซียส)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มมูลค่าให้กับพืชในท้องถิ่นคือจำข้าวหอมกระดังงาให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่
2. เพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ส่งผลดีในด้านยอดขายและเป็นสินค้าขึ้นชื่อของทางกลุ่มเกษตรมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน

นิยามศัพท์เฉพาะ

ผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผัก ผลไม้ ธัญพืช รวมทั้งผักผลไม้ที่เป็นสมุนไพรที่ใช้เป็นอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่า ที่ผ่านการตัดแต่ง ทำให้สุก หรือผ่านการทำแห้ง แช่อิ่ม เชื่อม มาผสมกัน แล้วคลุกกับส่วนผสมของน้ำหรือน้ำสมุนไพร น้ำตาลหรือน้ำอ้อย และกลูโคสซีรัป (แบะแซ) ที่เคี่ยวจนมีความเหนียวพอเหมาะ แล้วทำให้มีรูปร่างตามต้องการ อาจเติมส่วนประกอบอื่นเช่น น้ำผึ้ง ผงโกโก้ อาจเคลือบหรือสอดไส้ด้วยส่วนประกอบอื่น เช่น ช็อกโกแล็ต ผลไม้กวน แล้วบรรจุในภาชนะบรรจุ (มผช. ผัก ผลไม้ ธัญพืชอัดแท่ง 902/2559)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อาหารว่างชนิดกรอบ (Snack)

อาหารว่างชนิดกรอบมีความหลากหลายทั้งในเรื่องของการผลิต รูปแบบ รสชาติอาหาร และชนิดของสินค้า โดยอาหารว่างชนิดกรอบแบ่งตามชนิด ของวัตถุดิบที่นำมาผลิตได้ 4 ประเภทดังนี้ (สินินาฏ มหาไม้, 2553).

1. อาหารว่างชนิดกรอบที่ทำจากแป้ง ได้แก่ อาหารว่างชนิดกรอบขึ้นรูป (Extruded snack) ข้าวอบกรอบ อาหารว่างชนิดกรอบที่ทำจากแป้งและส่วนผสมอื่น อาหารว่างอบกรอบชนิดแผ่นหรือสอดไส้มีทั้งรสหวานและรสเค็ม

2. อาหารว่างชนิดกรอบที่ทำจากผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ถั่วประเภทต่างๆ มันฝรั่งทอดกรอบ ข้าวโพดกรอบ นอกจากนี้ยังมีประเภทผลไม้แปรรูปปรุงรสชนิดต่างๆ และอาหารว่างชนิดกรอบที่มีส่วนผสมจากเมล็ดธัญพืช

3. อาหารว่างชนิดกรอบที่ทำจากสัตว์ทะเล แบ่งเป็นประเภทปลาหมึกอบกรอบปรุงรส และประเภท Fish snack เช่น ปลาเส้น ปลาแผ่นอบกรอบ (crispy) ปรุงรสต่างๆ

4. อาหารว่างชนิดกรอบ ประเภท ข้าวเกรียบที่ทำจาก กุ้ง และปลา เป็นต้น

อาหารว่างชนิดกรอบที่มีลักษณะเป็นแท่งรับประทานได้ทันที สะดวกในการพกติดตัว อาหารว่างกรอบชนิดแท่งแต่ละชนิดมีส่วนผสมต่างกัน ได้แก่ ธัญชาติ ถั่วต่างๆ ผัก และผลไม้ เป็นต้น อาจเป็นวัตถุดิบหลักชนิดเดียวกัน หรือหลายชนิดรวมกัน นอกจากนี้มีส่วนผสมรองอื่นๆ เช่น สารช่วยยึดเกาะ และสารช่วยเพิ่มกลิ่นรสเพื่อผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแท่ง (Cereal bar) เป็นรูปแบบของผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดพองชนิดหนึ่ง ที่ผลิตขึ้นเพื่อให้ความสะดวกต่อการบริโภค โดยการผสมส่วนผสมที่เป็นชิ้นเล็กๆ เข้าด้วยกันโดยใช้สารยึดเกาะที่มีความข้นหนืดเป็นตัวผสาน จากนั้นนำมาขึ้นรูปแบบชิ้นหรือแท่ง สำหรับประเทศไทยผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ส่วนมากเป็นอาหารว่างแบบพื้นบ้าน เช่น กระยาสารท ข้าวแตน ขนมนางเล็ด และถั่วกระจก เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง

ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง หรือ Cereal Bar เป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดแท่ง หรือ Snack food bar เป็นอาหารประเภทขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยส่วนผสมที่เป็นชิ้นขนาดเล็กนำมาอัดเป็นแท่ง โดยยึดด้วยสารยึดเกาะ (Binder) โดยอาจมีการเคลือบผิวนอกของชิ้นอาหารหรือไม่มีก็ได้ (วรรภา วงศ์แสงธรรม, 2547) สามารถป้องกัน

ความเสื่อมและการทำลายของเซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกายอันเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งและโรคต่างๆได้ สำหรับประเทศไทยผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ส่วนมากเป็นอาหารว่างแบบพื้นบ้าน เช่นกระยาสารท ข้าวแตน ขนมนางเล็ด ถั่วตัด และถั่วกระจกเป็นต้น (ปาริสุทธิ์ สงทิพย์, 2550)

ธัญพืชอัดแท่ง (cereal bar) มีการพัฒนาจากการนำมูสลี่ซึ่งมีส่วนผสมของข้าวสาลี ธัญชาติต่างๆ สารเพิ่มมวล สารให้ความหวาน กลิ่นรส วิตามิน แร่ธาตุ โปรตีน ผลไม้หรือช็อคโกแลต อาจขึ้นรูปแท่งสีเหลี่ยมพื้นผ้า หรือทำเป็นชิ้นกรอบอบแห้งเคลือบด้วยน้ำตาลผสมกับผลไม้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเกาะกันด้วยโครงข่ายน้ำตาล แล้วอบให้แห้ง ธัญพืชอัดแท่งเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สามารถพกพาไปรับประทานได้สะดวกในทุกที่ ทุกเวลา สามารถรับประทานเพื่อทดแทนมื้ออาหารหลักได้ในช่วงเวลาเร่งรีบด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่มากกว่าขนมในยุคก่อน ซึ่งมักจะมีไขมันและน้ำตาลในปริมาณสูง ธัญพืชอัดแท่งสามารถแบ่งตามลักษณะเนื้อสัมผัสเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดกรอบอบแห้ง (crunchy bar) มีน้ำตาลสูงซูโครสร้อยละ 15 - 20 และชนิดเหนียว (chewy bar) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหนียว (chewy) แต่มีการเพิ่มปริมาณน้ำตาล และบางครั้งอาจจะเติมน้ำตาลอินเวิร์ตเพื่อลดการตกผลึกของน้ำตาล หรือเพิ่มปริมาณหางนมที่มีความหวาน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวนุ่ม มีความชื้น โดยมีน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 25 - 30 และยังมีไขมันมากกว่าชนิดกรอบแห้งถึงร้อยละ 22 - 24 และหากนำไปอบ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบเหนียว (ปาริสุทธิ์ สงทิพย์, 2550)

ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง มีดังนี้

1. ข้าวหอมกระดังงา

ข้าวหอมกระดังงา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa L.* เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของอำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส มีลักษณะประจำพันธุ์คือ เป็นข้าวนาปี ที่มีจำนวนต้นต่อกอน้อย ลำต้นของข้าวหอมกระดังงามีสีม่วง รวงข้าวมีสีน้ำตาลอมม่วง มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 120 - 150 วัน เมล็ดข้าวสารค่อนข้างเล็ก มีสีน้ำตาลเข้มเมื่อนำมาหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะมีความนุ่ม และกลิ่นหอมคล้ายดอกกระดังงา (เอกราช แก้วนางโอ และคณะ, 2557) ข้าวหอมกระดังงา เป็นพันธุ์ข้าวอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารอาหารที่สำคัญหลายชนิดเช่น เป็นแหล่งของโปรตีน พลังงาน และที่สำคัญมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ที่มีคุณสมบัติต้านมะเร็งลำไส้ ป้องกันการเกิดโรค ความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ลดการอักเสบของผิวหนัง ทำให้เซลล์สมองทำงานได้ดี (วิชณี ยืนยงพุทธิกาลและคณะ., 2562) จากข้อมูลเกี่ยวกับความนิยมข้าวพันธุ์หอมกระดังงาในปัจจุบัน และลักษณะพันธุ์ดังกล่าวทำให้มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาหาข้อมูลพื้นฐานของข้าวหอมกระดังงา เพื่อการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนข้าวในอนาคต โดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และใช้ระบบ Temporary Immersion Bioreactor (TIB) สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวนั้น มีรายงานศึกษาข้าวหลายชนิด ชิ้นส่วนที่นำมาเพาะเลี้ยงแตกต่างกันออกไป แต่ชิ้นส่วนที่นิยมมาเพาะเลี้ยง คือ อับละอองเกสร ใบและปลายยอด และคัพภะ ซึ่งอาจเป็นคัพภะอ่อน หรือคัพภะแก่ สำหรับการเพาะเลี้ยงคัพภะแก่ มีรายงานในข้าวหลายพันธุ์ เช่น ข้าวพันธุ์ MR232 ข้าวพันธุ์หอมกระดังงา (Zhang and Te-chato, 2012) ข้าวพันธุ์ดอกมะลิ 105 ข้าวพันธุ์ Khandagiri (Zuraida *et al.*, 2012; อรุณี ยูโซ๊ะ และสมปอง เตชะโต, 2557) ซึ่งการเพาะเลี้ยง

เนื้อเยื่อนี้ ยังเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนต้นข้าวให้ได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นวิธีการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรม เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมกระดังงาต่อไปในอนาคต (อรุณี ยูโซ๊ะ และสมปอง เตชะโต, 2557)

ภาพที่ 2.1 ข้าวหอมกระดังงา

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการข้าวหอมกระดังงา ต่อ 100 กรัม

สารอาหาร		**ปริมาณ**
พลังงาน	(แคลอรี)	346.22
ความชื้น	(กรัม)	11.14
ไขมัน	(กรัม)	9.03
คาร์โบไฮเดรท	(กรัม)	1.86
ใยอาหาร	(กรัม)	73.34
เถ้า	(กรัม)	3.83
Gamma amino butyric acid (GABA)	(มิลลิกรัม)	27.25

ที่มา : (ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี, 2553)

2. สารให้ความหวาน

แบะแซ มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า กลูโคสไซรัป (Glucose Syrup) เป็นที่รู้จักกันในชื่อว่า D-day Glucose หรือ เด็กซ์โทส ทำจากแป้งมันสำปะหลังนำมาผสมกับน้ำแล้วนำมาปรับความเป็นกรด - ด่าง แล้วเติมเอนไซม์ เช่น อะไมเลส (amylase) เพื่อช่วยในการย่อยหรือตัดพันธะ จากนั้นนำไปต้ม เพื่อให้แป้งสุกจะได้น้ำเชื่อมที่มีลักษณะคล้ายแป้งเปียก แต่จะมีความหนืดน้อยกว่า และจะเข้าสู่กระบวนการหมักเพื่อให้เอนไซม์ทำงาน โดยเติมเอนไซม์ กลูโคสอะไมเลส (Glucose amylase) เพื่อช่วยในการย่อยและตัดพันธะจนได้ DA (Dextrose Equivalent) ตามที่ต้องการขึ้นอยู่ปริมาณเอนไซม์ที่จะเติมลงไป ผ่านการกรองนำสู่กระบวนการฟอกสี ขั้น 1 และ ชั้นที่ 2 ด้วยเรซิ่น จากนั้นนำมาทำให้ระเหยหรือต้มเคี่ยวจนกว่าจะได้ร้อยละปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Brix) ที่ต้องการ ลักษณะเหนียวใส และมีรสหวานมาก ส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการความหวาน เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะแบะแซราคาถูกกว่าน้ำตาล (กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2542) ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ทำกลูโคสไซรัป คือ แป้ง (starch) จะเป็นแป้งชนิดใดก็ได้ ขึ้นกับวัตถุดิบที่ท้องถิ่นนั้นมีอยู่ เช่นในสหรัฐอเมริกาจะใช้แป้งข้าวโพด ในยุโรปใช้ทั้งแป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งสาลี ส่วนในประเทศไทยจะผลิตจากแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว (สุวรรณา สุภิมาสร, 2543)

3. กัวกัม (Guar Gum)

กัวกัมได้จากพืชตระกูลถั่ว ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cyamopsis tetagonolobus* การผลิตกัวกัมทำได้โดยการแยกส่วนที่เป็นเอนโดสเปิร์ม (Endosperm) ออกจากเปลือก และเจิร์ม (Germ) แล้วนำมาบดให้มีขนาดอนุภาคละเอียด กัวกัมมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้ กาแลคโตแมนแนน (Galactomannans) ร้อยละ 78 - 82 ความชื้นร้อยละ 10 - 15 โปรตีนร้อยละ 4 - 5 เส้นใยร้อยละ 1.5 - 2.0 ไขมันร้อยละ 0.5 - 0.75, เหล็ก เล็กน้อย และโลหะหนักร้อยละ 0 (สุวรรณา สุภิมารส, 2543).

3.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกัวกัม

1) การละลาย กัวกัมไม่สามารถละลายได้ทันทีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ต้องใช้เวลานานถึง 120 นาที ซึ่งการใช้เครื่องผสมชนิดแรงเฉือนสูง ใช้ผงกัวกัมชนิดละเอียดและใช้อุณหภูมิสูงจะมีส่วนทำให้กัวกัมละลายน้ำได้ดีขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานอาจทำให้มีการแตกหักของโมเลกุลด้วยความร้อน (thermal degadation) ซึ่งมีผลทำให้ความหนืดของสารละลายลดลงและอัตราการละลายของกัวกัมมีแน้วโน้มลดลงเมื่อมีตัวถูกละลายชนิดอื่น ๆ รวมอยู่ด้วย

2) ความหนืด เมื่อกาแลคโตแมนแนนละลายน้ำ สายยาวของโดแมนแนน (mannan) จะคลายตัวออกให้โครงสร้างที่ไม่มีระเบียบมีลักษณะที่เรียกว่า random coil ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ random coil แต่ละสายจะอยู่ห่างกัน และถูกล้อมรอบด้วยตัวทำละลาย แต่เมื่อสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น โอกาสที่สาย random coil จะเคลื่อนตังมาอยู่ใกล้กันมีแน้วโน้มเพิ่มขึ้นและเกิดการ

เชื่อมพันธะระหว่างกันทำให้สารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น ซึ่งในอุตสาหกรรมอาหารได้นำกัวกัมมาใช้เพื่อเพิ่มความหนืดให้แก่ผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าร้อยละ 1 สามารถเพิ่มความหนืดให้แก่อาหารได้เป็นอย่างดีผลของความเป็นกรด-ด่าง กาแลคโตแมนแนนมีเสถียรภาพในช่วง pH กว้างๆ คืออยู่ในช่วง pH 1.0–10.5 ซึ่งค่า pH มีผลต่ออัตราการดูดซับน้ำ โดยที่ pH 8-9 กัวกัมสามารถดูดซับน้ำได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นควรนำกัวกัมละลายน้ำอย่างสมบูรณ์ก่อนนำมาปรับ pH ตามที่ต้องการใช้งาน

3) ผลของแรงเฉือน และแรงเฉือน การใช้อุณหภูมิสูงเกินไปอาจมีผลทำให้เกิดการแตกหักของสายโมเลกุลแลคโตแมนแนน จึงทำให้เกิดความหนืดของสารละลายลดลง ซึ่งการใช้กัวกัมชนิดหยาบแทนชนิดละเอียดนั้นสามารถลดการแตกหักของโมเลกุลได้ โดยอุณหภูมิที่ใช้เพื่อให้ได้สารละลายที่มีความหนืดสูงสุดจะอยู่ระหว่าง 25 - 40 องศาเซลเซียส

3.2 การประยุกต์ใช้กัวกัมในอุตสาหกรรมอาหาร

กาแลคโตแมนแนนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ทั้งทางตรงและทางอ้อมซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญ 3 ประการดังนี้

9.2.1 ความสามารถในการเพิ่มความหนืดให้แก่สารละลาย

9.2.2 กรเกิดอันตรกิริยาที่ส่งผลเสริมต่อพอลิแซคคาไรด์ชนิดต่างๆ

9.2.3 ความสามารถในการควบคุมและป้องกันการเกิด Syneresis

จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้กาแลคโตแมนแนนถูกนำมาใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดให้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแป้ง และอนุพันธ์ของแป้งที่นิยมใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจาก

1) การใช้แป้งเป็นสารเพิ่มความหนืดต้องใช้ที่ระดับความเข้มข้นสูง ประมาณร้อยละ 4 - 6 แต่ถ้าใช้กัวกัมจะใช้เพียงแค่ร้อยละ 0.5 - 1.0

2) แป้งเกือบทุกชนิด (ยกเว้นแป้งจากธรรมชาติชนิดที่มีอะไมโลสสูง) จะให้โครงสร้างยืดยุ่นในระยะสั้นๆ แต่กัวกัมมีแนวโน้มที่จะเกิดโครงสร้างเป็นเวลานานกว่า

3) ความหนืดของแป้งมักเปลี่ยนแปลง หรือถูกทำลายเมื่อได้รับแรงเฉือน แต่สำหรับกัวกัมเมื่อได้รับแรงเฉือนจะทำให้ความหนืดเปลี่ยนแปลงไปในช่วงแรก และหลังจากนั้นจะเข้าสู่สภาวะเดิมได้

4) แป้งจากธรรมชาติจำเป็นต้องใช้ความร้อนช่วยเพื่อให้เกิดความหนืด แต่กัวกัมละลายได้ในน้ำเย็น

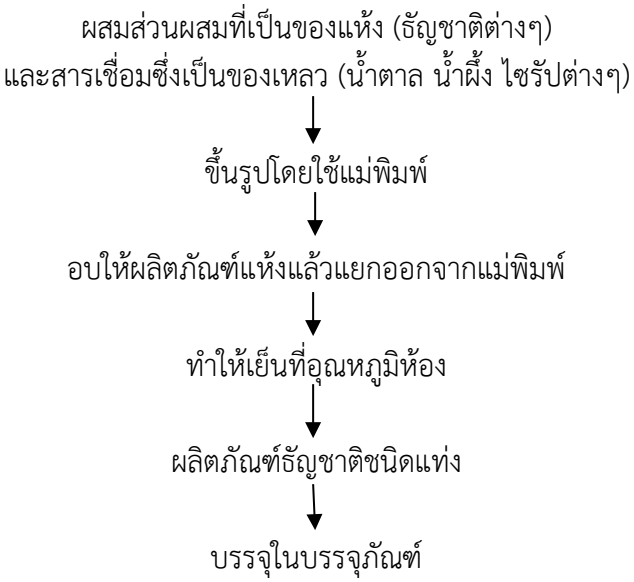
5) อุณหภูมิมีผลต่อความหนืดของกาแลคโตแมนแนน (Galactomannans) มากกว่าแป้ง เช่น การแทรกผ่านความร้อนระหว่างการหุงต้ม

6) อาหารสดมักพบเอนไซม์ที่สามารถย่อมแป้งได้บ่อยมาก แต่ไม่ค่อยพบเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายกาแลคโตแมนแนน

7) เมื่อแป้งเข้าสู่ร่างกายจะเกิดการย่อยสลายในระบบทางเดินอาหาร และให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่เอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยกาแลคโตแมนแนนจึงไม่ให้พลังงานแก่ร่างกายหรือให้พลังงานเพียงเล็กน้อย

8) นอกจากการใช้กาแลคโตแมนแนนเป็นสารเพิ่มความหนืดแล้วยังสามารถใช้เป็นสารให้ความคงตัว และทำให้เกิดการรวมตัวกับน้ำได้ดีขึ้น กาแลคโตแมนแนนจัดเป็นสารที่ไม่มีประจุ และยังมีประสิทธิภาพที่ดีในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น ไอศกรีม เครื่องดื่มน้ำผลไม้ และน้ำสลัด นอกจากนี้ยังใช้เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น การใช้ปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมจีน และในผลิตภัณฑ์ขนมอบ จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี มีความอ่อนนุ่ม

กรรมวิธีในการผลิตธัญชาติอัดแท่งแสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กรรมวิธีการผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแท่ง
ที่มา : ประภัสสร เจริญกิจ (2556)

4. สาเหตุการเสื่อมเสีย/เน่าเสียของอาหาร

การเสื่อมเสีย/เน่าเสียของอาหาร เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและกายภาพของอาหาร ซึ่งอาจทำให้อาหารนั้นเป็นพิษหรือบริโภคไม่ได้ และอาหารมีลักษณะทางด้านกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไป สาเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสีย แยกออกเป็น 2 ประเภทคือ (วิไล รังสาดทอง, 2543) คือ

4.1 การเสื่อมเสีย/เน่าเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากปัจจัยภายใน (endogeneous food spoilage) เป็นการเน่าเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากองค์ประกอบที่มีอยู่ในอาหาร

- การออกซิไดส์ (Autooxidation) เนื่องจากอากาศ มักทำปฏิกิริยากับไขมันทำให้เหม็นหืน เกิดกับวิตามินทำคุณค่าทางอาหารลดลง เกิดกับคลอโรฟิลล์ แอนโทไซยานิน ทำให้สีซีด เกิดกับน้ำมันหอมระเหยและสารให้กลิ่นรสทำให้กลิ่นรสเปลี่ยนไป จึงควรหลีกเลี่ยงปัจจัยการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเช่น แสง อุณหภูมิ

- ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ โดยเอนไซม์ในเนื้อเยื่อส่วนที่สัมผัสกับอากาศและมีสารประเภท O – dihydroxyphenol ซึ่งได้แก่ catechol และ hydroxyl – garlic acid ส่วนเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุให้เกิดสีน้ำตาลได้แก่ phenolase และ polyphynol oxidase โดยมีโลหะทองแดงเร่งปฏิกิริยา

4.2 การเสื่อมเสีย/เน่าเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากปัจจัยภายนอก (exogenous food spoilage) ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

4.2.1 สาเหตุทางเคมี อาหารทุกชนิดประกอบขึ้นจากส่วนประกอบทางเคมีของธาตุและสารประกอบ เมื่อพืช ผัก ผลไม้ ถูกเก็บเกี่ยวก็ย่อมเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้อาหารเน่าเสีย เช่น ปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนในไขมันทำให้ไขมันเหม็นหืน ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

4.2.2 สาเหตุทางกายภาพ เริ่มต้นตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงผู้บริโภค การเก็บเกี่ยว การบรรจุ การขนย้ายที่ไม่ถูกวิธี ระยะเวลาของการเก็บรักษา รวมถึงสภาพแวดล้อมของการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม สิ่งต่างๆเหล่านี้มีผลทำให้ผักและผลไม้เกิดรอยช้ำ ทำให้อาหารเสื่อมเสียและคุณภาพของอาหารด้อยลงด้วย

4.2.3 สาเหตุที่เกิดจากจุลินทรีย์ เนื่องจากอาหารแต่ละชนิดมีองค์ประกอบที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการเน่าเสียของอาหารจึงเกิดจากจุลินทรีย์ต่างชนิดกัน ส่วนใหญ่แล้วการเน่าเสียของอาหารมักเกิดจากเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่พบได้ในธรรมชาติรวมทั้งในอาหาร แบคทีเรียมักทำให้อาหารสด เช่น นม ไข่ อาหารทะเล การเน่าเสียของอาหารนั้นเกิดจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในอาหาร การที่แบคทีเรียเจริญเติบโตในอาหารได้หรือไม่นั้นขึ้นกับปัจจัยภายในอาหารเอง เช่น สารอาหาร พีเอช ความชื้น ปริมาณออกซิเจนและโครงสร้างทางชีววิทยา

ของอาหารหรือสารยับยั้งในอาหาร เป็นต้น นอกจากนั้นยังขึ้นกับปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิที่เก็บอาหาร ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณก๊าซ เป็นต้น จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในอาหารที่มีความชื้นพอเหมาะ สารอาหารครบถ้วน ในสภาพที่มีอุณหภูมิและออกซิเจนเหมาะสม โดยในระหว่างการเจริญเติบโตนั้นจุลินทรีย์จะสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสลายอาหาร ซึ่งอาจเป็นเอนไซม์ชนิดที่สร้างภายในเซลล์แล้วปล่อยออกนอกเซลล์ (extracellular enzymes) หรืออาจเป็นเอนไซม์ชนิดที่สร้างภายในเซลล์แล้วเก็บภายในเซลล์ (intracellular enzymes) โดยจะปล่อยออกนอกเซลล์เมื่อเซลล์แตก ผลจากการย่อยสลายอาหารทำให้จุลินทรีย์เติบโตเพิ่มจำนวนในอาหาร พร้อมๆกับมีการปลดปล่อยสารบางชนิดออกมา ซึ่งสารที่ขับออกมานั้นบางชนิดมีประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารหมัก ส่วนสารบางชนิดที่จุลินทรีย์ขับออกมาภายหลังการเติบโตแล้วทำให้อาหารเน่าเสีย เช่น การทำให้เกิดเมือกในอาหาร โดยเชื้อ *B. subtilis* ทำให้ขนมปังเน่าเสียโดยมีเมือกเกิดขึ้น การเน่าเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์มีหลายลักษณะ เช่น การเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส มีการสร้างเมือก มีก๊าซสะสม ทำให้อาหารมีฟองหรืออาหารมีความข่นมากขึ้น เป็นต้น โดยชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ได้แก่

4.2.3.1 เชื้อรา สามารถเจริญได้ในอาหารทุกชนิดที่ประกอบขึ้นจากสารเคมีจำพวกคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน อาหารส่วนใหญ่ถ้าพบว่ามีเชื้อราเจริญอยู่จะทำให้อาหารนั้นไม่เป็นที่พึงประสงค์ของผู้บริโภค

4.2.3.2 ยีสต์ เจริญได้ดีในอาหารที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ ทำให้เกิดกระบวนการหมัก

4.2.3.3 แบคทีเรีย มีหลายชนิดเจริญได้ทั้งในอากาศ ดิน น้ำและอาหารทุกประเภท แบคทีเรียบางชนิดเมื่อเจริญบนอาหาร ทำให้เกิดการสลายตัวของอาหาร ได้สารที่มีพิษต่อมนุษย์ แบคทีเรียส่วนใหญ่ไม่เจริญในสภาพของอาหารที่มีความเป็นกรดสูง แต่ในสภาพที่เหมาะสมแบคทีเรียจะเจริญได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งแบคทีเรียแต่ละชนิดมีสภาพที่เหมาะสมแตกต่างกัน เช่น บางชนิดเจริญในที่ซึ่งไม่มีออกซิเจน บางชนิดต้องการออกซิเจน เป็นต้น

5. อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาคือ ระยะเวลาของผลิตภัณฑ์หลังจากการผลิตและบรรจุภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่กำหนด ในกรณีของอาหารจะต้องมีความปลอดภัยและเหมาะสมต่อการบริโภค นั่นคือยังเป็นที่ยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านเคมี จุลินทรีย์ และยังคงคุณค่าทางโภชนาการตามที่ฉลากกำหนดเมื่อเก็บรักษาตามคำแนะนำของผู้ผลิต

5.1 การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน มีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ ลดคุณค่าทางโภชนาการ นักวิจัยจึงพยายามหาวิธีป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเช่น การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำ รวมถึงภาชนะบรรจุและการบรรจุภายใต้สภาวะที่มีการดัดแปลงบรรยากาศหรือสุญญากาศ แต่มีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการเติมสารกันหืนลงในอาหารโดยตรงเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของอาหาร นอกจากนี้ แสง อุณหภูมิ ปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจน โลหะและเอนไซม์ยังสามารถเร่งปฏิกิริยานี้ด้วย (วิไล รังสาดทอง, 2543)

5.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

5.2.1 ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวสูงจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวต่ำ ผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวสูงนั้นจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่ได้รับความเสียหายเนื่องจากจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวสูงเนื่องจากมีปริมาณความชื้นต่ำ อาหารที่นำมาเก็บรักษาควรที่จะมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.7 ผลิตภัณฑ์จึงปลอดภัยจากจุลินทรีย์และต้องมีการรักษาค่า a_w ของอาหารไม่ให้เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ถึงแม้ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งจะมีความคงตัวต่อการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์สูงแต่ปฏิกิริยาทางเคมีก็ยังสามารถดำเนินต่อไปได้เรื่อยๆระหว่างการเก็บรักษาเช่น ปฏิกิริยาออโตออกซิเดชันและปฏิกิริยาเมลลาร์ดโดยเฉพาะเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีปัจจัยที่ส่งเสริมการเกิดปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงสามารถเกิดขึ้นได้รวดเร็วและนำไปสู่ความไม่คงตัวของผลิตภัณฑ์ได้ (วิไล รังสาดทอง, 2543)

5.2.2 สภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษา

สภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษาเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่มีผลต่ออายุในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ต้องพิจารณาและจัดสภาวะในการเก็บรักษาให้เหมาะสมเพื่อควบคุมหรือหลีกเลี่ยงสภาวะที่เป็นปัจจัยที่นำไปสู่ความไม่คงตัวของอาหารแห้ง ซึ่งนอกจากการเสื่อมสภาพจากจุลินทรีย์แล้ว ยังมีสาเหตุอื่นๆเช่น แสง อุณหภูมิออกซิเจน และความชื้น ปัจจัยเหล่านี้หากไม่มีการควบคุมจะเป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์เกิดความไม่คงตัวขึ้นได้ในระหว่างการเก็บรักษา (วิไล รังสาดทอง, 2543)

5.2.3 ภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น ภาชนะบรรจุมีหน้าที่หลักคือ ช่วยป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารจากอิทธิพลภายนอก ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดความไม่คงตัวของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

เช่น แมลง ฝุ่นละออง การกดทับ รวมทั้งปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่นที่ส่งเสริมให้เกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น และออกซิเจน ภาชนะบรรจุจึงมีบทบาทสำคัญในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยช่วยควบคุมสภาวะระหว่างการเก็บรักษาให้เหมาะสม ภาชนะที่นำมาใช้โดยส่วนใหญ่ได้แก่ ขวดแก้ว กระดาษ โลหะ และพลาสติก ในการเลือกใช้ภาชนะสำหรับบรรจุต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์และต้องทราบถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อาหารว่าเป็นชนิดใดและมีความไวต่อปัจจัยใดที่เป็นสาเหตุนำไปสู่การเสื่อมเสีย เพื่อเป็นพื้นฐานการเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันได้อย่างเหมาะสม (ปุ่น คงเจริญเกียรติและสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541) จากการศึกษาสภาวะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสจากผักโดยศึกษาสภาวะการเก็บและชนิดของภาชนะที่บรรจุพบว่า ถ้าใช้ถุงอลูมิเนียมฟอยด์สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่า 6 เดือน แต่ถ้าหากใช้ถุงชนิดโพลีโพพีลีนจะต้องเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (ปวีณา เพี้ยจันทร์, 2549)

5.3 บรรจุภัณฑ์

ภาชนะบรรจุมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร ป้องกันการปนเปื้อนภายนอก ยืดอายุการเก็บรักษาและใช้ในการโฆษณาทางการตลาด โดยบรรจุภัณฑ์ต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณค่าหรือด้อยคุณภาพลง ตัวบรรจุภัณฑ์ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร สามารถป้องกันผลิตภัณฑ์จากความชื้น แสง อากาศ ฝุ่นละออง การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังช่วยเก็บรักษากลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหารและไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของอาหารที่อาจเกิดจากสิ่งแปลกปลอมจากบรรยากาศซึมผ่านผิวของบรรจุภัณฑ์เข้าไปทำปฏิกิริยาหรืออาจเกิดจากกลิ่นที่อยู่ในอาหารถูกดูดซึมโดยบรรจุภัณฑ์หรือกลิ่นซึมผ่านออกสู่บรรยากาศภายนอก โดยการบรรจุควรทำทันทีหลังจากที่ผลิตภัณฑ์ออกจากการทำแห้งเพื่อป้องกันการดูดความชื้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์จับตัวเป็นก้อนทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง (ปุ่น คงเจริญเกียรติและสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541)

5.3.1 ฟิล์มลามิเนต (ปุ่น คงเจริญเกียรติและสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541**)**

ฟิล์มลามิเนต คือ แผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผ่านกระบวนการลามิเนตโดยการนำฟิล์มพลาสติกหลายๆชั้น มาเคลือบติดเข้าด้วยกันเป็นฟิล์มแผ่นเดียว หรือการเคลือบฟิล์มพลาสติกเข้ากับวัสดุอื่น เช่น กระดาษหรือฟอยล์โลหะ โดยทำการยึดติดระหว่างชั้นฟิล์มด้วยการใช้ความร้อนหรือกาว (adhesive) โดยฟิล์มลามิเนตจะมีจำนวนชั้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิต

วัตถุประสงค์ของการผลิตฟิล์มลามิเนตคือ ต้องการให้ลวดลายหรือตัวอักษรที่พิมพ์ลงไปบนฟิล์มสามารถติดอยู่บนฟิล์มได้นานขึ้น โดยการนำแผ่นฟิล์มมาเคลือบติดบนฟิล์มอีกแผ่นหนึ่งที่ผ่านกระบวนการพิมพ์ลวดลายหรือตัวอักษรลงไป เพื่อป้องกันลวดลายไม่ให้ลบเลือนจากปัจจัยภายนอกเช่น การขีดข่วน น้ำและความชื้น ประเภทของวัสดุที่นำมาผลิตฟิล์มลามิเนต ได้แก่

5.3.1.1 อลูมิเนียมฟอยล์

อลูมิเนียมเป็นธาตุที่รู้จักกันดี อลูมิเนียมส่วนใหญ่จะพบบริเวณผิวหน้าของโลกในรูปของออกไซด์ และซิลิเกท ในการผลิตอลูมิเนียมผสมและอลูมิเนียมบริสุทธิ์จะใช้กระแสไฟฟ้าผ่านไปยังแร่บอกไซด์ (bauxite) ซึ่งมีลักษณะเหมือนดินเหนียว แร่ชนิดนี้จะพบในแถบร้อน

คุณสมบัติของอลูมิเนียมฟอยล์

- อลูมิเนียมฟอยล์เป็นโลหะที่สะอาด เป็นประกายเมื่อมีแสงมากระทบ
- อลูมิเนียมมีความหนาไม่มาก สามารถใช้งานได้ทั้งด้านที่มีผิวมันและด้านที่มีผิวด้าน
- อลูมิเนียมสามารถนำไปใช้ในงานขึ้นรูปต่างๆให้เป็นลายนูนได้
- อลูมิเนียมฟอยล์สามารถใช้หมึกใสและหมึกพิมพ์ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการนำไปใช้กับวัสดุอื่นๆ
- ฟิล์มเซลลูโลสที่ผนึกติดกับผิวหน้าของอลูมิเนียมฟอยล์ จะทำให้ฟอยล์ดูสดใสและสวยงามขึ้น

5.3.1.2 คุณสมบัติของอลูมิเนียมฟอยล์ในการนำไปใช้ในบรรจุภัณฑ์

- อลูมิเนียมฟอยล์เป็นวัสดุที่สะอาดหลังจากการให้ความร้อนแล้วและเชื้อโรคไม่สามารถเจริญได้
- อลูมิเนียมฟอยล์ไม่มีสารพิษซึ่งปลอดภัยเมื่อนำไปใช้ในบรรจุภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอาง
- อลูมิเนียมฟอยล์ไม่มีรสและกลิ่น
- อลูมิเนียมฟอยล์มีความหนาตั้งแต่ 0.001 นิ้วขึ้นไป มีคุณสมบัติในการป้องกันการไหลผ่านของตัวกลางต่าง (permeability)
- อลูมิเนียมฟอยล์ที่มีความหนาน้อยๆ เมื่อนำไปผนึกหรือเคลือบกับวัสดุอื่นๆจะมีคุณสมบัติในการอุดรูเข็ม (pimholes) ที่เกิดขึ้นในแผ่นอลูมิเนียมได้ดี
- อลูมิเนียมฟอยล์ไม่มีการระเหยเป็นไอและไม่มีการหดตัว มีคุณสมบัติในการรักษาขนาดให้คงที่จากอุณหภูมิ –100 องศาฟาเรนไฮน์ ถึง + 700 องศาฟาเรนไฮน์
- อลูมิเนียมฟอยล์สามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำมันได้ทั้งในอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำและมีคุณสมบัติในการป้องกันการไหลผ่านของแสงซึ่งอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในภาชนะเสียรสชาติ เน่าเสีย เหม็นหืน หรือเปลี่ยนสีได้
- อลูมิเนียมฟอยล์สามารถสะท้อนการแผ่ความร้อนได้ถึงร้อยละ 99 ซึ่งมีคุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็นฉนวนที่ดีในการนำไปห่อภาชนะบรรจุภัณฑ์ภายนอกและภายในได้ อลูมิเนียมฟอยล์มีคุณสมบัติในการนำความร้อนได้ดีสามารถที่จะทำให้ร้อนหรือปล่อยให้เย็นลงได้อย่างรวดเร็ว

5.3.2 บรรจุภัณฑ์จากฟิล์มลามิเนต

ในการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์จากฟิล์มลามิเนตต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับประเภทของสินค้าที่บรรจุอยู่ภายใน ไม่ว่าจะเป็นสินค้าประเภทของเหลว อาหารที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ อาหารผง อาหารแช่แข็งและขนมขบเคี้ยว โดยเฉพาะสินค้าส่งออก จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีความพิถีพิถันในการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ เพื่อคงคุณสมบัติของสินค้าที่บรรจุไว้ภายในให้เหมือนเดิมมากที่สุด สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารผงเช่น ครีมเทียม กาแฟ นมผง รวมทั้งผงปรุงรสประเภทต่างๆ บรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซ ความชื้น แสงและความร้อน เนื่องจากการที่อาหารประเภทนี้สัมผัสกับ อากาศ ความร้อน และแสง ทำให้คุณสมบัติของอาหารเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมคุณภาพได้ ประเภทของฟิล์มลามิเนตที่นำมาใช้คือ Biaxially Oriented Polyester /Aluminium/Linear Lowdensity Polyethylene หรือ Biaxially Oriented Polyester/Metalized Polyester Film/Linear Lowdensity Polyethylene

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทุติยาภรณ์ จิตตะปาโล และคณะ (2560) สำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อธัญพืชแท่งเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวกล้องอินทรีย์หักโดยใช้ต้นแบบจากธัญพืชแท่งที่จำหน่ายในท้องตลาด วิเคราะห์คุณภาพ ด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก และวิเคราะห์ต้นทุนของธัญพืชแท่งการสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 78.5 สนใจบริโภคธัญพืชแท่ง สูตรผลิตภัณฑ์สุดท้ายประกอบด้วย ข้าวพองจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก ร้อยละ 66 น้ำผึ้ง ร้อยละ 15 ข้าวตอก ร้อยละ 9 กลูโคสไซรัปร้อยละ 4 งาขาว งาดำ และงาขี้ม้อน อย่างละร้อยละ 2 องค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ไขมัน โปรตีน ความชื้น และเถ้า ร้อยละ 69.66, 19.17, 6.18, 4.24 และ 0.75 ตามลำดับ และให้พลังงาน 475.89 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัม การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลอดภัยต่อการบริโภค และพบว่าผู้บริโภค ร้อยละ 73.7 สนใจบริโภคธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยวิธี 9 point Hedonic Scale เท่ากับ 6.7 ต้นทุนการผลิตธัญพืชแท่งเมื่อใช้ข้าวพองจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก ข้าวตอก น้ำผึ้ง งาขาว งาดำและงาขี้ม้อน เป็นวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์เท่ากับแท่งละ 10 บาท ในขณะที่เมื่อใช้เฉพาะข้าวพองจากข้าวกล้องอินทรีย์หักและข้าวตอกเป็นวัตถุดิบจากระบบเกษตร อินทรีย์และวัตถุดิบอื่นๆ ไม่ได้มาจากระบบเกษตรอินทรีย์เท่ากับแท่งละ 6 บาท

อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล และคณะ (2557) ศึกษาการยอมรับส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างข้าวสังข์หยดกับธัญพืช และปริมาณรำข้าวสังข์หยดในธัญพืชอัดแท่ง โดยทดลองใช้อัตราส่วนของข้าว

สังข์หยด : ธัญพืช อัตราส่วน 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50 และ 60 : 40 ใช้รำข้าวร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมด้วยวิธี 9 – Point hedonic scale ผลการศึกษาพบว่า ข้าวสังข์หยด : ธัญพืช อัตราส่วน 40 : 60 ปริมาณรำข้าวทั้งอบและไม่อบร้อยละ 1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

สุธิดา กิจจาวรเสถียร (2553) ได้ศึกษาสภาวะการอบแห้งใบชะพลูที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50, 60 และ 70 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงเท่ากัน พบว่า ค่าความชื้น a_w และสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยใบชะพลูอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องซาเซลเซียส มีความเหมาะสมที่สุด จากนั้นศึกษาสูตรพื้นฐานในการทำผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่งจำนวน 3 สูตร ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) วางแผนการทดลองชิมแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multi Rank Test (DMRT) พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบด้านสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบโดยรวมของสูตรพื้นฐานที่ 2 ที่ระดับชอบมาก (7.92) และเมื่อนำมาดัดแปลงส่วนผสมประกอบด้วยข้าวเม่าคั่วร้อยละ 20 เมล็ดฟักทองอบร้อยละ 12 เมล็ดทานตะวันอบร้อยละ 8 งาขาวคั่วร้อยละ 8 น้ำตาลมะพร้าวร้อยละ 20 แบะแซร้อยละ 10 และกะทิร้อยละ 20 จากนั้นศึกษาปริมาณใบชะพลูผสมในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ พบว่าปริมาณใบชะพลูมีผลต่อคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่า การผสมใบชะพลูร้อยละ 5 ในส่วนผสมได้คะแนนความชอบโดยรวมที่ระดับชอบปานกลาง 7.48 จากนั้นทำการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูร้อยละ 5 และนำมาตรวจสอบคุณภาพดังนี้ ค่า a_w ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ ร้อยละ 0.33, 3.26, 13.24, 20.76, 2.21, และ 1.63 ตามลำดับ พลังงานคาร์โบไฮเดรต 60.53 พลังงานทั้งหมด 481.92 แคลอรีต่อ100กรัม และพลังงานจากไขมัน 186.84 แคลอรี ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา <10 โคโลนีต่อกรัม จากการศึกษาระยะเวลาเก็บรักษาบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ โดยเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง พบว่าเก็บไว้ได้นาน 6 สัปดาห์

วรรภา วงศ์แสงธรรม (2547) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแท่งจากคัพภะข้าวโพด ในการทดลองนี้ศึกษาผลของความชื้นของคัพภะที่แตกต่างกัน คือ 20, 25, 30, 35 และ 40 และการนึ่งที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ต่อการพองตัวของคัพภะหลังผ่าน 2 กรรมวิธี คือ การทอดแบบน้ำมันท่วม และผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง พบว่า

จากการศึกษาการพองตัวของคัพภะเพิ่มขึ้น เมื่อคัพภะมีความชื้นสูงขึ้น โดยความชื้นที่เหมาะสมต่อการพองตัวของคัพภะที่ผ่านการทอด คือ ร้อยละ 25 - 35 ส่วนความชื้นที่เหมาะสมต่อการพองตัวของคัพภะที่ผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง คือ ร้อยละ 40 ซึ่งการพองตัวมีค่าเท่ากับ 1.421 - 1.1438 เท่า และ 1.270 เท่า ตามลำดับ ที่ระดับความชื้นเดียวกันการนึ่งไม่มีผลต่อการพองตัวของคัพภะที่ผ่านการทอด แต่การนึ่งมีผลให้การพองตัวของคัพภะที่ผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งสูงขึ้น ในส่วนของการศึกษาผลการเติมแอลกอฮอล์เข้มข้น ร้อยละ 95 ปริมาณร้อยละ 0 - 14 ของน้ำหนักคัพภะเริ่มต้น พบว่าการใช้แอลกอฮอล์ร้อยละ 8 - 10 มีผลให้การพองตัวของคัพภะที่มีความชื้นร้อยละ 30 แล้วผ่านการทอดสูงขึ้น จาก 1.421 เท่า เป็น 1.602 - 1.662 เท่า แต่คัพภะที่มีความชื้นร้อยละ 40 และผ่านการนึ่ง เมื่อนำไปผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง การพองตัวต่ำกว่าคัพภะที่ไม่เติมแอลกอฮอล์ โดยมีการพองตัวเป็น 1.262 - 1.224 เท่า เมื่อนำคัพภะทอดที่มีการพองตัวสูงมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแท่ง โดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกัน 3 ชนิด พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารยึดเกาะที่ประกอบด้วย น้ำตาลปี๊บร้อยละ 45 แบะแซร้อยละ 9 และเกลือร้อยละ 1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยเตรียมส่วนผสมของเหลวผสมเข้าด้วยกัน และให้ความร้อนจนกระทั่งส่วนผสมเดือด ให้ความร้อนต่อไปจนอุณหภูมิประมาณ 108 องศาเซลเซียส และนำมาผสมกับคัพภะข้าวโพด จากนั้นนำมาอัดในแท่งพิมพ์สแตนเลสขนาด 5×5×2 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร หนัก 25 กรัม และนำผลิตภัณฑ์อบให้แห้ง ผลิตภัณฑ์ที่จากคัพภะทอดได้รับการยอมรับมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากคัพภะที่ผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นร้อยละ 4.32 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.552 ค่าแรงกดสูงสุด 15.402 นิวตัน และค่าความสว่าง 64.94 และประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 47.8 โปรตีน ร้อยละ 5.65 ไขมัน ร้อยละ 37.36 เถ้า ร้อยละ 2.7 และเส้นใยหยาบ ร้อยละ 2.13 เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาปรับปรุงคุณภาพโดยการลดความชื้น พบว่า ผู้ทดสอบชิมชอบผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นร้อยละ 4.76 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.515 และค่าแรงกดสูงสุด 15.402 นิวตัน การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส และสภาวะการเร่ง คือ 35 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่าการยอมรับจะลดลง ค่าปริมาณน้ำอิสระ แรงกดสูงสุด และปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา อายุการเก็บรักษาที่ 3 อุณหภูมิเป็น มากกว่า 35, 26 และ 14 ตามลำดับ และอายุการเก็บที่ 30 องศาเซลเซียส ที่ได้จากการคำนวณคือ 35.46 วัน

ปาริสุทธิ์ สงทิพย์ (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพรโดยศึกษาสัดส่วนสารให้ความหวาน ต่อคุณภาพของอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพรเมื่อใช้สารให้ความหวาน 3 ชนิดได้แก่ ไฮฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป 100 และซูโครส ร้อยละ 0 - 100 พบว่า สัดส่วนของไฮฟรุกโทส ต่อกลูโคสต่อซูโครส 0 : 100 : 0 มีค่าความแข็งแรงเฉลี่ยสูงสุด 50.10 นิวตัน สัดส่วนของไฮฟรุกโทสไซรัป ต่อกลูโคสไซรัปต่อซูโครส เท่ากับ 100 : 0 : 0

ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปเป็นแท่งได้ และสัดส่วนของไฮฟรุกโทสไซรัปต่อกลูโคสไซรัปต่อซูโครส เท่ากับ 0 : 0 : 100 มีปริมาณซูโครสมากเกินไป ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความร่วนมากไม่สามารถขึ้นรูปได้แท่งได้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งสัดส่วนของไฮฟรุกโทสไซรัปต่อกลูโคสไซรัปต่อซูโครสที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 51.15 กลูโคสไซรัปร้อยละ 28.57 และซูโครสร้อยละ 14.30 หรือสัดส่วนเท่ากับ 4 : 2 : 1 และอัตราของแห้งต่อปริมาณน้ำเชื่อม เท่ากับ 1 : 1.5 ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งเท่ากับ 14.6 นิวตัน และค่า a_w เท่ากับ 0.40 และระยะเวลาในการอบหลังขึ้นแท่ง ที่อุณหภูมิ 80 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงพอเหมาะ โดยมีค่าความแข็งแรงเท่ากับ 64.0 นิวตัน และค่า a_w เท่ากับ 0.36

สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา (2549) กากถั่วเหลือง (soybean meal) เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองและเต้าหู้ มีลักษณะเหนียว และมีความชื้นสูง แต่เนื่องจากกากถั่วเหลืองดังกล่าวยังคงมีปริมาณของโปรตีนและใยอาหารอยู่มาก จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ได้อย่างมากมาย อย่างไรก็ตามกากถั่วเหลืองที่ยังไม่ผ่านกระบวนการลดความชื้นจะเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องนำกากถั่วเหลืองสดเข้าสู่กระบวนการอบแห้งที่เหมาะสม เพื่อให้ได้กากถั่วเหลืองแห้งที่มีลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางอาหารตามความต้องการของผู้บริโภคและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งกากถั่วเหลืองโดยใช้เจตสเปาท์เตดเบดของอนุภาคดูดซับ ตลอดจนศึกษาผลของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้าเบด อัตราส่วนระหว่างอนุภาคดูดซับต่อกากถั่วเหลือง ความเร็วอากาศผ่านเบดและความสูงเบดเริ่มต้น รวมไปถึงผลของการใช้อนุภาคดูดซับที่มีสมบัติแตกต่างกัน ที่มีต่อจลนศาสตร์การอบแห้ง ค่าพลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำและคุณภาพด้านต่างๆ ของกากถั่วเหลืองอบแห้ง ได้แก่ ค่าสี ระดับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ความสามารถในการดูดน้ำกลับ ค่าความสุกและความสามารถในการละลายของโปรตีน นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลของ อัตราส่วนโดยมวลระหว่างอนุภาคดูดซับต่อกากถั่วเหลืองและความสูงเบดเริ่มต้น ที่มีต่อคุณลักษณะการไหลของเจตสเปาท์เตดเบดของอนุภาคดูดซับด้วย จากการทดลองพบว่าการใช้อนุภาคดูดซับในปริมาณที่พอเหมาะช่วยให้เบดเกิดการสเปาท์ได้อย่างมีเสถียรภาพมากขึ้น ในแง่ของการอบแห้งกากถั่วเหลือง การใช้อนุภาคดูดซับ (ทั้งกรณีอนุภาคดูดซับชนิดแพสซีฟและแอคทีฟ) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการอบแห้งได้โดยเฉพาะในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ โดยการใช้อนุภาคดูดซับชนิดแอคทีฟ (มอลโตเด็กซ์ตริน DE = 28) ช่วยเพิ่มอัตราการอบแห้งได้ดีกว่าอนุภาคดูดซับชนิดแพสซีฟ (ซิลิกาเจล) ในแง่ของการอบแห้งกากถั่วเหลืองสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงโดยไม่ใช้อนุภาคดูดซับให้กากถั่วเหลืองอบแห้งที่มีค่าความสุก (ค่าดัชนียูรีเอส) และค่าความสามารถในการละลายของโปรตีนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานวัตถุดิบอาหารสัตว์ มีระดับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้และกากถั่วเหลืองอบแห้งมีสีเข้มขึ้นเพียงเล็กน้อย ในส่วนของการผลิตกากถั่วเหลือง

อบแห้งในช่วงอุณหภูมิต่ำสำหรับนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารมนุษย์พบว่า การอบแห้งร่วมกับการใช้อนุภาคดูดซับชนิดแอคทีฟ (มอลโตเด็กซ์ตริน) ให้กากถั่วเหลืองอบแห้งที่มีความสามารถในการดูดน้ำกลับและระดับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนากระบวนการอบแห้งกากถั่วเหลืองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อันจะส่งผลให้ได้กากถั่วเหลืองแห้งที่มีคุณภาพดี สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ต่อไป

Hassan et al., (2014) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชโดยใช้ข้าวเหนียวดำ นำมาผสมกับน้ำผึ้ง และผลไม้ฮาลาล (sunnah fruits) นำไปอบด้วยไมโครเวฟ เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีโซเดียม 70.54-235.86mg / kg แคลเซียม 186.54-482.89 มก. / กก. เหล็ก 33.64-41.52 มก. / กก. สังกะสี 29.7650.95 มก. / กก. แมงกานีส, 12.5217.05 มก. / กก.; ทองแดง 11.8613.73 มก. / กก. แมกนีเซียม 88.00-160.14 มก. / กก. ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบชิมโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบรวมเท่ากับ 7.12±10.45 คะแนน จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ผลไม้ฮาลาล (sunnah fruits) สามารถนำมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแท่งโดยที่ยังคงคุณค่าทางโภชนาการและผู้บริโภคยังยอมรับในผลิตภัณฑ์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมี

วัตถุดิบในการผลิตข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง

1. ข้าวกล้องหอมกระดังงา จากโรงสีข้าวพิกุลทอง จ.นราธิวาส
2. น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล บริษัท อุตสาหกรรมแป้งไทย จำกัด)
3. กัวกัม บริษัทวิทยาศรม จำกัด
4. น้ำมันถั่วเหลือง (ตรา องุ่น บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด)
5. แบะแซ ตราปลาแฟนซีคาร์ฟ ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจริญวรกิจ
6. ปลากะตักแห้ง ตลาดเสรี อ.เมือง จ.ยะลา
7. น้ำพริกรสหมึกย่างสไปซี่ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน ต.ปาเสมัส อ.สุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อุปกรณ์งานครัว

- หม้อ ทัพพี
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance) ตรา Mettler Toledo รุ่น AB 204 S, Germany
- เครื่องปั่นผสม ตรา Tefal รุ่น BL116166, Indonesia

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

- แก้วน้ำ, ถ้วยชิม, ถาดรอง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ

- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) รุ่น TA-XTplus ตรา Surrey, England
- เครื่องวัดค่าสี (colorflex) ตรา Hunterlab รุ่น CX 1471, Japan
- เครื่องวัดความหนืด (Viscosity) ตรา Brook field รุ่น DV-T+, U.S.A

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

- เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (Water activity) ตรา Aqualab รุ่น Ss36090, U.S.A.
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (hand refractometer) ตรา ATAGO รุ่น RHB-18ATC , Japan

- เครื่องวัดค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH meter) ตรา Schott รุ่น G0840, Switzerland
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance) ตรา Mettler Toledo รุ่น AB 204 S, Japan
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ตรา Ecocell รุ่น B031643, Germany
- โถดูดความชื้น (Desiccator)
- เตาเผาไฟฟ้า ตรา Carbolite รุ่น S302RR, U.S.A.
- เครื่องสกัดไขมัน ตรา Gerhard รุ่น 4050226, U.S.A.
- เครื่องวิเคราะห์โปรตีน ตรา Foss รุ่น 520017830, Germany
- เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย ตรา VELP SCIEHTFICA รุ่น FIWE, U.S.A.
- ชุดอุปกรณ์ไตเตรท

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ตรา Binder รุ่น 9010-0082, Germany
- เครื่องตีปั่น (Stomacher) ตรา Seward รุ่น CIR 400, France
- หม้อนึ่งฆ่าเชื้อแบบใช้ความดัน (Autoclave) ตรา Tomy รุ่น SX-500, India
- อุปกรณ์เครื่องแก้วในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์
- จานเพาะเลี้ยง
- ปิเปต, บิวเรต

สารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

- Hexene บริษัท Merck, Germany

2. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

- $CuSO_4$ บริษัท Merck, Germany
- KSO_4 บริษัท Merck, Germany
- Octanol บริษัท Merck, Germany
- Conc H_2SO_4 บริษัท Merck, Germany
- NaOH 32 % บริษัท Merck, Germany
- Boric acid 4 % บริษัท Merck, Germany
- HCl 0.1 N บริษัท Merck, Germany

3. สารเคมีที่ใช้ในการเคราะห์ปริมาณใยอาหาร

- H_2SO_4 1.25 % บริษัท Merck, Germany
- NaOH 1.25 % บริษัท Merck, Germany
- Acetone บริษัท Merck, Germany

4. อาหารเลี้ยงเชื้อ

- Standard plate count agar บริษัท Merck, Germany
- 0.1 % Peptone water บริษัท Merck, Germany
- Lauryl sulfate tryptose broth (LST broth) บริษัท Merck, Germany
- Brilliant green lactose bile broth (BGLB) บริษัท Merck, Germany
- EC broth บริษัท Merck, Germany

วิธีดำเนินการวิจัย

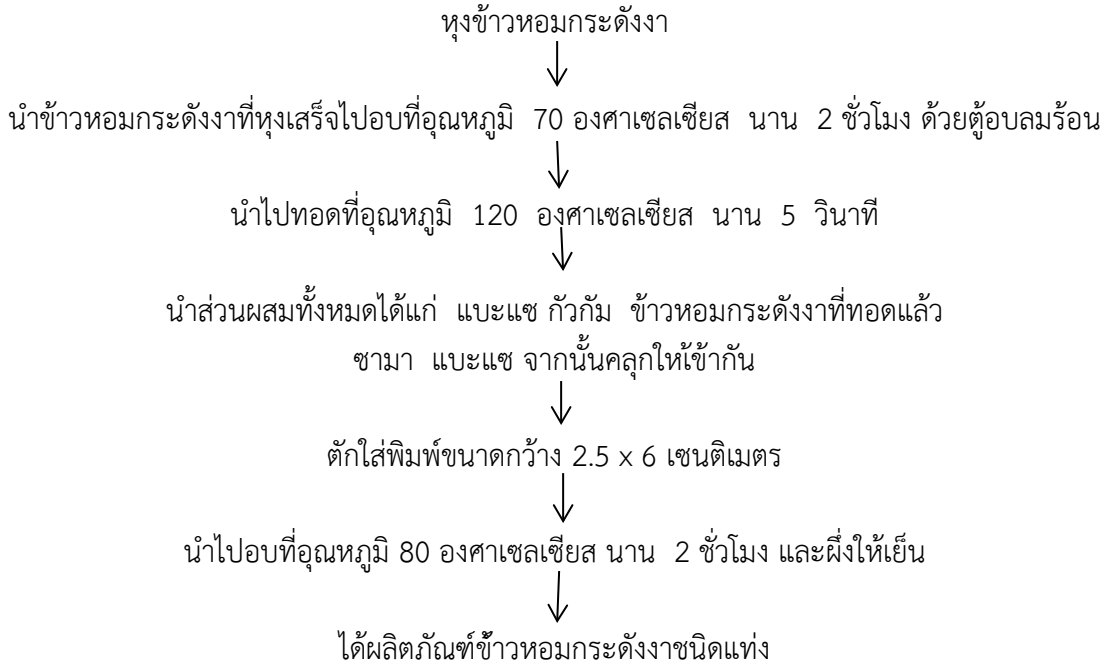
1. ผลิตข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง

นำข้าวหอมกระดังงามาผลิตเป็นธัญพืชอัดแท่ง โดยดัดแปลงสูตรและวิธีการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน อ.สุไหงโกลก จ.นราธิวาส ดังตารางที่ 3.1 และ ภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของธัญพืชอัดแท่ง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ข้าวหอมกระดังงา	50
น้ำพริกรสหมึกย่างสไปซี่	20
แบะแซ	15
กัวกัม	5
ปลากะตักแห้ง	5
น้ำมันถั่วเหลือง	5

ที่มา : (ดัดแปลงจากกลุ่มวิสาหกิจมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน อ.สุไหงโกลก จ.นราธิวาส)



ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง
ที่มา : (ดัดแปลงจากกลุ่มวิสาหกิจมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน อ.สุไหงโกลก จ.นราธิวาส)

จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้ดังนี้

- ค่าสี โดยใช้เครื่อง (Hunter) ตรา Color flax รุ่น CX 1471
- ปริมาณความชื้น เถ้า ใยอาหาร ไขมัน โปรตีน เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมด ตามวิธี AOAC. (2000)
- จุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM.,2000)
- ยีสต์และรา (BAM.,2000)
- ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ แบบ 9-Point Hedonic Scale ในปัจจัยคุณภาพต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม คัดเลือกวิธีการที่ดีที่สุดจากการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง

นำผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งมาบรรจุในถุงพลาสติก โดยในงานวิจัยนี้ศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดคือ ถุงพลาสติกประเภท linear low density polyethylene (LLDPE) และถุงเมทัลไลท์ฟอยล์ ประเภท metalized cast polypropylene film (M-CPP, ฟอยล์) จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทาง กายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง สุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ หรือจนกว่าตัวอย่างมีคุณภาพเสื่อมเสีย/ไม่เป็นที่ยอมรับ วิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

1. ตรวจสอบทางด้านกายภาพ ได้แก่
   - ค่าสี โดยใช้เครื่อง (Hunter) ตรา Color flax รุ่น CX 1471
   - วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) รุ่น TA-XT2
2. ตรวจสอบทางเคมี ได้แก่
   - ปริมาณน้ำอิสระในอาหารโดยใช้เครื่องวอเตอร์แอกตีวีตี้ ตรา Aqualab รุ่น Ss 36090
   - ความชื้น (A.OA.C., 2000)
   - วิเคราะห์การหืน โดยวิเคราะห์ค่า TBA ตามวิธีการของ Pearson (1977)
3. ตรวจสอบทางจุลินทรีย์ ได้แก่
   - จุลินทรีย์ทั้งหมด (A.OA.C., 2000)
   - ยีสต์และรา (A.OA.C., 2000)
4. ตรวจสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ แบบ 9-Point Hedonic Scale ในปัจจัยคุณภาพต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม คัดเลือกวิธีการที่ดีที่สุดจากการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ในแต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Random Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองโดยใช้ Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 การผลิตข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพโดยการวัดค่า L* a* b* ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง พบว่ามีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 34.29, 4.33 และ 9.14 ซึ่งมีสีตามลักษณะปรากฏในภาพรวมของผลิตภัณฑ์คือเป็นสีแดงอมม่วง ตามสีของข้าวหอมกระดังงา ส่วนค่าความชื้น (ร้อยละ และค่าa_w มีค่าเท่ากับ 5.10 และ0.43 ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่มอาหารแห้ง ซึ่งค่าที่ได้ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวพอง ที่กำหนด a_w ไม่เกิน 0.6 และความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน-ข้าวพอง, 2559) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง พบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ ร้อยละ 81.33 ผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งมีปริมาณไขมัน ร้อยละ 4.37 ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการทอด ส่วนพลังงาน พบว่า หากรับประทานผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง 100 กรัม จะให้พลังงาน 462 กิโลแคลอรี่ ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับงานวิจัยของทุติยาภรณ์ จิตตะปาโล และคณะ, (2560) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก พบว่าค่าใกล้เคียงกัน โดยในผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทำจากข้างกล้องอินทรีย์หักให้พลังงาน 475 กิโลแคลอรี่/กรัม ซึ่งหากต้องการผลิตธัญพืชเพื่อสุขภาพที่มีพลังงานต่ำอาจจะต้องปรับส่วนผสมที่ใช้ คือใช้ข้าวพองอบแทนการทอด ส่วนคุณสมบัติทางจุลินทรีย์พบว่า ประมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $3.65x10^2$ โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่งที่กำหนดว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มผช. ผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง 902/2559) และเมื่อนำไปทดสอบชิมกับผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คนพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนผลิตภัณฑ์ในระดับชอบปานกลาง โดยให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) รสชาติ และความชอบรวมเท่ากับ 7.36, 7.50, 7.13, 7.33, 7.53, 7.06 และ 7.53 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทางโภชนาการและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งเปรียเทียบกับธัญพืชชนิดแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

คุณสมบัติ	ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง	ข้าวกล้องอินทรีย์หัก[1]
กายภาพ		
L*	34.29±0.02	37.90±1.80
a*	4.33±0.05	8.10±1.60
b*	9.14±0.10	16.10±1.40
เคมี		
a_w	0.43±0.02	0.33 ±0.10
ความชื้น (ร้อยละ)	5.10±1.05	4.24
เถ้า (ร้อยละ)	0.72±1.12	0.75
ใยอาหาร (ร้อยละ)	3.25±1.02	-
ไขมัน (ร้อยละ)	4.37±0.80	19.17
โปรตีน (ร้อยละ)	8.48±1.64	6.18
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	81.33±2.50	69.66
พลังงานทั้งหมด (แคลอรี/กรัม)	4,622.33	-
จุลินทรีย์		
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	35	3.5x10
ยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)	<30	<10
ประสาทสัมผัส		
ลักษณะปรากฏ (คะแนน)	7.36±0.99	-
สี (คะแนน)	7.50±1.00	6.6 ±1.7
กลิ่น (คะแนน)	7.13±1.10	-
กลิ่นรส (คะแนน)	7.33±0.99	6.6 ±1.8
รสชาติ (คะแนน)	7.53±0.77	
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) (คะแนน)	7.06±0.98	6.7 ±1.9
ความชอบรวม (คะแนน)	7.53±0.81	6.7 ±1.8

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง

[1] งานวิจัยของทุติยาภรณ์ จิตตะปาโลและคณะ (2560)

- หมายถึงไม่ทำการวิเคราะห์

4.2 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง

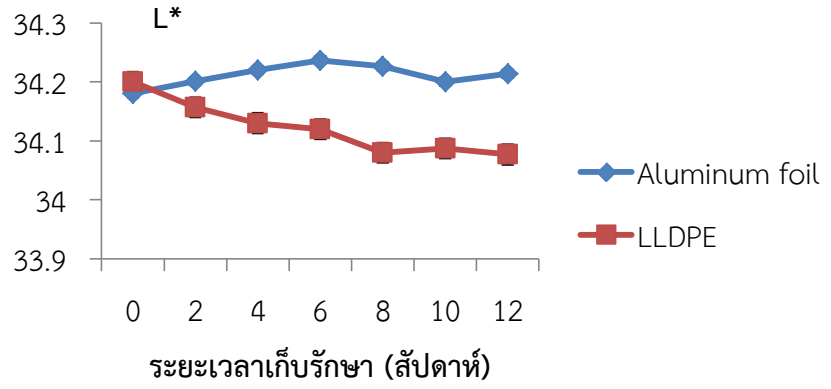
นำผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งจากข้อ 4.1 มาบรรจุในถุงพลาสติก โดยในงานวิจัยนี้ศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดคือ ถุงพลาสติกประเภท linear low density polyethylene (LLDPE) และถุงเมทัลไลท์ฟอยล์ ประเภท metalized cast polypropylene film (M-CPP, ฟอยล์) จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง สุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์หรือจนกว่าตัวอย่างมีคุณภาพเสื่อมเสีย/ไม่เป็นที่ยอมรับ ได้ผลการทดลองดังนี้

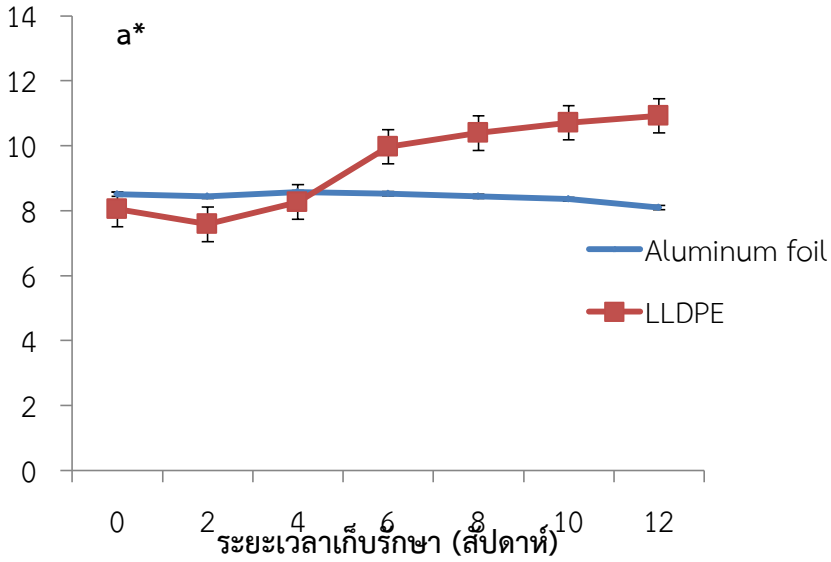
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ

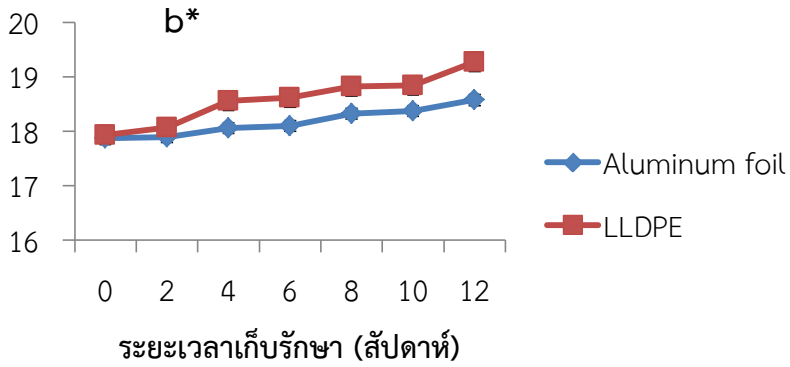
4.1.1.1 ค่าสี

ค่า L*

จากการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ในรูป L*, a* และ b* จากการวิเคราะห์ค่าสีของข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในสภาวะสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) พบว่า ค่า ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีค่า L* เท่ากับ 34.18±0.01 เมื่อผ่านไป 12 วันค่า L* เท่ากับ 34.21±0.01 ส่วนผลิตภัณฑ์ในถุง LLDPE พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีค่า L* เท่ากับ 34.20±0.02 เมื่อผ่านไป 12 วันค่า L* เท่ากับ 34.06±0.10 ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตมีคุณสมบัติในการป้องการซึมผ่านของน้ำ ไขมันและการส่องผ่านของแสงได้ทั้งในอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ (Orhan *et al*., 2002; Li-E *et al*., 2008) จึงใช้เป็นภาชนะบรรจุที่ใช้เพื่อป้องกันแสงและความชื้นสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร (Stokosa et al., 2012; กมลทิพย์ กรรไพเราะ, 2555) ค่า a* เป็นค่าของสีแดงเมื่อค่า a* เป็นบวก (+) และสีน้ำเงินเมื่อค่า a* เป็นลบ (-) จากผลการทดลองค่า a* ของข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในสภาวะสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีค่า a* เท่ากับ 8.05±0.01 เมื่อผ่านไป 12 วันค่า a* เท่ากับ 8.09±0.01 ส่วนผลิตภัณฑ์ในถุง LLDPE พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีค่า a* เท่ากับ 8.04±0.05 เมื่อผ่านไป 12 วันค่า a* เท่ากับ 10.92±020 ตามลำดับ ส่วนค่า b* เป็นค่าแสดงความเป็นสีเหลืองเมื่อค่า b* เป็นบวก (+) และเป็นสีเขียวเมื่อค่า b* เป็นลบ (-) จากการทดลองค่า b* ของข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในสภาวะสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีค่า b* เท่ากับ 17.87±0.10 เมื่อผ่านไป 12 วันค่า b* เท่ากับ 18.57±0.10 ส่วนผลิตภัณฑ์ในถุง LLDPE พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีค่า b* เท่ากับ 17.93±0.05 เมื่อผ่านไป 12 วันค่า b* เท่ากับ 19.27±0.10 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1)





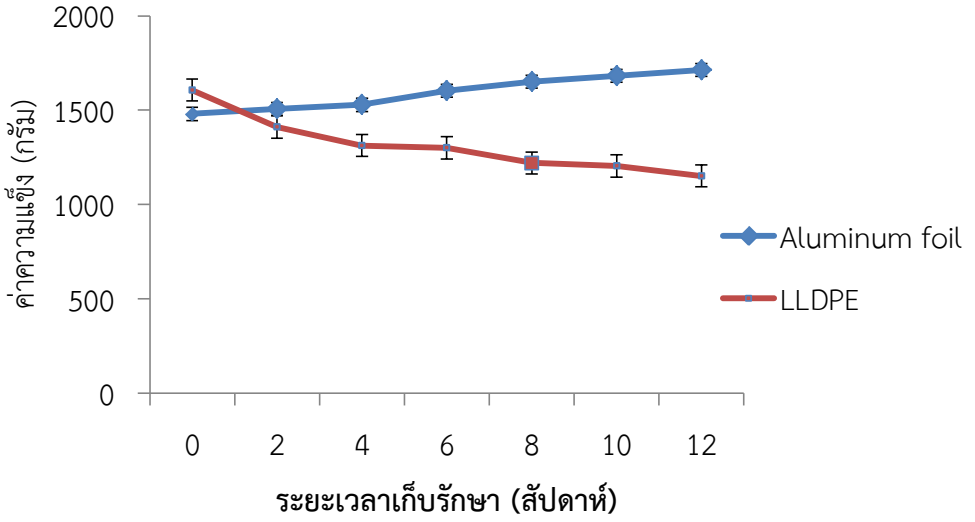


ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงของค่า L* a* และ b* สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์

จากการวิเคราะห์ค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์กระดังงาชนิดแท่งพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของค่า L* a* b* ตามระยะเวลาการเก็บรักษา กล่าวคือ ในการบรรจุในสภาวะปกติ (ถุง LLDPE) ค่า L* มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่า a* และ b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งอาจเกิดถุงพลาสติกชนิด LLDPE ไม่มีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นและแสง ส่งผลให้เร่งการเกิดเกิดปฏิกิริยาเคมี โดย Patras et al (2010) กล่าวว่า ปัจจัยหนึ่งของการเสื่อมเสียของอาหารแห้งคือ สภาวะในการเก็บรักษา โดยชนิดของบรรจุภัณฑ์ส่งผลอย่างมากต่อผลิตภัณฑ์คือ การที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการสลายของสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์หรือการเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน ทำให้ได้สารประกอบสีน้ำตาล ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทุก ๆ 10 องศาเซลเซียส จะเร่งให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น 2-3 เท่า ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์จะพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเนื่องจาก ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตที่นำมาใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้น ป้องกันอากาศซึมผ่าน และป้องกันการส่องผ่านของแสงได้ดีกว่าพลาสติก (Pua *et al.,* 2008) ซึ่ง วริพัสย์ อารีกุลและคณะ, (2557) กล่าวว่าสภาวะการเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือการเก็บในบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนและหากจะยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นให้เก็บที่อุณหภูมิต่ำ จากการทดลองพบว่า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีสีใกล้เคียงกับวันที่เริ่มต้นการผลิต (วันที่ 0) แสดงให้เห็นว่า บรรจุภัณฑ์ก็เป็นสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

4.1.1.2 เนื้อสัมผัส (ความแข็ง)

จากการวิเคราะห์ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งจะเห็นว่าข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุงอลูนิเมียมฟอยล์มีการเปลี่ยนแปลงด้านความแข็งเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LDPPE กล่าวคือ ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ข้าวหอมกระดังงาในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีค่าเท่ากับ 1,500 ±75 กรัม เมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ค่าเท่ากับ 1,532 ± 138 กรัม ส่วนผลิตภัณฑ์ในถุง LDPPE พบว่า วันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ข้าวหอมกระดังงาในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีค่าเท่ากับ 1,538 ± 445 กรัม เมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ค่าเท่ากับ 1,250 ± 250 กรัม ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่สามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าถุงพลาสติกชนิด PP และ PE สอดคล้องกับงานวิจัยของปรารถนา ขะมานาม (2557) ที่กล่าวว่าปริมาณความชื้นมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ประเภทขนมขบเคี้ยวโดยทำให้โครงสร้าง Starch/Protein Matrix ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์นิ่ม แรงกลของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ความกรอบลดลง ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ประเภทขนมขบเคี้ยว ซึ่งคุณลักษณะของอาหารประเภทนี้ที่ผู้บริโภคต้องการคือเนื้อแน่นและกรอบ โดยอาหารที่กรอบจะต้องเนื้อแน่นและแตกง่ายทันทีเมื่อเคี้ยว ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวทำให้สรุปได้ว่าการบรรจุธัญพืชอัดแท่งในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปมากนักเมื่อบรรจุในภาชนะชนิดอื่น (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัส (ความแข็ง) สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 90 วัน

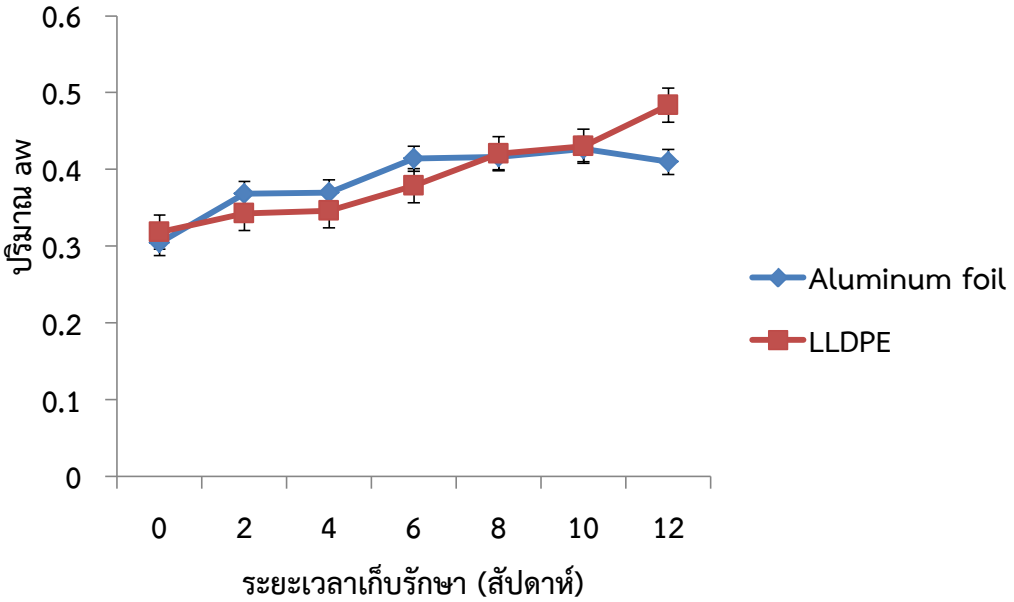
4.1.2 คุณภาพทางเคมี

4.1.2.1 ค่า a_w และ ความชื้น

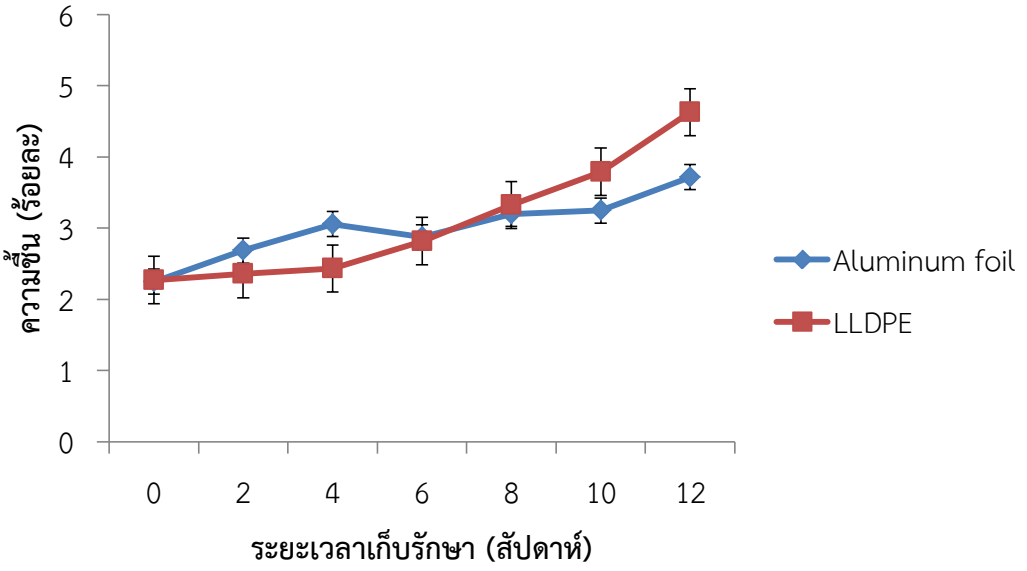
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพได้แก่ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ในผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในระยะเวลา 12 สัปดาห์พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ข้าวหอมกระดังงานชนิดแท่งที่บรรจุในถุงอลิมิเนียมฟอยด์มีค่า a_w เท่ากับ 0.30±0.005 เมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์มีค่า a_w เท่ากับ 0.31±0.002 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง LDPPE ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีค่า a_w เท่ากับ 0.31±0.002 เมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์มีค่า a_w เท่ากับ 0.49±0.001 ส่วนความชื้นพบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันส่งผลทำให้ความชื้นต่างกันด้วย กล่าวคือ ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ข้าวหอมกระดังงานชนิดแท่งที่บรรจุในถุงอลิมิเนียมฟอยด์มีค่าความชื้นร้อยละ 2.24 ±0.07 เมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นร้อยละ 3.36 ± 0.10 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง LDPPE ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.26±0.16 และเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ความชื้นเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 4.62 ± 0.20 (ภาพที่ 4.3 – 4.4) เมื่อพิจารณาทั้ง 2 ปัจจัยคือค่า a_w และความชื้นพบว่าให้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกัน โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ค่า a_w และความชื้นมีแนวโน้มต่ำกว่าการเก็บรักษาในถุง LLDPE เนื่องจาก ถุงฟอยล์มีคุณสมบัติในการป้องกันแสง อากาศ และความชื้น (กมลทิพย์ กรรไพเราะ., 2555) อย่างไรก็ตามจะพบว่า ทุกชุดการทดลองค่า a_w และปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง ซึ่งกำหนดค่า a_w ไม่เกิน 0.85 และความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 (มาตรฐานชุมชน-ผักผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง 902/2559) ดังนั้นอาหารที่มีค่า a_w อยู่ในช่วงดังกล่าว จุลินทรีย์โดยเฉพาะจุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเจริญได้ รวมทั้งสามารถยับยั้งปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่ทำให้อาหารเสื่อม

คุณภาพและไม่ปลอดภัย เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

แต่จากการทดลองจะพบว่าทั้งค่า a_w และปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา มีสาเหตุเนื่องจากอาหารได้สัมผัสกับอากาศที่หลงเหลือในบรรจุภัณฑ์หรือมีการซึมผ่านของอากาศเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ รวมทั้งสภาพแวดล้อม ทำให้อาหารดูดซับความชื้น ส่งผลทำให้ค่า a_w และปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับวริพัสย์ อารีกุลและคณะ, (2557) ที่ได้ศึกษาค่าพลังงานก่อกัมมันต์สำหรับสภาพการให้ซึมผ่านของไอน้ำของพลาสติก พบว่า ฟิล์มพลาสติกชั้นเดียว เช่น พอลิโพลไพลีน พอลีเอทิลีน มีสัมประสิทธิ์สภาพให้ซึมผ่านได้ของไอน้ำปานกลาง มีค่าระหว่าง 0.2785-0.3688 กรัมต่อตารางเมตรต่อวันต่อมิลลิเมตรปรอท โดยการเคลื่อนที่ของไอน้ำจะเกิดในถุงพลาสติกได้ดีกว่าฟอยล์ เนื่องจากฟอยล์เป็นถุงชนิดเมทัลไลท์ฟอยล์ เกิดจากฟิล์มพอลิพอลิโพลไพลีนฉาบผิวด้านนอกด้วยไอโลหะ จึงทำให้มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านไอน้ำและก๊าซได้ดีกว่าถุงพลาสติกที่เป็นฟิล์มโพลิเอทิลีนชั้นเดียว (Fowle, 2005) ซึ่งถุงฟอยล์มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำน้อยกว่า 0.70 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Butler et al., 2009) ทำให้ระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นผลิตภัณฑ์ก็มีความชื้นสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้สาเหตุหนึ่งที่ส่งผลทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาเนื่องมาจาก ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งจัดเป็นอาหารพวก High Hygroscopicity คือ เป็นอาหารที่มีน้ำตาลและเกลือสูง เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จะทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับปรารถนา ขะมานาม (2557) ที่ศึกษาการเพิ่มมูลค่ากล้วยตากตกเกรดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งพบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ ค่า a_w และความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย



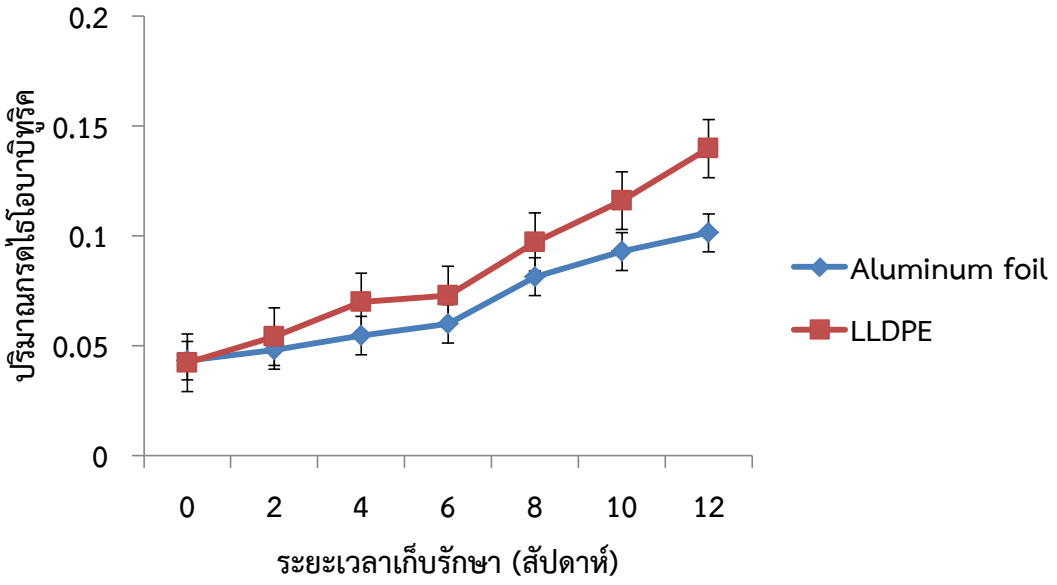
ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของค่า a_w สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์

4.1.2.2 ค่า TBA

ค่า TBA เป็นดัชนีบ่งบอกถึงคุณภาพที่มีความสำคัญบ่งชี้ถึงการเกิดออกซิเดชันในไขมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะวัดปริมาณสาร secondary oxidation products ที่เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็น primary oxidation products จะเกิดมากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (Lamkampang, & Inget, 2015) นอกจากนี้ยังมีปริมาณออกซิเจนและค่า a_w เป็นปัจจัยในการเร่งให้เกิดปฏิกิริยา (Banchuen *et al.,*2009) จากการทดลองผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE และบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ให้ผลแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.5) โดยข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE มีค่า TBA เฉลี่ยเท่ากับ 0.059 ±0.013 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่างในวันเริ่มเก็บรักษา (วันที่ 0) จนเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์มีค่าเท่ากับ 0.14±0.01 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ส่วนการข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีค่า TBA เท่ากับ 0.052±0.004 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่างในวันเริ่มเก็บรักษา (วันที่ 0) จนเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์มีค่าเท่ากับ 0.13 ±0.02 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง จากการทดลองจะพบว่า บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งคือถุงอลูมิเนียมฟอดล์ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการป้องกันแสง อากาศ และไอน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอุณหภูมิและแสงจะเป็นตัวการในการเร่งมาลอนแอลดีไฮด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัว (Lebiedzinska & Szefer, 2006) ส่งผลให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ปริมาณ TBA ยังสัมพันธ์กับค่า a_w โดย Choe และ Min (2007) กล่าวว่า ค่า a_w ในอาหารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน โดยอัตราการเกิดออกซิเดชั่นจะลดลงเมื่อค่า a_w อยู่ในช่วง 0–0.4 และจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อค่า a_w มากกว่า 0.4 ซึ่งตลอดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ 12 สัปดาห์ ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดบรรจุภัณฑ์มีค่าอยู่ในช่วง 0.3–0.4 ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของค่า TBA จึงเกิดขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตามตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่พบกลิ่นผิดปกติที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ และค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาทั้ง 2 สภาวะก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือไม่เกิน 20 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมสำหรับอาหารทั่วไป (Serpen & Gökmen., 2009)



ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงของค่า TBA สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์

4.1.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในระยะเวลา 12 สัปดาห์พบว่า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุง LLDPE และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์เกิดขึ้น โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีการเพิ่มจำนวนขึ้นน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง LLDPE ตลอด 12 สัปดาห์ ในวันแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง LLDPE มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้น 15 โคโลนีต่อกรัมและเพิ่มเป็น 75 โคโลนีต่อกรัมเมื่อครบ 12 สัปดาห์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้น 15 โคโลนีต่อกรัมและเพิ่มเป็น 35 โคโลนีต่อกรัมเมื่อครบ 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 4.2) ส่วนปริมาณยีสต์และราก็ให้ผลเช่นเดียวกันโดยพบว่า ปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม (ตารางที่ 4.2) ตั้งแต่วันที่เริ่มเก็บรักษาตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเชื้อราส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตในสภาพที่ค่อนข้างเป็นกรดและต้องการออกซิเจนสำหรับการเจริญ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2543) ได้ดีกว่าแบคทีเรีย โดยเชื้อราจะเจริญในบริเวณที่มีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.6–0.9 เมื่อพิจารณาค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิด

แท่งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ พบว่ามีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.30–0.48 ซึ่งค่า a_w ในช่วงนี้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา (กมลทิพย์ กรรไพเราะ., 2555; ปรารถนา ขะมานาม, 2557) และเมื่อพิจารณาพบว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่งที่กำหนดว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มผช. ผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง 902/2559)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์

วันที่	ถุง LLDPE		ถุงอลูมินียมฟอยล์	
	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)
0	15	<30	15	<30
15	25	<30	15	<30
30	35	<30	20	<30
45	35	<30	20	<30
60	55	<30	25	<30
75	55	<30	35	<30
90	75	<30	35	<30

4.1.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน พบว่า เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการเก็บรักษา (12 สัปดาห์) คะแนนการประเมินทางลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเท่ากับ 7.60 และเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน 4.60 ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์พบว่าช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเท่ากับ 7.60 และเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน 5.00 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

เมื่อพิจารณาค่าสีของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเท่ากับ 7.13 และเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน 5.20 ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์พบว่าช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเท่ากับ 7.33 และเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน 5.46 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองทางคุณลักษณะทางกายภาพโดย การวัดค่า L* a* b* (ภาพที่ 4.1) ที่พบว่า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุง LLDPE ส่งผลต่อค่า L* a* b* ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งมากกว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ส่งผลให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับในด้านค่าสีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันด้วย

การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางด้านกลิ่นพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเท่ากับ 7.00 และเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน 4.46 ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์พบว่าช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเท่ากับ 7.60 และเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน 4.93 ตามลำดับ จะพบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนสูงกว่าเนื่องจากยังมีกลิ่นของส่วนผสมมากว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของกมลทิพย์ กรรไพเราะ (2555) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสต้มยำที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงกลิ่นเครื่องเทศสมุนไพรอาจเป็นผลเนื่องมาจากส่วนประกอบของผงปรุงรสต้มยำได้แก่ ตะไคร้ ใบมะกรูด และหอมแดง ซึ่งเป็นสารที่ระเหยได้ง่ายและมีการสลายตัวถ้ามีสภาวะการเก็บที่ไม่เหมาะสมเช่น ความร้อนและบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถป้องกันความชื้น แสง และอากาศได้ ซึ่งการใช้ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตช่วยป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและความชื้นได้ดี การระเหยของกลิ่นในผลิตภัณฑ์จึงเกิดได้น้อย ส่งผลให้กลิ่นเครื่องเทศยังคงอยู่

การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเท่ากับ 7.40 และเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน 4.60 ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์พบว่าช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเท่ากับ 7.33 และเมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน 4.86 ตามลำดับ คะแนนที่ได้สอดคล้องกับค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่พบว่า การบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงด้านความแข็งเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LDPPE ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่สามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าถุงพลาสติกชนิด PP และ PE (ปรารถนา ขะมานาม, 2557)

ความชอบโดยรวมในผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันทั้ง 2 ชนิดพบว่า คะแนนที่ได้แตกต่างกัน โดยข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LLDPE ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนอยู่ในช่วง 4.93–7.66 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนอยู่ในช่วง 5.00–7.80 ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มากกว่าและเมื่อเมื่อตรวจสอบคะแนนของปัจจัยต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาได้แก่ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจากปัจจัยดังกล่าวสรุปได้ว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจะช่วยยืดอายุและทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุง LLDPE และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 12 สัปดาห์

คุณสมบัติ	ชนิดของบรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์ที่)						
		0	2	4	6	8	10	12
ลักษณะปรากฏ	ถุง LLDPE	7.43±0.91^{aNS}	7.46±0.51^{aNS}	7.00±0.77^{bB}	7.00±0.67^{bB}	6.98±0.60^{bB}	6.43±0.56^{cB}	6.24±0.56^{dB}
	ถุงอลูมิเนียมฟอยล์	7.46±0.51^{aNS}	7.43±0.61^{aNS}	7.27±1.00^{bA}	7.20±0.58^{cA}	7.16±0.65^{dA}	7.10±0.74^{eA}	7.06±0.63^{eA}
สี	ถุง LLDPE	7.34±1.29^{aNS}	7.34±0.83^{aNS}	7.27±1.28^{abNS}	7.13±0.59^{bB}	7.06±0.67^{cB}	6.73±0.35^{dB}	6.60±0.0.82^{eB}
	ถุงอลูมิเนียมฟอยล์	7.33±0.89^{aNS}	7.33±0.81^{aNS}	7.27±1.34^{abNS}	7.28±0.64^{abA}	7.26±0.59^{bcA}	7.10±0.53^{cA}	7.08±0.74^{dA}
กลิ่น	ถุง LLDPE	7.50±1.19^{aNS}	7.26±1.22^{bB}	7.09±1.30^{cB}	6.84±0.61^{dB}	6.66±0.58^{dB}	6.33±0.61^{eB}	5.46±0.74^{fB}
	ถุงอลูมิเนียมฟอยล์	7.60±0.63^{aNS}	7.46±0.81^{bA}	7.38±1.32^{bcA}	7.29±0.70^{cA}	7.18±0.63^{dA}	7.04±0.50^{eA}	6.93±0.45^{eA}
เนื้อสัมผัส	ถุง LLDPE	7.34±1.29^{aNS}	7.34±0.83^{aNS}	7.16±1.28^{bB}	6.80±0.59^{cB}	6.66±0.67^{dB}	6.23±0.35^{eB}	5.90±0.82^{fB}
	ถุงอลูมิเนียมฟอยล์	7.33±0.89^{aNS}	7.33±0.81^{aNS}	7.27±1.34^{aA}	7.18±0.64^{bA}	7.16±0.59^{bA}	7.06±0.74^{cA}	7.04±0.537^{cA}
ความชอบรวม	ถุง LLDPE	7.69±0.81^{aNS}	7.56±1.22^{aNS}	7.37±0.90^{bB}	7.15±0.56^{cB}	6.90±0.66^{dB}	6.73±0.63^{eB}	6.34±0.59^{fB}
	ถุงอลูมิเนียมฟอยล์	7.70±0.56^{aNS}	7.66±0.63^{aNS}	7.45±0.68^{abA}	7.36±0.68^{bA}	7.26±0.81^{bcA}	7.10±0.61^{cA}	7.03±0.37^{dA}

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่กำกับที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแถวเดียวกัน ($p<0.05$)
ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่กำกับที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมภ์เดียวกัน ($p<0.05$)
^{NS} แสดงว่าข้อมูลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การพัฒนาและศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง เริ่มจากศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภค สรุปได้ดังนี้

1. จากากรศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่งพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มี L* a* และ b* เท่ากับ 34.29, 4.33 และ 9.14 ปริมาณความชื้นร้อยละ 5.10 และ aw เท่ากับ 0.43 พบปริมาณเถ้า ใยอาหาร ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 0.72, 3.25, 4.37, 8.48 และ 81.33 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ให้พลังงาน 4,622.33 แคลอรี/กรัม จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 35 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง โดยศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดคือ ถุงพลาสติกประเภท linear low density polyethylene (LLDPE) และถุงเมทัลไลท์ฟอยล์ ประเภท metalized cast polypropylene film (M-CPP, ฟอยล์) พบว่า ตลอดระยะเลาทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ พบเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านค่าสี (L* a* b*) ค่าเนื้อสัมผัส (ความแข็ง) ค่า a_w และความชื้น ค่า TBA ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งยีสต์และรา ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ส่งผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้วย จากการทดลองทำให้สรุปได้ว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง คือ บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตบางส่วนเช่น เปลี่ยนวิธีการทอดข้าวเป็นการอบ เพื่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

2. ควรศึกษาธัญพืชชนิดอื่น โดยเฉพาะพืชในท้องถิ่น ที่ให้พลังงานต่ำสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทขนมขบเคี้ยว/ธัญพืชอัดแท่ง เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2555). *การผลิตและการใช้ประโยชน์จากน้ำนึ่งปลาทูน่าผงเพื่อใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องต้มยำผง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทุติยาภรณ์ จิตตะปาโล วราภรณ์ วิทยาภรณ์ และวีระพงศ์ วิรุฬห์ธนกฤษณ์. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก. *วารสารวิจัย มสด สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 10(3), 47-68

ปวีณา เพี้ยงจันทร์. (2549). *การพัฒนาเครื่องปรุงรสจากผัก.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปาริสุทธ์ สงทิพย์. (2550). *การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. (2541). *บรรจุภัณฑ์อาหาร.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ปรารถนา ขะมานาม. (2557). *การเพิ่มมูลค่ากล้วยตากตกเกรดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวชนิดแท่ง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏภิบูลสงคราม.

ประภัสสร เจริญกิจ. (2556). *การพัมนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองจากข้าวกล้องสังข์หยดเมืองพัทลุงที่ปรุงหน้าด้วยปลาทูแขกหยอง โดยใช้เทคนิคไมโครเวฟในการทำแห้ง.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2559). *ผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง (มผช. 902-2559)*. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2563, http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0136_58

เมธินี ศรีวัฒนกุล และจารุวรรณ จาติเสถียร. (2556). *การพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวพันธุ์รับรองโดยใช้ระบบเพาะเลี้ยงยอดอ่อน*. แสง.[ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2562, จาก: http//www.doa.go.th.

ยงยุทธ เสาวพฤกษ์. (2562). *แนวโน้ม 'อาหารและเครื่องดื่ม' เพื่อสุขภาพ.* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2563, จาก: https://www.prachachat.net/columns/news-268743

รังสิต เส็งหะพันธุ์ กาญจนา กล้าแข็ง พรรณณี รอดแรงบุญ เบญจมาศ ศิลาย้อย เลิศลักษณ์ เงินศิริ สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล เสาวนีย์ สุพุทธิธาดา เผดิม ระติสุนทร และประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. (2537). การชักนำให้เกิดการกลายในข้าวโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตอนที่ 1. *วารสารเกษตรศาสตร์,* 28 (1), 381-389.

วรรณา วงศ์แสงธรรม. (2547). *การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแท่งจากคัพภะข้าวโพด.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วริพัสย์ อารีกุล มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ ศดานันท์ นรินทร์สุขสันติ และสุวรรณ ทาเขียว. (2557). *งานวิจัยเรื่องการพัฒนาชาเจียวกู่หลานผงสำเร็จรูปด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย และความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา.* สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิไล รังสาดทอง. (2543). *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร*. บริษัท แท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.

วิกิพีเดีย. (2563). *ซัมบัล.* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2563, จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%8B%E0%B8%B1%E0%B8%A1%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%A5

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล สิริมา ชินสาร และสันทัด วิเชียรโชติ. (2562).*การเพิ่มมูลค่าหอยแมลงภู่และข้าวหอมกระดังงา โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์คล้ายเจอร์กีพร้อมบริโภค*. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. (2553). *รายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดและการหุงต้มรับประทานข้าวพันธุ์ พื้นเมืองของศูนย์วิจัยข้าวปัตตานี*. ปัตตานี

สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. (2549). *งานวิจัยเรื่องการอบแห้งกากถั่วเหลืองโดยใช้เจตสเปาท์เตดเบดของอนุภาคดูดซับ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สินินาฏ มหาไม้. (2553). *การออกแบบและพัฒนาข้าวพองอัดแท่งจากข้าวนึ่งเสริมแร่ธาตุจากธรรมชาติ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. (2543). *กระบวนการทำแห้งอาหาร*. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.

สุธิดา กิจจาวรเสถียร. (2553). *ผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่ง*. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. พระนคร.

สุวรรณา สุภิมารส. (2543). *เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต.* สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.

อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล ปัญญรัศมี ลือขจร และจิราพร ศรีสายะ (2557). *การใช้ข้าวสังข์หยดเพื่อการผลิตธัญพืชอัดแท่ง*. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

อรุณี ยูโซ๊ะ และสมปอง เตชะโต. (2557). ผลของซูโครสและไดแคมบาต่อการชักนาแคลลัสจากคัพภะแก่และใบอ่อนของข้าวหอมกระดังงา. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 1*(3), 1-4

เอกราช แก้วนางโอ นิธิศ แสงอรุณ สมบูรณ์ สุวรรณโณ อัมพร ทองไชย สำเริง แซ่ตัน รชนิศ พานิชกิจวัฒนา โพธิ์ศิริ วรัญญา ด่านทวีศิลป์ สมทรง โชติชื่น กัญญา เชื้อพันธุ์ สุนันทา วงศ์ปิยชน ภคินี อัครเวสสะพงศ์ เกรียงไกร พันธุ์วรรณ์ บุญนะ หนูคง จรูญ ศรีสุวรรณ กัณธิกานต์ ปลอด ปล้อง และมาเรียม มูนะ. (2557). หอมกระดังงา ข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ดี จังหวัดนราธิวาส. ใน *การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว* ครั้งที่ 31 พ.ศ. 2557

.A.O.A.C. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC international. 17th ed*. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, Md.

Banchuen, J., Thammarutwasik, P., Ooraikul, B., Wuttijumnong, P., & Sirivongpaisal, P. (2009). Effect of germinating processes on bioactive component of Sangyod Muang Phatthalung rice. *Thai Journal of Agricultural Science,* 42(4), 191-199.

Butler, T.I., Morris., B.A. & Wagner,J.R. (2009). *Chapter 15 - PE based multilayer film structures*,. Multilayer flexible packaging. William Andrew Publishing. Boston.

Choe, E., & Min, D. B. (2007). Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of Food Science,* 72(5), 77-86

Fowle, J. (2005). *Developments in barrier films for packaging*. Pira International Ltd. UK. อ้างโดย รัชนีวรรณ กุลจันทร์.(2551).*การหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์สำหรับสภาพให้ซึมผ่านได้ ของไอน้ำของฟิล์มพลาสติกและการประยุกต์ในการบรรจุอาหารที่ไวต่อความชื้น*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hassan, A. R., Arifin, C. N. & Rahman, A. (2014). Sensory Preference and Mineral Contents of Cereal Bars Made from Glutinous Rice Flakes and Sunnah Foods. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(12), 26-31

Lamkampang, P. & Inget, S.V. (2015). Product Development of Khao-Tang Supplemented with Calcium from Grey Feather Back Fish bone. *Saundusit Research Journal*, 8 (1), 55-71.

Lebiedzinska, A., & Szefer, P. (2006). Vitamins B in grain and cereal-grain food, soyproducts and seeds. *Food Chemistry,* 95(1), 116-122.

Li-E, J., Qing, C. and Ke-Chang, X. (2008). Antioxidant activities and composition of extracts from chili. *International Jounal of Food Science and Technology*. 43, 666-672.

Pua, C. K., Sheikh abd. Hamid, N., Tan, C. b., Mirhosseini, H., Abd.Rahman, R. and Rusul, G. (2008). Storage stability of jackfruit *(Artocarpus heterophyllus)* powder packaged in aluminium laminated polyethylene and metallized co-extruded biaxially oriented polypropylene during storage. *Jounal of Food Engineering.* 89, 419 – 428.

Orhan, I., Eryilmaz, B. and Bingol, F. (2002). A comparative study on the fatty acid contents of *Capsicum annuum* varieties. Biochemical. *Systermatic and Ecology*, 30, 901-904.

Serpen, A., & Gökmen, V. (2009). Evaluation of the Maillard reaction in potato crisps by acrylamide, antioxidant capacity and color. *Journal of Food Composition and Analysis,* 22(6), 589-595.

Sompornpailin, K. and Chutipaijit, S. (2012). Enhancement of plant regeneration efficiency from mature grains of thai *indica* rice (Oryza sativa L. cv. KDML 105). *Pakistan Journal of Botany* ,44, 1385-1390

Stoklosa, A.M., R.A. Lipasek, L.S. Taylor, and L.J. Mauer. (2012). Effects of storage conditions, formulation, and particle size on moisture sorption and flowability of powders: A study of deliquescent ingredient blends. *Food research iInternational*, 49, 783-791.

Zhang, Y.X. and Te-chato, S. (2012). Callus induction and plantlet regeneration from mature embryos of *indica* rice (Oryza sativa L.) cultivar Hom Kra Dang Ngah. *Journal of Agricultural Technogy*, 8, 24-23

Zuraida, A. R., Zulkifli, A. S., Habibuddin, H. & Naziah, B. (2012). Regeneration of Malaysian rice variety MR 219 via somatic embryogenesis. *Tropica Agriculture and Food Science*, 39, 167–177.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

ก.1 การวัดค่าแรงกดของเนื้อสัมผัส (Compression force) (Anon, 1996)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Texture analyzer ยี่ห้อ Stable micro system รุ่น TA-XT2

วิธีการ

1. เลือกโปรแกรม Textureexpert English

2. ใช้หัววัดแบบหัวเข็มรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิลิตร Spherical stainless และติดฐานวางตัวอย่างลงบนฐานรองรับรูปทรงกระบอกกรวยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร

3. ทำการวัดโดยให้หัวกดลงบนตัวอย่าง ซึ่งความเร็วของหัววัดขณะทดสอบ 5.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วของหัววัดหลังการทดสอบ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที และให้หัววัดกดตัวอย่างลงเป็นระยะทาง 3 มิลลิเมตร

4. อ่านค่าแรงกดสูงสุดของตัวอย่างที่วัดได้จากค่า Maximum force

ก.2 การวัดค่าสี

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดค่าสี (colour) ตรา Hunter lab รุ่น Cx 1471

วิธีการ

1. เปิดเครื่อง และเลือกโปรแกรม STANDARDIZE โดยกดปุ่มสัญลักษณ์
2. ทำการ calibration
   - วางแผ่นสีดำมาตรฐาน (Black Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์
   - วางแผ่นสีขาวมาตรฐาน (White Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์
   - หน้าจอเครื่องจะปรากฏ L* a* และ b*
3. วางตัวอย่างในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดปุ่มสัญลักษณ์
4. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ก.3 การวัดค่า Water activity; a_w

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่า Water activity; a_w
2. ตลับพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง

วิธีการ

1. รินตัวอย่างใส่ในตลับพลาสติก ร้อยละ 80-90
2. นำตลับใส่ใน Measuring chamber
3. ปิดฝา chamber โดยหมุนตามเข็มและปิดฝาครอบ
4. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ก.4 การวัดความหนืด

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ตรา Brook field รุ่น DV-I+
2. บีกเกอร์

วิธีการ

1. ทำการติดตั้งเครื่องกับเสาแกนตั้ง ปรับฟองอากาศในช่องกระจกให้อยู่ตรงกลางโดยปรับหัวหมุนใต้เสาแกนตั้ง

2. นำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ให้มีปริมาณมากพอ ต่อ RTD Temperater probe เข้ากับตัวอย่างเพื่อวัดอุณหภูมิของตัวอย่างขณะการวัดความหนืด

3. เปิดสวิทช์เครื่อง เลือกใส่หัวหมุน (spindle) ให้เหมาะสมกับตัวอย่าง ทำการใส่ค่าของขนาดหัวหมุน (select spindle) และค่าความเร็วที่ใช้ (select speed)

4. จากนั้นกด select display เครื่องจะแสดงค่าความหนืดของตัวอย่าง และอุณหภูมิของตัวอย่างขณะนั้น อ่านค่าความหนืดเป็นร้อยละ Viscometer Torqueหรือ CP Viscosity (centipoises, cp) โดยค่าที่ถูกต้องร้อยละ Viscometer Torque ควรเข้าใกล้ร้อยละ 100 มากที่สุดเมื่อใช้หัวหมุน และความเร็วที่เหมาะสม กรณีที่บนจอภาพปรากฏ %EEE %? หรือ %- แสดงว่าใช้หัวหมุน และความเร็วไม่เหมาะสม ให้กด motor off แล้วรอให้เข็มหยุดหมุนแล้วจึงทำการเปลี่ยนหัวหมุนที่ใช้

ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์คุณลักษณ์ทางเคมี

ข.1 การวิเคราะห์หาค่าพีเอช

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ (beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
2. วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter
3. อ่านค่าและบันทึกผล

ข.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยวิธีของ A.O.A.C.(2000)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (moisture can)
2. ตู้อบไฟฟ้า (electric oven)
3. โถดูดความชื้น (desiccator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง นำภาชนะออกจากตู้อบใส่ไว้เพื่อรอให้เย็นลงนาน 15-30 นาที หลังจากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก

2. กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนได้น้ำหนักที่แน่นอน หรือชั่งสองครั้งติดต่อกันผลต่างไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด ประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

4. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง นำมาใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = 100 \times \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ข.3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธีของ A.O.A.C. (2000)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ย่อยโปรตีน (B-426) และเครื่องจับไอกรด (scrubber)
2. อุปกรณ์กลั่นโปรตีน (B-316)
3. กระบอกตรง ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร และขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร
5. ปิเปตขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
6. บิวเรตต์ขนาด 25 มิลลิลิตร
7. ลูกแก้ว
8. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
9. สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) อัตราส่วน 1:10
10. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc H_2SO_4)
11. โซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 40
12. กรดบอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4
13. กรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล
14. อินดิเคเตอร์ (indicater) เป็นสารผสมระหว่าง เมทิลเรดเมทิลีนบลู และโบรโมครีซอลกรีน

วิธีการ

ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งตัวอย่างของให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่หลอดย่อยโปรตีนและทำแบลงค์ด้วย
2. ใส่สารผสม $CuSO_4.5H_2O$ และ K_2SO_4 ปริมาณ 5 กรัม
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ปริมาณ 20 มิลลิลิตร
4. วางหลอดย่อยในเตาย่อยแล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบ ขวดใส่ด่างและเครื่องดัดจับไอกรดให้เรียบร้อย
5. เปิดสวิทซ์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อย ทำการ Preheat ย่อยประมาณ 2 ชั่วโมง หรือจนกว่าได้สารละลายใส
6. ปล่อยให้เย็น

ขั้นตอนการกลั่นและการไตเตรท

1. จัดอุปกรณ์กลั่น และเปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่น แล้วเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน (ทำการ Preheat ก่อนใช้)

2. นำขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่บรรจุกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ซึ่งเติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยดเรียบร้อยแล้วไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้

3. นำหลอดย่อยสารจากขั้นตอนการย่อยข้อ 6 พร้อมเติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วนำเข้าเครื่องกลั่น

4. เติมโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 40 จนสารละลายทั้งหมดเท่ากับ 100 มิลลิลิตร กลั่น ประมาณ 4 นาที (หรือดูจากสารละลายในหลอดเท่ากับ 150 มิลลิลิตร) ล้างสายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

5. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล (หาความเข้มข้นมาตรฐาน) จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(A-B) \times 1.4007 \times F}{W}$$

A คือ ปริมาณกรดที่ใช้ไตรเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาณกรดที่ใช้ไตรเตรทกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)

F คือ แฟรกเตอร์ เท่ากับ 6.25

W คือ น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

ข.4 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน โดยใช้วิธีของ A.O.A.C. (2000)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (VELB)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (thimble)
3. ภาชนะใส่ตัวอย่าง (extrection vessel)
4. ตู้อบไฟฟ้า (electric oven)
5. โถดูดความชื้น (desiccator)
6. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง (analytical balance)
7. ปิโตรเลียมอีเทอร์หรือเฮกเซน (petroleum ether หรือ hexane)

วิธีการ

1. อบ extraction vessel สำหรับหาปริมาณไขมันในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ถ้าอาหารเป็นอาหารชนิดที่มีไขมันมาก ให้ชั่ง 1-2 กรัม ถ้าเป็นชนิดที่มีไขมันน้อยให้ชั่ง 2-3 กรัม ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ในหลอดทดลอง

3. นำหลอดตัวอย่างใส่เข้าในเครื่อง แล้วกดปุ่มด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง washing

4. เติมสารตัวทำละลายเฮกเซนลงใน extrection vessel ทีทราบน้ำหนักแน่นอน ประมาณ 30 มิลลิกรัม วางบน heating plaste ดึงคานให้แน่น

5. ประกอบชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่นและเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน

6. เปิดเครื่องมือสกัดไขมันพร้อมทั้งเปิดน้ำเข้า ตั้งอุณหภูมิ heating plate ที่ 180 องศาเซลเซียส

7. เปิดก๊อกให้อยู่ตำแหน่งตั้งตรงและผลักปุ่มด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง Immertion และเปิดสวิทซ์เริ่มให้ความร้อน เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที

8. เมื่อสิ้นสุดการสกัดผลักปุ่มด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง washing

9. reflux washing นาน 15 นาที

10. reflux washing เปิดก๊อกแล้วให้อยู่ในตำแหน่งขวางและรอการดูดกลับของตัวทำละลายเสร็จสิ้น

11. ปลดคานบังคับ extrection vessel ลง นำหลอดสำหรับใส่ตัวอย่างออก

12. ปล่อยตัวทำละลายลงในบีกเกอร์ (นำกลับไปใช้ใหม่)

13. นำ reflux washing อบในตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง พักให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนังเพื่อใช้ในการคำนวณ

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละ} = 100 \times \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ข.5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า โดยวิธีของ A.O.A.C. (2000)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้อง
2. เตาเผา
3. โถดูดความชื้น (desiccator)

วิธีการ

1. เผาถ้วยกระเบื้อง (porcelain dish) ที่แห้งและสะอาดในเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ปิดสวิทซ์ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น 30 นาที นำออกจากเตาเผา และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) นำไปชั่งน้ำหนัก

2. เผาถ้วยกระเบื้องซ้ำ ในเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ปิดสวิทซ์ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น 3-4 ชั่วโมง นำออกจากเตาเผา และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) ชั่งน้ำหนัก

3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง บันทึกตัวอย่างน้ำหนัก

4. นำไปเผาในตู้ดูดควันด้วยไฟอ่อนจนหมดควัน แล้วจึงนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาเผาและปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

5. นำไปเผาต่อในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำออกจากเตาเผาและปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้าร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยพร้อมตัวอย่างหลังเผา} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ข.6 การวิเคราะห์หาเยื่อใย โดยวิธีของ A.O.A.C. (2000)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดหาสารประกอบเยื่อใย (Fiber) ซึ่งประกอบด้วยถ้วยแก้วสำหรับใส่ตัวอย่าง (cruible) จำนวน 6 ใบ อุปกรณ์ควบแน่น และอุปกรณ์ให้ความร้อน
2. กระดาษกรอง whatman เบอร์ 1
3. ตู้อบไฟฟ้า
4. เตาเผา
5. โถดูดความชื้น
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
7. สารละลายกรดซัลฟูริก เข้มข้นร้อยละ 1.25
8. สารละลายโปตัสเซียมโฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 1.25
9. N – Octanal ใช้เป็น Antifoam
10. Anhydrous acetone

วิธีการ

1. นำกระดาษกรองวางบนกระจกนาฬิกา แล้วนำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาใส่ในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนัก เก็บไว้ใช้กรองในขั้นตอนต่อไปนี้ (ข้อ 6)

2. ชั่งตัวอย่างอาหารซึ่งผ่านการสกัดไขมันออกแล้ว ลงในถ้วยแก้วสำหรับวิเคราะห์สารเยื่อใยประมาณ 1 กรัม

3. เติมกรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 1.25 จนถึงระดับ 150 มิลลิลิตร (ต้มให้เดือดก่อน)

4. เติม n–octanal 2-3 หยด

5. หลังจากส่วนผสมเดือดแล้ว ต้มต่ออีก 30 นาที (ขณะต้มให้เปิด วาล์ว ด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง close)

6. เปิดวาล์วไปที่ตำแหน่ง vacuum และกดสวิทซ์ vacuum เพื่อระบาย Sulfuric acid ออก

7. ล้างน้ำ 3 ครั้ง ด้วยน้ำกลั่นร้อนๆ ครั้งละ 30 ในการล้างแต่ละครั้งให้ปิดวาล์วไปที่ตำแหน่ง Pressure และกดสวิทซ์ Pressure เพื่อดันในอากาศผ่านฐานของถ้วยแก้วทำให้ส่วนผสมในถ้วยแก้วคลุกเคล้ากันโดยตลอด

8. หลังจากปล่อยน้ำล้างครั้งสุดท้ายออกจนหมดแล้ว เติมสารละลายร้อยละ 1.25 โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ทำให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงไป 150 มิลลิลิตร พร้อมกับ n–octanal 2-3 หยด

9. ต้มให้เดือดนาน 30 นาที

10. ทำขั้นตอนที่ 6 และ 7 ซ้ำ

11. ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็นอีก 1 ครั้ง

12. ทำให้แห้งโดยอบแห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

13. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม (จะได้น้ำหนักของเส้นใยหยาบรวมกับน้ำหนักของถ้วย)

14. นำถ้วยแก้วพร้อมกากที่อบแห้งแล้วไปเผา เช่นเดียวกับวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (550 องศเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง) น้ำหนักที่ได้นำไปลบออกจากน้ำหนักในข้อ 13 จะได้เป็นน้ำหนักของเส้นใยหยาบที่ปราศจากเถ้า

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ข.7 การวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนทั้งหมด (Boom Calorimeter)

วิธีการใช้เครื่อง Bomb calorimeter MODEL 1356

1. ON เครื่อง Bomb calorimeterและ ON เครื่อง Printer ที่สวิทช์ ON/OFF ด้านขวามือ และกดปุ่มให้ไฟเขียวโชว์ที่ ON-LINE พร้อมทั้ง ON เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

2. เมื่อ ON เครื่อง Bomb แล้วหน้าจอจะไปอยู่ที่ MAIN MENU

วิธีการ

1. การทำ STANDARD (ไม่ต้องทำทุกครั้ง เพราะเครื่องจะจำค่าที่ทำ STD ไว้ได้) การทำ STANDARD โดยการชั่ง BENZOIC ACID ซึ่งเป็นตัว STANDARD1 เม็ด โดยชั่งน้ำหนักประมาณ 1000 กรัม จะให้ค่า EE(ENERGY EQUIVALENT) โดยประมาณ 2400±15 CALORIES PER องศาเซลเซียส

การชั่งน้ำหนัก STANDARD หรือน้ำหนักตัวอย่างมี 2 วิธี คือ การส่งข้อมูลนำหนักผ่านเครื่องชั่งไฟฟ้า และวิธีการคีย์ลงบน KEYBOARD เอง

วิธีส่งข้อมูลผ่านเครื่องชั่ง โดยวางน้ำหนัก STANDARD หรือน้ำหนักตัวอย่างลงบนเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งน้ำหนักโดยประมาณ 1 กรัม แต่ไม่เกิน 2 กรัม กดปุ่ม F1 ที่เครื่อง BOMB เครื่องตาม STANDARDID และ ENTER เครื่องจะให้เลือกว่าจะ TRANSFER น้ำหนักโดยส่งมาจากเครื่องชั่งหรือจะกดน้ำหนักลงบน KEYBOARD เอง โดยเลือก ENTER อีกครั้ง จะขึ้น WEIGHT BUSY ให้กดปุ่ม PRINT ที่เครื่องชั่งน้ำหนักจะโชว์ที่หน้าจอ DISPLAY 1 วินาที และจะให้ ENTER น้ำหนัก STANDARDIDNO. ต่อไปได้ต่อเนื่อง

การใส่น้ำหนักโดยวิธี MANUAL เมื่อชั่งน้ำหนักที่ใช้แล้วจดจำนวนน้ำหนักไว้ กด START ที่เครื่อง BOMB เครื่องจะขึ้น BOMB ID ให้ใส่ NO.BOMB ID และ ENTER เครื่องจะถาม SAMPLB ID NO. เดิมหรือเบอร์ต่อไปให้ ENTER SAMPLE ID NO. เดิมและ ENTER เครื่องจะเริ่มทำงานทันที

เมื่อได้น้ำหนักเรียบร้อยแล้ว นำ STANDARD หรือตัวอย่างที่ชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วนั้นไปวางบน LOOP ของ BOMB HEAD หรือฝาลูก BOMB โดยตัด FUSE WIRE ยาว 10 เซนติเมตร ปลายทั้งสองข้างของ FUSE WIRE สอดที่รูของ ELECTROD ทั้ง 2 ข้าง และให้ FUSE WIRE ติดกับตัวอย่าง ใส่ตัวอย่างลงใน ลูก BOMB และปิดฝาให้แน่นโดยหมุนจนหมดเกลียว นำหัวเติมออกซิเจนมากดที่หัววาล์วเติม และกด KRY BOARD ที่ปุ่ม O_2 FILL คอยสักครู่ จะมีเสียง DRAIN ลมทิ้ง พร้อม ALAM แสดงว่าการเติม O2 COMPLETE แล้วให้ดึงหัวเติมออกซิเจนออกจากลูก BOMB

นำ BUCKET บรรจุน้ำ 2 ลิตร หรือ 2000 กรัม โดยให้อุณหภูมิของน้ำใน BUCKET ต่ำกว่า อุณหภูมิห้อง หรือ JUCKET ประมาณ 3 องศาเซลเซียส นำลูก BOMB หย่อนลงใน BUCKET ที่เติมน้ำไว้แล้ว และเสียบสายดำ 2 เส้น ในช่องของหัว BOMB โดยไม่จำกัดซ้ายหรือขวาปิดฝาเครื่อง กด START และ ENTER น้ำหนักต่างๆ เครื่องจะเริ่มทำงาน

เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จแล้วจะมี ALAM พร้อมปลิ้นผลทาง PRINTER

ในกรณีที่ BOMB STANDARD เมื่อได้ว่าความร้อนจะร้อนจะเป็นค่าความร้อนโดยประมาณ 2400 CAL/องศาเซลเซียส

การแก้ค่าความร้อนให้ถูกต้อง เมื่อ BOMB ตัวอย่างหรือ STANDARD เรียบร้อยแล้วเปิดฝาลูก BOMB ออกวัด FUSE WIRE ที่เหลืออยู่เซนติเมตรและหักออกจากที่ตัดไปคือ 10 เซนติเมตร

นำ FUSE WIRE ที่ใช้ไปแทนค่าหักออกโดยกดคีย์บอร์ดที่ REPORT และ ENTERNO SAMPLE ID ที่ต้องแก้ไข ค่า FUSE และ ENTER ค่า FUSE ที่เหลือ

ข.8 วิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) (A.O.A.C. 2000)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. ปิเปต ขนาด 10 และ 50 มิลลิลิตร
3. บิวเรตต์ขนาดความจุ 50 มิลลิลิตร
4. ขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร, 500 มิลลิลิตร
5. เตาให้ความร้อน หรือตะเกียงบุนเสน
6. กระดาษกรองเบอร์ 1 และเบอร์ 4

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายใสของน้ำตาลตัวอย่าง 50 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมกรดไฮโดรคลอริก 5 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
4. ต้มให้เดือดเบา ๆ เป็นเวลา 10 นาที
5. ทำให้เย็น
6. ถ่ายสารละลายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร
7. ทำให้สารละลายเป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล โดยใช้ฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
8. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 250 มิลลิลิตร
9. ไตเตรทหาปริมาณน้ำตาลเช่นเดียวกับวิธีไตเตรทหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์
10. คำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ค.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิต่ำ จุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง และจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญด้วยเทคนิค pour plate (BAM, 2001)

สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)
2. peptone water ร้อยละ 0.1

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ลงในถุงที่มี peptone water ร้อยละ 0.1 ที่ปลอดเชื้อจำนวน 225 มิลลิลิตร แล้วทำให้เข้ากันโดยการเขย่าเป็นเวลา 1 นาที
2. ทำการเจือจางให้ 10^{-1}-10^{-6} โดยใช้ peptone water ร้อยละ 0.1
3. ดูดตัวอย่างความเจือจางที่เหมาะสมจากข้อ 1.2 อย่างละ 1.0 มิลลิลิตร (ทำ 3 ซ้ำ) ลงในจานเพาะเชื้อ ที่ฆ่าเชื้อแล้ว
4. เทอาหาร PCA ที่มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อจานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร
5. เขย่าจานเพาะเชื้อให้อาหารเลี้ยงเชื้อผสมกับตัวอย่างที่เจือจาง โดยการหมุนจานเพาะเชื้อในทิศตามเข็มนาฬิกา 5 ครั้ง ทวนเข็มนาฬิกา 5 ครั้ง ทำอย่างระมัดระวังและรวดเร็วเพื่อไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวก่อน
6. ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว
7. สำหรับจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญ นำไปใส่ใน anaerobic jar แล้วกำจัดอากาศออก
8. บ่มเพาะเชื้อที่ 4 องศาเซลเซียส (จุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิต่ำ) และ 35-37 องศาเซลเซียส (จุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง และจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญ) ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
9. ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อประมาณ 30- 300 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี × ระดับความเจือจาง

ค.2 การวิเคราะห์ยีสต์และรา (BAM, 2001)

สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato dextrose agar (PDA)
2. peptone water ร้อยละ 0.1
3. tartaric acid ร้อยละ 10

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ลงในถุงที่มี peptone water ร้อยละ 0.1 ที่ปลอดเชื้อจำนวน 225 มิลลิลิตร แล้วทำให้เข้ากันโดยการเขย่าเป็นเวลา 1 นาที
2. ทำการเจือจางให้เป็น 10^{-1}-10^{-6} โดยใช้ peptone water ร้อยละ 0.1
3. ดูดตัวอย่างความเจือจางที่เหมาะสมจากข้อ 1.2 อย่างละ 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร PDA ที่ฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 3 ซ้ำ
4. ใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วจาน
5. บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ในลักษณะหงายจานเพาะเชื้อเป็นเวลา 5-7 วัน
6. ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อประมาณ 30-300 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี × ระดับความเจือจาง

ภาคผนวก ง. แบบสอบถามทางประสาทสัมผัส

ง.1 แบบทดสอบผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาอัดแท่งสูตรพัฒนา (9-point hedonic scale)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างพร้อมให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่าง และบ้วนปากก่อนทุกครั้งที่จะทดสอบตัวอย่างต่อไป โดยกำหนดให้

ระดับการให้คะแนนที่ 1-9 ดังนี้

1= ไม่ชอบมากที่สุด	2= ไม่ชอบมาก	3= ไม่ชอบปานกลาง
4= ไม่ชอบเล็กน้อย	5= เฉยๆ	6= ขอบเล็กน้อย
7= ชอบปางกลาง	8= ชอบมาก	9= ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	**รหัสตัวอย่าง**
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่น	
กลิ่นรส	
รสชาติ	
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	
ความชอบรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ง.2 แบบทดสอบผลิตภัณฑ์ข้าวหอมกระดังงาอัดแท่งในระหว่างการเก็บรักษา (9-point hedonic scale)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างพร้อมให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่าง และบ้วนปากก่อนทุกครั้งที่จะทดสอบตัวอย่างต่อไป โดยกำหนดให้

ระดับการให้คะแนนที่ 1-9 ดังนี้

1= ไม่ชอบมากที่สุด	2= ไม่ชอบมาก	3= ไม่ชอบปานกลาง
4= ไม่ชอบเล็กน้อย	5= เฉยๆ	6= ขอบเล็กน้อย
7= ชอบปางกลาง	8= ชอบมาก	9= ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	**รหัสตัวอย่าง**
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่น	
เนื้อสัมผัส	
ความชอบรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ – สกุล นางสาวกมลทิพย์ กรรไพเราะ

ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

สังกัด คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร

ประวัติการศึกษา

- วท. ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

- วท. บ. (อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผลงานทางวิชาการ

งานวิจัย

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2562). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อัตลักษณ์อาหารท้องถิ่นใน 3 จังหวัดชายแดนใต้** คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2562). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของข้าวหอมกระดังงาชนิดแท่ง** คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2562). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์จำปาดะอบกรอบ** คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2562). **การพัฒนาขนมไทยลดพลังงานและการปรับปรุงสัดส่วนกรดไขมันด้วยสารให้ความหวานซูคราโลสและกะทิธัญพืช** คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2561). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมชงพร้อมดื่มพร้อมบริโภค** คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาล: น้ำสลัดแขกไขมันต่ำ.** คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2559). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดแขกพาสเจอไรส์พร้อมบริโภค.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กมลทิพย์ กรรไพเราะ และ สุธีรา ศรีสุข. (2559). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาและใช้ประโยชน์จากดาหลาเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิงสุขภาพ**. ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

วิภาดา มุนินทร์นพมาศ, กมลทิพย์ กรรไพเราะ, จีรวุธ มุนินทร์นพมาศ, อับดุลนาเซร์ ฮายีสาเมาะ, และ สุธีรา ศรีสุข. (2558). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำปรุงรสพริกไทยดำของหมี่เบตงกึ่งสำเร็จรูป**. ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

สมทบ เวทโอสถ, กมลทิพย์ กรรไพเราะ, และ อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์. (2558). **รายงานการวิจัยเรื่องผลของการจุ่มน้ำร้อนต่อคุณภาพผลของส้มโชกุน.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

บทความ

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2561). ผลของการใช้สารทดแทนน้ำตาลต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่ดาหลา. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 23(2): 944-958.

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2559, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาซาดีนแดดเดียวโดยใช้ตู้อบลมร้อน. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.** 2(1): 7-21.

กมลทิพย์ กรรไพเราะ และ สุธีรา ศรีสุข. (2559). การพัฒนากัมมี่เยลลี่ดาหลาพลังงานต่ำด้วยซูคราโลส. ใน**รายงานการประชุมงานประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 “เกษตรและสุขภาพ” (Agriculture and Health) ประจำปี 2559 วันที่ 1-2 พฤศจิกายน 2559.** (หน้า 309-315). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สมทบ เวทโอสถ, กมลทิพย์ กรรไพเราะ, และ อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์. (2558). ผลของการจุ่มน้ำร้อนต่อคุณภาพผลของส้มโชกุน. ใน**รายงานการประชุมบริการิชาการครั้งที่ 54 ประจำปี 2559 วันที่ 2-5 กุมภาพันธ์ 2559** (หน้า 3-9). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภาดา มุนินทร์นพมาศ, กมลทิพย์ กรรไพเราะ, จีรวุธ มุนินทร์นพมาศ, อับดุลนาเซร์ ฮายีสาเมาะ, และ สุธีรา ศรีสุข. (2558). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำปรุงรสพริกไทยดำของหมี่เบตงกึ่งสำเร็จรูป. ใน**รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 4 ประจำปี 2558 วันที่ 5 สิงหาคม 2558** (หน้า 90–99). นราธิวาส : มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.

Kanpairo, K., Usawaketmanee, W., Sirivongpaisal, P. and Siripongvutikorn, S. (2012). The compositions and properties of spray dried tuna flavor powder produced from tuna precooking juice. **International Food Research Journal 19** (3), 893-899.

หนังสือ / เอกสารทางวิชาการ

กมลทิพย์ กรรไพเราะ. (2559). **เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีผลิตภัณฑ์อาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ยะลา : มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**.**

ผู้ร่วมโครงการ

ชื่อ – สกุล	นางจริยา สุขจันทรา
ตำแหน่งทางวิชาการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
สังกัด	คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร

ประวัติการศึกษา

- วท. ม. (เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่
- วท. บ. (เทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลงานทางวิชาการ

งานวิจัย

จริยา สุขจันทรา และซูไบด๊ะ หะยีวาเงาะ. (2558). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม : หัวข้าวเกรียบแซ่เยือกแข็ง.** ยะลา : สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

จริยา สุขจันทรา, สุไวบ๊ะห์ สะอิ และนูรีดา วาแต. (2558). **รายงานการวิจัยเรื่องการผลิตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องปรุงขมิ้นทอดปลา.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา, นูรมี อาแซ, ฮานัน อารง และซานียะ เจ๊ะนุ. (2557). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบนราธิวาส.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา, วิไลวัลย์ อินทรไชยมาศ, ซูไบด๊ะ หะยีวาเงาะ, พารีดา หะยีเตะ, สูฮัยลา บินสะมะแอ และซูลพีกอร์ มาโซ. (2557). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดอาหารฮาลาลเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ประกอบพิธีฮัจญ์และนักท่องเที่ยวที่นับถือศาสนาอิสลาม.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา, นิไอนี สุหลง, ซาวานีย์ สาแล, นุรฮาสือนี กาวา, อายเสาะห์ มาฮะคีรี และไอนามารียา ดุลหามะ. (2556). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาอาหารท้องถิ่นเพื่อการสร้างธุรกิจ**. ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา, พารีด๊ะ บือราเฮง และคอยรุณนิสา มะลูมุ. (2555). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการผลิตและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม : ปลาทูแขกแดดเดียว.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา, คืนจันทร์ ณ นคร และซูไบด๊ะ หะยีวาเงาะ. (2554). **รายงานการวิจัยเรื่อง การจัดการคุณภาพและความปลอดภัยผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสำหรับธุรกิจแฟรนไชส์**. ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา และนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา. (2553). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาทูแขกบรรจุกระป๋องเพื่อการแข่งขันตลาดภายในประเทศ**. ยะลา : สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

จริยา สุขจันทรา. (2553). **รายงานการวิจัยเรื่องสถานการณ์ความปลอดภัยอาหารในผลิตภัณฑ์ ปลาเค็ม : กรณีศึกษาจังหวัดยะลา. ยะลา** : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา และนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา. (2552). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนายกระดับอาหารท้องถิ่น : บูดูปรุงรสพาสเจอร์ไรซ์**. ยะลา : สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เครือข่ายวิจัยภาคใต้ตอนล่าง.

จริยา สุขจันทรา, กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง, วิภาดา มุนินทร์นพมาศ และวิไลวัลย์ อินทรไชยมาศ. (2549). **รายงานการวิจัยเรื่องการยกระดับการผลิตบูดูใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้แบบมีส่วนร่วม**. ยะลา : สหกรณ์ออมทรัพย์อิสลามปัตตานี.

จริยา สุขจันทรา, นพรัตน์ วงศิหิรัญเดชา, วิภาดา มุนินทร์นพมาศ, วิศิษย์ เกตุปัญญาพงศ์, สุธีรา ศรีสุขและภารดี พละไชย. (2548). **รายงานการวิจัยเรื่องการผลิตบูดูข้าวยำเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค.** ยะลา : สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

บทความ (ถ้ามี)

จริยา สุขจันทรา. (2559) การพัฒนาอาหารท้องถิ่นจากแป้งสาคู : หัวข้าวเกรียบแซ่แข็ง. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.** 21(2): 17-30.

จริยา สุขจันทรา, สุไวบ๊ะห์ สะอิ และนูรีดา วาแต. (2559). การผลิตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ของเครื่องปรุงขมิ้น. **วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี**. 3(1): 5-13.

จริยา สุขจันทรา. (2557). สถานการณ์ความปลอดภัยและพฤติกรรมการบริโภคปลาเค็มในจังหวัดยะลา. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.** 9: 85-98.

Sukjuntra, J., Na Nakorn, K., & Hajiwangoh, Z. (2012). Storage life of mackerel (*Decapterus maruadsi*) in ice. **The International Congress on Food Engineering and Technology 28-30th March 2012** (pp. 240-243). Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

Na Nakorn, K., Sukjuntra, J. & Hajiwangoh, Z. (2012). Studying shelf-life of Kepala Keropok at chilling temperature. **The International Congress**

on Food Engineering and Technology 28-30th March 2012 (pp. 237-239). Bangkok : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

Hajiwangoh, Z., Sukjuntra, J & Na Nakorn, K. (2012). Microbiological Quality of *Kepala Keropok*as as stored in ice. **The International Congress on Food Engineering and Technology 28-30th March 2012** (pp. 244-247). Bangkok : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

จริยา สุขจันทรา, กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง, วิภาดา มุนินทร์นพมาศ และวิไลวัลย์ อินทรไชยมาศ. (2552). สถานการณ์การผลิตบูดูในจังหวัดปัตตานี. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**. 4(1): 11-21.

จริยา สุขจันทรา และกามีละห์ หามะ. (2551). ผลของน้ำมันที่ใช้ทอดต่อคุณภาพของกล้วยหินฉาบ. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**. 3(1) : 11-18.

จริยา สุขจันทรา. (2549). ภูมิปัญญาการผลิต “ไก่ฆอและ” ของชุมชนทุ่งพลา. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**. 1(1): 56–64.

นันทรัตน์ นามบุรี และจริยา สุขจันทรา. (2549). การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกล้วยหินและปัจจัย ที่ส่งเสริมการจำหน่าย. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.** 1(1) : 30-37.

จริยา สุขจันทรา. (2549). การผลิตปลายอจากซูริมิเสริมสมุนไพร. **วารสารอาหาร.** 36(2): 140-144.

หนังสือ /เอกสารทางวิชาการ

จริยา สุขจันทรา. (2555). **การประกันคุณภาพอาหาร 1.** เอกสารประกอบการสอนวิชาการประกันคุณภาพอาหาร 1, ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา. (2557). **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง**. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง, ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา. (2555). **การควบคุมคุณภาพอาหาร.** เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการควบคุมคุณภาพอาหาร, ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**.**

จริยา สุขจันทรา. (2556).**อาหารท้องถิ่น.** เอกสารประกอบการสอนรายวิชาอาหารท้องถิ่น, ยะลา :คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

จริยา สุขจันทรา. (2558). **ควบคุมคุณภาพอาหาร.** เอกสารประกอบการสอนวิชารายการควบคุมคุณภาพอาหาร, ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ผู้ร่วมโครงการ

ชื่อ – สกุล นางสาวภารดี พละไชย

ตำแหน่งทางวิชาการ นักวิทยาศาสตร์(การอาหาร)

สังกัด คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร

ประวัติการศึกษา

- วท. บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) สถาบันราชภัฏยะลา

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

-

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศโดยระบุ

สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

-