

Research Article

ผลของพันธุ์ข้าวพื้นเมืองและสมุนไพรต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จাজอพื้นเมืองฮาลาล

Effect of native rice species and herbs on quality of local Jajo halal product

รอมลี เจดอเลาะ^{1*} และ ซูไฮมิน เจ๊ะมะลี²

Romlee Chedoloh ^{1*} and Suhaimin Chehmalee ²

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง
จังหวัดยะลา 95000

²สาขาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ฮาลาล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาฏอนี อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี 94160

¹Program in Food Science and Technology, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Mueang, Yala
95000, Thailand

²Program in Research and Development for Halal Products, Faculty of Science and Technology, Fatoni University, Yarang, Pattani
94160, Thailand

*E-mail: romalee.c@yru.ac.th

Received: 20/08/2019; Revised: 10/11/2019; Accepted: 12/11/2019

บทคัดย่อ

ปัจจุบันข้าวพื้นเมืองมีความสำคัญและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงแต่ยังขาดการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จাজอพื้นเมือง ซึ่งมีความเป็นเอกลักษณ์ในการบริโภคในช่วงงานขึ้นบ้านใหม่ การเกี่ยวข้าวและยกบ้าน ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดสายพันธุ์ข้าวพันธุ์มะจานูและพันธุ์ชันภูกันตัง อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังต่อการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส และศึกษาชนิดและปริมาณการแต่ง สี และกลิ่นด้วยสมุนไพรต่อสมบัติและการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส การศึกษาผลของสายพันธุ์ข้าว อัตราส่วนแป้ง ข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง ทำการผลิตผลิตภัณฑ์และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์จাজอพื้นเมือง พบว่า ข้าวสายพันธุ์มะจานู และอัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งมันสำปะหลัง 4 : 1 โดยน้ำหนัก ผู้ทดสอบให้คะแนน ความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสายพันธุ์ชันภูกันตัง ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด 7.45 (ชอบปานกลาง) โดย

ผลิตภัณฑ์จ๊อมีการใช้สมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ น้ำใบเตย น้ำอัญชัน และน้ำดอกเก๊กฮวย ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดของการเติมน้ำสมุนไพรใบเตยที่ร้อยละ 10 การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ที่สภาวะอุณหภูมิห้องพบว่า สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยมีคุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินตามที่มาตรฐานกำหนด 1×10^3 โคโลนีต่อกรัมอาหาร ดังนั้น การใช้แป้งจากข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองมะจานูในการผลิตเป็นจ๊อพื้นเมืองและใช้น้ำใบเตยในการปรับแต่งสีและกลิ่น เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

คำสำคัญ: จ๊อพื้นเมือง, สมุนไพร, การทดสอบทางประสาทสัมผัส

Abstract

Currently, native rice is important and has a high nutritional value, but also the lack of development of products in various forms in the three southern border provinces. The native jajo products were unique in consumption during the housewarming, harvest and raise home. This research aimed to study Majanu and Seribugantan varieties of rice, the ratio of rice flour and tapioca starch to sensory acceptance, the type and quantity of colored and flavored with herbs on properties and sensory acceptance. Effects of rice varieties, the ratio of rice flour and tapioca starch were observed. Native Jajo products were tested for sensory quality. The results revealed that Majanu rice variety and the ratio of rice flour and tapioca starch was 4 : 1 (by weight) gave the highest preference score of 7.45 (like moderately) when compared with Sibuguntang rice variety. The Jajo product using three types of herbs, pandan leaves, butterfly pea and chrysanthemum at concentration of 10% and 20%. Sensory testing showed that 10% pandan leaves gave the highest average preference score. In addition, the estimation of shelf-life of product in aluminium foil exhibited that samples could be stored up to 1 month at room temperature, the detected bacteria were not excess the standards prescribed dose of 1×10^3 cfu/g. Therefore, the use of rice flour Majanu native variety to produce the native Jajo and pandan juice to customize the color and smell was recognized by a sensory panel.

Keywords: local jajo, herb, sensory testing

บทนำ

ประเทศไทยมีการผลิตข้าวเป็นรายใหญ่ที่สุดในโลก มีผลผลิตสูง และการส่งออกข้าวในรูปแบบเป็นข้าวสารที่มีได้ผ่านกระบวนการแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ รวมทั้งการแข่งขันของตลาดโลกมีการกีดกันทาง

การค้า มีการออกกฎ ระเบียบในการนำเข้าข้าวไทยมีการควบคุมสารบางชนิด โดยเฉพาะการส่งออกไปในสหภาพยุโรป มีการกำหนดสารป้องกันศัตรูพืชที่เป็นสารจัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Cobelli & Wangsomboondee, 2019) ดังนั้นจึงต้องมีการปรับการบริหารและจัดการปริมาณข้าวในไทยให้เกิดประสิทธิภาพและยั่งยืน โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าว ทำการแปรรูปให้อยู่ในรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ช่วยเสริมและเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวของไทยได้อีกทางหนึ่งด้วย

ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้สามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จากข้าวได้หลายชนิดและมีความเป็นเฉพาะในพื้นที่เท่านั้นและมีวัฒนธรรมการบริโภคอาหารฮาลาลใกล้เคียงกับประเทศมุสลิมในอาเซียน ได้แก่ ประเทศมาเลเซีย บรูไน และอินโดนีเซีย (Wattanayon, 2013) โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากอาหารพื้นเมือง ซึ่งจากพื้นเมืองนั้นมีส่วนประกอบหลักคือ แป้งข้าวเจ้าและมีส่วนผสมอื่น ๆ ตามความเหมาะสม มีการแต่งกลิ่นโดยใช้ความหอมจากใบเตยและกลิ่นของน้ำปูนใส ส่วนน้ำกะทิต้องคั้นจากเนื้อมะพร้าวสด และใช้น้ำน้อยในการคั้นได้หัวกะทิที่สด มัน และหอม ส่วนน้ำตาลสามารถใช้น้ำตาลมะพร้าวหรือน้ำตาลปีบในการให้รสชาติหวาน การทำขนมจากพื้นเมืองนั้นมีปัจจัยจากตัวแป้งต้องผ่านกวนให้สุกและเวลากดเป็นเส้นตัวแป้งต้องร้อนอย่าทิ้งให้แป้งเย็น น้ำกะทิให้ใช้มีอะลายน้ำตาลให้เข้ากัน และไม่ต้องตั้งไฟ (Komolwanich, 1992)

ปัจจุบันกระบวนการผลิตจากอาหารพื้นเมืองของกลุ่มแม่บ้านมีการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะและใช้บรรจุภัณฑ์ไม่เหมาะสมเท่าที่ควร จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถเก็บรักษาได้นาน เนื่องจากสาเหตุอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity; a_w) และความชื้นสูง รวมทั้งการมีปัจจัยที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อเช่น แหล่งของอาหาร สภาพที่มีออกซิเจน และสารยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Jay et al., 2005; Ray, 2005) จึงเป็นเหตุให้มีการผลิตในการจำหน่ายวันต่อวัน กระบวนการผลิตจากอาหารพื้นเมืองนั้นต้องเลือกสายพันธุ์ข้าวที่มีความเหมาะสมเนื่องจากแป้งข้าวมีปริมาณของแอมิโลสและแอมิโลเพกทิน ซึ่งปริมาณแอมิโลสสูงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ร่วนและแข็ง (Pupaka, 2016) จึงจำเป็นต้องมีการผสมกับแป้งบางชนิดที่ช่วยในการทำให้ผลิตภัณฑ์เหนียวขึ้นโดยใช้แป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีส่วนช่วยให้จากอาหารพื้นเมืองมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้นและสามารถยืดหยุ่นของรูปทรงได้ดีกว่าเดิม การเลือกชนิดของข้าวให้มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามความต้องการของผู้ผลิตและมีความยอมรับของผู้บริโภคด้วย

ข้าวมะจานูและชือริบูกัตัง เป็นข้าวพื้นเมืองใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีอยู่ในพื้นที่ มีความเป็นอัตลักษณ์ ควรได้รับการอนุรักษ์ และมีการส่งเสริมการปลูก หากนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากอาหาร สร้างความโดดเด่นของผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของข้าว อัตราส่วนของแป้งและคุณลักษณะของผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์แบบใด โดยปกติข้าวมีขนาดของโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch) แตกต่างกันไปตั้งแต่ 2,000-500,000 กรัมต่อโมล โดยทั่วไปแอมิโลสไม่ละลายน้ำ มีอยู่ประมาณ ร้อยละ 20-25 ของแป้งทั้งหมด (Rattanapanone, 2002) ดังนั้น ข้าวแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณของแอมิโลสและแอมิโลเพกทิน และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่แตกต่างส่งผลให้สมบัติทางกายภาพและเคมีต่างกัน (Srirod & Piyachomkwan, 2003) ฉะนั้น

การผลิตจากต้องคำนึงถึงความสำคัญของสมบัติดังกล่าวด้วย รวมถึงเมื่อผลิตเสร็จมีการเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้อง บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม โดยเลือกบรรจุภัณฑ์ไม่ทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ในสภาวะการเก็บรักษา ไม่ปนเปื้อน ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน (polypropylene; PP) และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งมีการป้องกันการซึมผ่านของความชื้น ก๊าซและกลิ่นได้ดี (Poovarodom, 2007; Chedoloh & Asae, 2017)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากอาหารพื้นเมืองให้อยู่ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูปเพื่อง่ายต่อการบริโภค ต้องมีคุณสมบัติของการละลาย รสชาติและเนื้อสัมผัสที่ได้ไม่แตกต่างจากเดิม รวมถึงคุณสมบัติของการพองตัว การละลาย การดูดน้ำและการเกิดเจลลิตในเซชัน เมื่อต้องการบริโภคสามารถนำตัวเนื้อจากอาหารพื้นเมืองผ่านกระบวนการทำแห้งโดยการละลายน้ำร้อนแล้วผสมกับน้ำกะทิ ดังนั้นการศึกษานี้เป็นการศึกษาสายพันธุ์ข้าวและอัตราส่วนต่อสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์จากอาหารพื้นเมือง ศึกษาชนิดและปริมาณการแต่งสีและกลิ่นด้วยสมุนไพรต่อสมบัติและการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส ให้มีการพัฒนาในกระบวนการผลิตที่ถูกต้องถูกสุขลักษณะและยกระดับผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสู่อาเซียนต่อไป

วิธีการทดลอง

1. วัตถุดิบ สารเคมีและเครื่องมือวิเคราะห์

นำตัวอย่างวัตถุดิบสายพันธุ์ข้าว 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์มะจานู จากอำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี และ ข้าวพันธุ์ชัยกันตัง อำเภอดากใบ จังหวัดนราธิวาส ที่มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 3 เดือน ส่วนสารเคมีและเครื่องมือวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่องอบลมร้อน (hot air oven) (รุ่น UF260 ยี่ห้อ Memmert ประเทศเยอรมัน) วิเคราะห์ปริมาณไขมันใช้สารเคมีปิโตรเลียมอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม เกรดวิเคราะห์จากบริษัท บริษัทเมอร์ค เคจีเอ ประเทศเยอรมัน

2. การเตรียมวัตถุดิบ

นำข้าวไปแช่น้ำ 1 คืน จากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องโม่หินโบราณด้วยมือทำแป้งแบบไม่เปียก และกดทับด้วยของหนัก 1 คืน เพื่อคั้นน้ำเอาออกจากแป้ง แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง 2 แดด บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด แล้วผ่านการร่อนแป้งด้วยตะแกรง 80 mesh นำแป้งที่ได้เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เก็บที่แห้ง ที่อุณหภูมิห้อง ปราศจากความชื้นและแสง ส่วนสมุนไพรที่ใช้คือ ใบเตย อัญชัน และดอกเก๊กฮวย จากพื้นที่หมู่ที่ 2 ตำบลยี่งอ อำเภอ ยี่งอ จังหวัดนราธิวาส โดยนำสมุนไพรสดมาเตรียมน้ำสมุนไพรความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 ด้วยน้ำปูนใส ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นยี่ห้อ SHARP รุ่น EM-11.P ประมาณ 5 นาที แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น เก็บรักษาไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตจากอาหารพื้นเมืองดังกล่าวนี้ มาจากพื้นที่เกษตรกรที่ทำเกษตรแบบผสมผสาน ปลอดภัย และไม่มีสิ่งต้องห้าม (สารอม) เจือปน ส่วนกระบวนการผลิตจากอาหารพื้นเมืองมีขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ

ด้วยน้ำผ่านและสะอาดน้ำซึ่งเป็นไปตามหลักการอิสลามว่าด้วยเรื่องความสะอาด และใช้อุปกรณ์การผลิตที่สะอาด ถูกหลักอนามัย

3. สายพันธุ์ข้าว อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังต่อการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำแป้งข้าวเจ้าแต่ละสายพันธุ์ผสมกับแป้งมันสำปะหลังตามอัตราส่วน ได้ทั้งหมด 8 ชุดทดลอง ปีจจัยที่ 1 สายพันธุ์ข้าว โดยเตรียมแป้งข้าวเจ้า 2 สายพันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ชัยนาท (A₁) และข้าวพันธุ์มะจานู (A₂) ปีจจัยที่ 2 อัตราส่วน คือ อัตราส่วน 90 กรัม (B₁) และอัตราส่วน 80 กรัม (B₂) ปีจจัยที่ 3 ปริมาณของแป้งมันสำปะหลัง แบ่งเป็น 2 อัตราส่วน คือ อัตราส่วน 10 กรัม (C₁) และ อัตราส่วน 20 กรัม (C₂) พร้อมกับเติมน้ำปริมาณร้อยละ 75 ของน้ำหนักทั้งหมด ในระหว่างการเติมน้ำ เติมน้ำทีละน้อยเพื่อให้เกิดการจับตัวกัน นวดแป้งด้วยเครื่องนวดเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำแป้งผสมกวดเข้าแม่พิมพ์อลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 เซนติเมตรขนาดทรงกระบอก กว้างxยาว 15x16 เซนติเมตร ขนาดความจุ 1 ลิตร โดยมีขนาดของรูประมาณ 0.5 เซนติเมตร ลงในน้ำเดือดพร้อมคนไม่ให้แป้งติดกันประมาณ 2 นาที หรือให้แป้งจอลอย แล้วตักจากจอลงในน้ำเย็นทันที นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากแป้งขึ้นเมือง โดยใช้เครื่องเคียงด้วยน้ำกะทิผสมน้ำตาลแว่น (โดยใช้กะทิสดต่อน้ำตาลแว่น 3: 1 เติมเกลือร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก พร้อมกับให้ความร้อน นาน 5 นาที) แล้วตักใส่จากจอลงต่อน้ำกะทิ 1 ต่อ 1 ในถ้วยพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อความยอมรับของผู้บริโภคจากนักศึกษาที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) มหาวิทยาลัยฟาฏอนี จำนวน 50 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale ตามวิธีของ Meilgaard et al. (1999) นำข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี รูปร่างและขนาด กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม คัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ดีและเหมาะสมที่สุดในการศึกษาในลำดับต่อไป

4. ชนิดและปริมาณการแต่งสีและกลิ่นด้วยสมุนไพรต่อสมบัติและการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ศึกษาการผลิตจากแป้งขึ้นเมืองโดยเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดจากข้อที่ 3 มาศึกษาชนิดและปริมาณการแต่งสีและกลิ่นด้วยสมุนไพร โดยปีจจัยที่ 1 ชนิดของสมุนไพร 3 ชนิด คือ ใบเตย (D₁) อัญชัน (D₂) และดอกเก๊กฮวย (D₃) ปีจจัยที่ 2 ความเข้มข้นน้ำสมุนไพรร้อยละ 10 (E₁) และ 20 (E₂) ของน้ำที่ใช้ในการนวดแป้ง เตรียมโดยการนำสมุนไพรแต่ละชนิดในความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 ตามลำดับ มาต้มกับน้ำให้เดือดประมาณ 10 นาที ได้ทั้งหมด 6 ชุดทดลอง แล้วนวดแป้งพร้อมกับเติมน้ำสมุนไพรแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ทีละน้อยเพื่อให้เกิดการจับตัวกัน จากนั้นนำแป้งผสมกวดเข้าแม่พิมพ์ลงในน้ำเดือดพร้อมคนไม่ให้แป้งติดกัน แล้วตักจากจอลงในน้ำเย็น และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยชิมร่วมกับน้ำกะทิผสมน้ำตาลแว่น (โดยใช้กะทิสดต่อน้ำตาลแว่น 3: 1 เติมเกลือร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก พร้อมกับให้ความร้อนนาน 5 นาที) นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อการยอมรับของผู้บริโภคจากนักศึกษาที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน มหาวิทยาลัยฟาฏอนี จำนวน 50 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale ตามวิธีของ Meilgaard et al. (1999) นำข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี รูปร่างและขนาด กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม และวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

และเคมีเบื้องต้น ได้แก่ สีและเนื้อสัมผัส วิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า คาร์โบไฮเดรต pH และปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 2000)

5. บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาต่อสมบัติและการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำชุดการทดลองที่ได้จากข้อ 4 ทำการผลิตจากรสชาติแล้วนำมาแช่เย็นน้ำก่อนนำมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง แล้วทำการศึกษานิคมบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาโดยมีปัจจัยชนิดของถุง 2 ชนิด ได้แก่ ถุง PP และอลูมิเนียมฟอยล์ ปิดผนึกด้วยความร้อนในสภาพสุญญากาศ และปัจจัยระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0 1 2 และ 3 เดือนเมื่อครบเวลาตามที่กำหนด ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น, pH, ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และเชื้อยีสต์และรา (AOAC, 2000)

6. การทดสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

ผลิตผลิตภัณฑ์จากรสชาติและนำผลิตภัณฑ์จากรสชาติที่ผ่านการเก็บรักษาที่เหมาะสมจากข้อที่ 5 ทำการทดสอบความยอมรับของผู้บริโภคกับกลุ่มเป้าหมายนักศึกษาที่ผ่านการฝึกฝน (trained panel) มหาวิทยาลัยฟาฏอนี จำนวน 15 คน โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale ตามวิธีของ Meilgaard et al. (1999) ได้แก่ สี รูปร่างและขนาด กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม

7. การวิเคราะห์สถิติ

วางแผนการทดลองโดยปัจจัยร่วมกันเป็นแผนแบบแฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มโดยตลอด (factorial in CRD) สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ส่วนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SPSS version 0.7.5 แล้วคัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ดีและเหมาะสมที่สุดในการศึกษาในลำดับต่อไป

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ศึกษาสายพันธุ์ข้าว อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังต่อการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การศึกษาผลของสายพันธุ์ข้าว อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง โดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากแป้งเมือง มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านคุณลักษณะสี รูปร่างและขนาด กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม ซึ่งถูกประเมินโดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า จาทั้ง 8 สูตร ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบในแต่ละคุณลักษณะแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 8 (ข้าวพันธุ์มะจานู และอัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อ แป้งมันสำปะหลัง 80 : 20 (4 : 1) โดยน้ำหนัก) ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดในด้าน สี รูปร่างและขนาด เนื้อสัมผัส รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบ

โดยรวม ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ย 6.85 6.20 7.00 6.97 6.48 6.40 และ 7.45 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนกลิ่นพบว่า สูตรที่ 4 (ข้าวพันธุ์ชินุกันตังและอัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งมันสำปะหลัง 80 : 20 (4 : 1) โดยน้ำหนัก) ได้คะแนนกลิ่นสูงที่สุด 7.97 แต่ไม่แตกต่างกับสูตรที่ 8 และพบว่าจากสูตรที่ 8 ได้รับคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส รูปร่างและขนาด และความชอบโดยรวมมากที่สุดแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) และได้รับคะแนนเฉลี่ยของความชอบโดยรวมอยู่ที่เกณฑ์ปานกลาง (7.45) งานทดลองส่วนนี้จึงคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวมะจานูและอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งมันสำปะหลังที่ระดับ 80 : 20 (4 : 1) โดยน้ำหนัก มีความเหมาะสมในการจับตัวและเกิดเจลที่ดี มีความแข็งที่เหมาะสมจากอัตราส่วนของแอมิโลส และแอมิโลเพกทิน ได้ดีกว่าข้าวชินุกันตัง ซึ่งความแตกต่างของสายพันธุ์ข้าว ปริมาณของแอมิโลส แอมิโลเพกทินและอุณหภูมิการเกิดเจล ส่งผลต่อคุณลักษณะของเจลได้

ตารางที่ 1. คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากสายพันธุ์ข้าวชินุกันตังและมะจานู

| สายพันธุ์ข้าว | แป้งชินุกันตัง : แป้งมันสำปะหลัง | | | | แป้งมะจานู : แป้งมันสำปะหลัง | | | |
|----------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | 90:10 | 90:20 | 80:10 | 80:20 | 90:10 | 90:20 | 80:10 | 80:20 |
| สี | 4.14±1.86 ^d | 5.94±1.55 ^{bc} | 5.51±1.59 ^c | 6.28±1.54 ^a | 5.62±1.49 ^{bc} | 6.06±1.5 ^{bc} | 4.48±2.13 ^d | 6.85±1.4 ^a |
| รูปร่างและขนาด | 4.57±1.66 ^{bc} | 4.65±1.45 ^{bc} | 4.91±1.44 ^{bc} | 5.08±1.40 ^b | 4.43±1.35 ^c | 4.74±1.6 ^{bc} | 5.02±1.62 ^b | 6.20±1.5 ^a |
| กลิ่น | 5.60±1.59 ^b | 6.25±1.55 ^{ab} | 6.57±1.39 ^{ab} | 7.97±1.21 ^a | 5.48±1.73 ^b | 5.62±1.4 ^b | 4.71±1.77 ^b | 6.77±1.3 ^{ab} |
| เนื้อสัมผัส | 4.88±1.64 ^{cd} | 5.91±1.85 ^b | 5.68±1.71 ^b | 6.00±1.87 ^b | 5.25±1.94 ^{bc} | 5.37±1.4 ^{bc} | 4.57±1.65 ^d | 7.00±1.1 ^a |
| รสชาติ | 4.65±1.34 ^c | 5.85±1.75 ^{bc} | 5.88±1.43 ^{bc} | 6.00±1.69 ^b | 5.28±1.56 ^{cd} | 5.43±1.3 ^{cd} | 4.83±1.42 ^{dc} | 6.97±1.1 ^a |
| ความนุ่ม | 4.37±1.61 ^b | 6.00±1.86 ^a | 5.85±1.72 ^a | 5.88±1.87 ^a | 5.06±1.95 ^b | 5.94±1.4 ^a | 4.85±1.50 ^b | 6.48±1.8 ^a |
| ความเหนียว | 4.60±1.68 ^c | 5.88±1.66 ^{ab} | 5.97±1.82 ^{ab} | 6.11±1.95 ^a | 5.26±1.89 ^{bc} | 6.17±1.2 ^a | 5.00±1.51 ^c | 6.40±1.6 ^a |
| ความชอบโดยรวม | 5.20±1.73 ^{cd} | 6.00±1.53 ^{bc} | 5.88±1.82 ^{bcd} | 6.17±1.72 ^b | 5.37±1.89 ^{cd} | 6.03±1.6 ^{bc} | 5.06±1.92 ^c | 7.45±0.9 ^a |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD ที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และจำนวนการทดสอบทางประสาทสัมผัส 50 คน

2. ศึกษาชนิดและปริมาณการแต่งสีและกลิ่นด้วยสมุนไพรต่อสมบัติและการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากแป้งเมืองทั้ง 6 ชุดการทดลอง โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนได้ดังตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสประกอบด้วยคุณลักษณะด้าน สี รูปร่างและขนาด กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม ซึ่งถูกประเมินโดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน พบว่า ผลิตภัณฑ์จากแป้งเมืองทั้ง 6 สูตร (ชุดการทดลอง) ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบในแต่ละคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ซึ่งพบว่าสูตรที่ 1 (น้ำสมุนไพรใบเตยที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก) ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดในด้านรูปร่างและขนาด กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความนุ่ม ความ

เหนียว และความชอบโดยรวม ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ย 6.18 6.13 6.16 7.21 6.00 6.05 และ 7.53 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อเทียบกับสมุนไพรชนิดอื่น ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสชอบที่มีส่วนผสมจากใบเตย เนื่องจากน้ำใบเตยให้จاذอเป็นสีเขียวของคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี (รูปที่ 1) และกลิ่นหอมจากสาร 2AP, nonanal และ hexanal (Wakte et al., 2012) การใช้ข้าวพันธุ์มะจานูร่วมกับน้ำใบเตยส่งผลให้ผลิตภัณฑ์จاذอท้องถิ่นมีสีเขียวและกลิ่นหอม ซึ่งทำให้ผู้บริโภคคุ้นเคยกับคุณสมบัตินี้ดี สูตรนี้จึงได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ขณะที่น้ำอัญชันให้จاذอเป็นสีน้ำเงิน (รูปที่ 1) จากสารแอนโทไซยานิน ternatins หรือ delphinidin (Kazuma, 2003) แต่ไม่มีกลิ่นที่เด่นชัด เช่นเดียวกับจاذอที่ได้ส่วนผสมของน้ำเก็กฮวยส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์เล็กน้อยมาก (รูปที่ 1) เนื่องจากสารสีเหลืองจากสารพวกฟลาโวนอยด์ (flavonoid) (Sun et al., 2010) ในตัวเก็กฮวยไม่มีความเข้มข้นมากพอที่จะทำให้เกิดสีให้เห็นได้ชัด

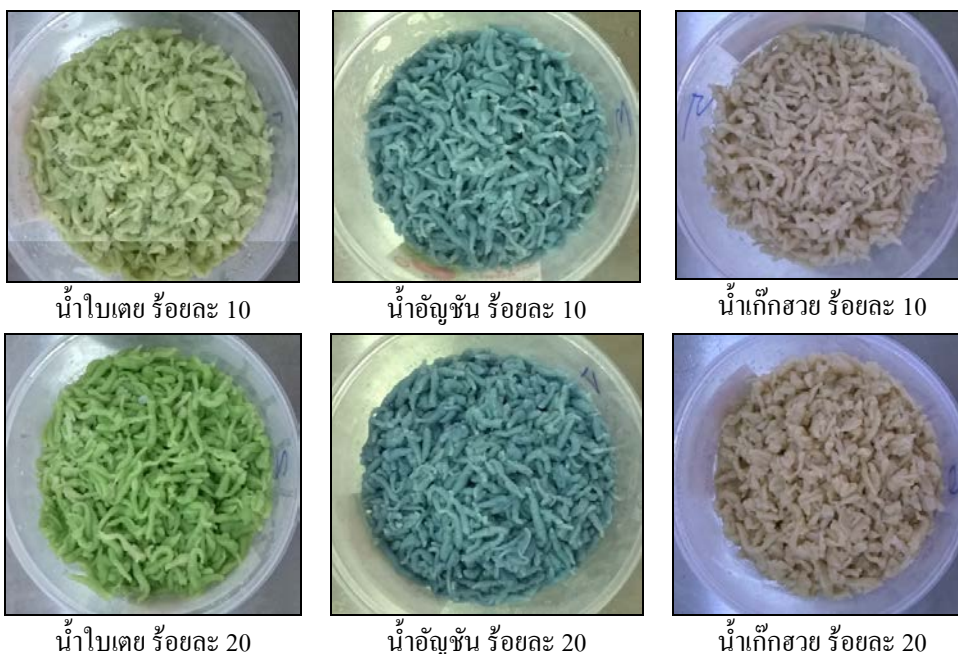
ตารางที่ 2. คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์จاذอที่เสริมสมุนไพรที่ระดับต่าง ๆ

| ชนิดของน้ำสมุนไพร | ใบเตย | | ดอกอัญชัน | | ดอกเก็กฮวย | |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ความเข้มข้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก) | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 |
| สี | 6.11±1.94 ^b | 6.89±1.68 ^a | 6.45±1.75 ^{ab} | 5.95±1.91 ^b | 5.11±1.79 ^c | 5.13±1.81 ^c |
| รูปร่างและขนาด | 6.18±1.39 ^a | 6.13±1.64 ^a | 5.97±1.88 ^a | 5.13±1.84 ^b | 4.82±1.57 ^{bc} | 4.45±1.88 ^c |
| กลิ่น | 6.13±1.49 ^a | 6.11±1.59 ^a | 5.97±1.79 ^{ab} | 5.82±1.43 ^{abc} | 5.29±2.05 ^c | 5.34±2.29 ^{bc} |
| เนื้อสัมผัส | 6.16±1.68 ^a | 5.45±1.87 ^b | 5.55±2.02 ^b | 5.16±1.66 ^{bc} | 5.13±1.86 ^{bc} | 4.71±1.95 ^c |
| รสชาติ | 7.21±1.33 ^a | 6.53±1.67 ^b | 6.50±1.75 ^b | 6.11±1.82 ^{bc} | 6.05±1.69 ^{bc} | 5.63±1.85 ^c |
| ความนุ่ม | 6.00±1.84 ^a | 4.68±1.67 ^c | 5.34±1.93 ^b | 4.50±1.84 ^c | 4.21±2.00 ^c | 4.42±1.89 ^c |
| ความเหนียว | 6.05±1.59 ^a | 4.71±1.69 ^c | 5.39±1.70 ^b | 4.50±1.63 ^c | 4.47±1.78 ^c | 4.45±1.72 ^c |
| ความชอบโดยรวม | 7.53±0.79 ^a | 6.89±1.03 ^b | 6.87±1.47 ^b | 6.47±1.15 ^b | 5.97±1.55 ^c | 5.79±1.90 ^c |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±SD ที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และจำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์จاذอเสริมสมุนไพร 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 พบว่า ชนิดสมุนไพรและความเข้มข้นที่ต่างกันในส่วนผสมของจاذอ ส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3) โดยจاذอที่มีส่วนผสมของดอกอัญชันให้ความเป็นกรดมากที่สุด เนื่องจากมีสารกลุ่มที่ออกฤทธิ์ของความเป็นกรด ได้แก่ กรดคูมาริก (coumaric acid) กรดเฟอร์รูริก (ferulic acid) และกรดคาร์แฟอิก (caffeic acid) (Chaovanalikit, 2011) รองลงมาคือ ใบเตยและดอกเก็กฮวยตามลำดับ และการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำสมุนไพรส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดสูงขึ้นเช่นเดียวกัน เมื่อ

พิจารณาความชื้น พบว่า จาจอที่มีส่วนผสมของใบเตยให้ปริมาณความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือ ดอกอัญชันและ ดอกเก็กฮวย ตามลำดับ ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์จาจอสูงที่ร้อยละ 56.13-69.33 เมื่อทำให้แห้งยอมทำให้มีการ หดตัวของเนื้อแป้งอย่างเห็นได้ชัด การเพิ่มความเข้มข้นน้ำสมุนไพรส่งผลให้ความชื้นลดลงเนื่องจากมีส่วนผสมของ น้ำลดลงตั้งแต่ต้น ในขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดพบมากที่สุดในผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของดอกอัญชัน เมื่อ พิจารณาคคุณค่าทางอาหาร พบว่า จาจอที่ผสมน้ำดอกเก็กฮวยให้ร้อยละโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด ในขณะที่ จาจอที่ผสมน้ำดอกอัญชันให้ร้อยละไขมันและเถ้าสูงที่สุด โดยการศึกษานี้ได้คัดเลือกชุดการทดลองข้าวมะจานู ร่วมกับน้ำใบเตย เนื่องจากมีคุณสมบัติของปริมาณไขมันต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น รวมทั้งใช้ปริมาณของใบเตยเพียง ร้อยละ 10 มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าใช้อัญชันและดอกเก็กฮวย



รูปที่ 1. ลักษณะสีของจาจอที่ต่างกันตามชนิดและความเข้มข้นของน้ำสมุนไพรที่เป็นส่วนผสม

3. ศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์จาจอพื้นเมืองที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง แล้วบรรจุ ถุง 2 ชนิด ได้แก่ ถุง PP และอลูมิเนียมฟอยล์ ปิดผนึกด้วยความร้อนในสภาพสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 1 2 และ 3 เดือน (รูปที่ 2) พบว่า แต่ละการบรรจุภัณฑ์ มีผลต่อค่า pH และ ความชื้นที่ต่างกัน ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4) โดยผลิตภัณฑ์จาจอที่บรรจุถุงชนิด PP ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของ pH

ในช่วง 4.83- 6.78 ในขณะที่จากรูที่บรรจุถุงชนิดออลูมิเนียมฟอยล์ให้ค่าการเปลี่ยนแปลง pH ในช่วง 5.75 -6.71 ซึ่งน้อยกว่าจากรูที่บรรจุถุงชนิด PP เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1-3 เดือน และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4) ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์มีการผลิตกรดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษานานขึ้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์จากรู พบว่า ระยะเวลา การเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลจากรูมีร้อยละความชื้นเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4) โดยจากรูที่บรรจุถุงชนิดออลูมิเนียมฟอยล์ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 6.74-7.10 ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ในขณะที่จากรูที่บรรจุถุงชนิด PP ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 6.71-8.92 แตกต่างกัน ($p<0.05$) ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 1-3 เดือน จะเห็นได้ว่าการบรรจุถุงชนิดออลูมิเนียมฟอยล์สามารถคงสภาพของผลิตภัณฑ์ และลดการเปลี่ยนแปลงของค่า pH และความชื้นได้ดีกว่า เนื่องจากถุงชนิด PP ไม่สามารถป้องกันแสงได้ และมีความกระด้าง ไม่ยืดหยุ่น ความชื้นของจากรูที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บในถุงชนิด PP เปรียบเทียบกับออลูมิเนียมฟอยล์ ส่งผลให้เกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีเร็วขึ้น ในขณะที่ถุงออลูมิเนียมฟอยล์ไม่ฉีกขาดง่ายเพราะมีการเคลือบด้วยฟิล์มลามิเนตหลายชั้น นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันอากาศและแสงแดดจากภายนอกที่จะเข้าไปในถุงได้ดี มีการปรับสมดุลของระบบอาหาร จึงช่วยเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น (Pieamcla, 2004)

ตารางที่ 3. ชนิดของน้ำสมุนไพรและความเข้มข้นที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์จากรูพื้นเมือง

| ชนิดของน้ำสมุนไพร | ใบเตย | | อัญชัน | | ดอกเก๊กฮวย | |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ความเข้มข้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก) | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 |
| pH | 6.81 ± 0.01 ^b | 6.64 ± 0.01 ^d | 6.54 ± 0.01 ^c | 6.42 ± 0.01 ^f | 6.85 ± 0.01 ^a | 6.76 ± 0.01 ^c |
| ความชื้น | 69.33 ± 1.81 ^a | 60.43 ± 2.83 ^{ab} | 61.67 ± 1.70 ^{ab} | 56.18 ± 9.19 ^b | 58.99 ± 3.13 ^b | 56.13 ± 6.08 ^b |
| ปริมาณของแข็งทั้งหมด | 69.66 ± 3.08 ^{ab} | 67.40 ± 5.28 ^{ab} | 80.91 ± 6.66 ^a | 77.29 ± 7.51 ^{ab} | 63.10 ± 9.84 ^b | 73.13 ± 1.21 ^{ab} |
| โปรตีน | 0.87 ± 0.04 ^c | 1.25 ± 0.11 ^b | 1.18 ± 0.09 ^b | 1.47 ± 0.12 ^b | 1.38 ± 0.01 ^b | 2.11 ± 0.33 ^a |
| ไขมัน | 0.40 ± 0.01 ^b | 0.69 ± 0.01 ^b | 0.56 ± 0.01 ^b | 1.47 ± 0.01 ^a | 0.44 ± 0.01 ^b | 1.22 ± 0.57 ^a |
| เถ้า | 0.07 ± 0.01 ^c | 0.10 ± 0.01 ^b | 0.11 ± 0.01 ^b | 0.12 ± 0.01 ^a | 0.11 ± 1.69 ^b | 0.11 ± 1.85 ^b |
| คาร์โบไฮเดรต | 29.31 ± 1.77 ^b | 37.53 ± 2.76 ^{ab} | 36.48 ± 1.79 ^{ab} | 40.75 ± 9.14 ^a | 39.08 ± 3.14 ^a | 40.42 ± 6.75 ^a |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± SD ที่มีอักษรกำกับต่างกัน ในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และจำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลิตภัณฑ์จากรูพื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ส่งผลให้มีการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 5) จากการทดลองพบว่า จากรูที่เก็บรักษาในถุง PP ที่อุณหภูมิห้อง มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้เร็วกว่าจากรูที่เก็บรักษาในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ โดยสามารถเก็บรักษาได้เพียง 1 เดือน ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์รวมเฉลี่ย 3.06×10^3 โคโลนีต่อกรัม เกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด เช่นเดียวกับเดือนที่ 2 พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน

มาตรฐาน กำหนดไว้คือ 1×10^3 โคโลนีต่อกรัม ในขณะที่จากรูที่เก็บรักษาในถุงอูมิเนียมฟอยล์ สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ถึง 1 เดือน โดยมีปริมาณจุลินทรีย์รวมเฉลี่ย 1.6×10^2 โคโลนีต่อกรัม ไม่เกินมาตรฐานกำหนด ส่วนจำนวนยีสต์และราเฉลี่ยที่เกินมาตรฐาน คือ 10.84 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งกำหนดราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อกรัม (Thai Industrial Standards Institute, 2003) พบในจากรูที่บรรจุถุง PP เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน ในขณะที่จากรูซึ่งบรรจุถุงอูมิเนียมฟอยล์ พบปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ตลอดอายุการเก็บรักษา 3 เดือน



รูปที่ 2. ผลิตภัณฑ์จากรูพื้นเมืองบรรจุถุง PP (ซ้าย) และถุงอูมิเนียมฟอยล์ (ขวา) แบบสุญญากาศ

ตารางที่ 4. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์จากรูพื้นเมืองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน

| ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน) | ชนิดของบรรจุภัณฑ์ | pH เฉลี่ย \pm SD | ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) \pm SD |
|---------------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------|
| 0 | PP | 6.78 ± 0.09^a | 6.71 ± 0.76^c |
| | อูมิเนียมฟอยล์ | 6.71 ± 0.14^a | 6.74 ± 0.02^c |
| 1 | PP | 6.28 ± 0.09^b | 7.53 ± 0.26^{bc} |
| | อูมิเนียมฟอยล์ | 6.56 ± 0.05^a | 6.81 ± 0.54^c |
| 2 | PP | 5.35 ± 0.14^d | 8.54 ± 0.96^a |
| | อูมิเนียมฟอยล์ | 6.28 ± 0.09^b | 7.02 ± 0.50^c |
| 3 | PP | 4.83 ± 0.10^c | 8.92 ± 0.70^a |
| | อูมิเนียมฟอยล์ | 5.75 ± 0.26^c | 7.10 ± 0.26^c |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย \pm SD ที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และจำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ

จากรูพื้นเมืองสด มีปริมาณความชื้นมากกว่าร้อยละ 50 หลังจากผ่านการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณความชื้นลดลงเหลือประมาณร้อยละ 6 ลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงคือ มีเนื้อสัมผัสที่แข็ง สีเข้ม

ขึ้น และความนุ่มลดลง การลดความชื้นลงและบรรจุถุง PP หรือถุงอลูมิเนียมฟอยล์ แบบสุญญากาศ ทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากอิ่งสำเร็จรูปจนสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เป็นเดือน เมื่อเปรียบเทียบชนิดของถุงบรรจุภัณฑ์ พบว่า ถุงอลูมิเนียมฟอยล์สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงชนิด PP โดยลดการเปลี่ยนสีของจากอิ่งได้ การบรรจุผลิตภัณฑ์ในสภาพสุญญากาศช่วยชะลอหรือป้องกันการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นก่อนเวลาอันควร หรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร ชะลอหรือป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพอาหาร ชะลออัตราการหายใจของพืช ชะลอหรือป้องกันการเจริญและการฟักไข่ของหนอน แมลงต่าง ๆ ที่อาจติดอยู่ในอาหาร รักษาสีแดงของเนื้อ และป้องกันการเสีรูปร่างของผลิตภัณฑ์ (Poovarodom, 2007)

ตารางที่ 5. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์จากอิ่งพื้นเมืองหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน (จากจำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ)

| ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน) | จำนวนจุลินทรีย์รวมเฉลี่ย (โคโลนีต่อกรัม) | | จำนวนยีสต์และราเฉลี่ย (โคโลนีต่อกรัม) | |
|------------------------------|--|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
| | PP | อลูมิเนียมฟอยล์ | PP | อลูมิเนียมฟอยล์ |
| 0 | <30 | <30 | 1.02 | 0.22 |
| 1 | 3.06×10^3 | 1.6×10^2 | 2.44 | 0.47 |
| 2 | 6.16×10^4 | 3.69×10^3 | 5.66 | 2.55 |
| 3 | 1.76×10^5 | 4.23×10^4 | 10.84 | 8.77 |

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

หลังจากเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากอิ่งพื้นเมืองกึ่งสำเร็จรูปในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่สภาวะสุญญากาศ ซึ่งเหมาะสมที่สุด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน (รูปที่ 3) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จากนั้นเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อทดสอบชิมโดยนำจากอิ่งกึ่งสำเร็จรูปไปแช่น้ำแล้วอุ่นในไมโครเวฟกำลังวัตต์ 800 วัตต์ เป็นระยะเวลา 1 นาที และทดสอบชิมร่วมกับน้ำกะทิผสมน้ำตาลแว่น ให้คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยกลุ่มเป้าหมายนักศึกษามหาวิทยาลัยฟาฏอนีที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน และประเมินคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ด้านสี รูปร่างและขนาด กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์จากอิ่งที่ไม่ผ่านการอบแห้ง จากการทดสอบพบว่า ผู้ประเมินให้คะแนนความยอมรับด้านสี รูปร่างและขนาด กลิ่น และความเหนียว ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ลักษณะด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ได้รับคะแนนความยอมรับในผลิตภัณฑ์จากอิ่งกึ่งสำเร็จรูปน้อยกว่าจากอิ่งสดแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) (ตารางที่ 6) อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์จากอิ่งทั้ง 2 ชนิด ได้รับคะแนน

ความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และความเป็นไปได้ที่ทำให้จากรูปร่างมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่ำกว่าจากรสชาติเนื่องจากการอบแห้งส่งผลให้โครงสร้างของจากรูปร่างเกิดรูพรุน เมื่อมีการเติมน้ำ โมเลกุลของแป้งจะดูดน้ำคืนสภาพเดิมแต่การจับตัวไม่ดีเท่าจากรสชาติ ซึ่งมีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติ โดยผู้บริโภคมีความชอบลดลงแม้ว่ามีการเตรียมผลิตภัณฑ์โดยการอุ่นด้วยไมโครเวฟก่อนทดสอบชิมแล้วก็ตาม



รูปที่ 3. ลักษณะจากรูปร่างที่ผ่านการบรรจุถุง PP (ซ้าย) มีสีเขียวซีดเล็กน้อยในขณะที่จากรูปร่างที่ผ่านการบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (ขวา) ยังคงสภาพสีเขียวเช่นเดิม หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน

ตารางที่ 6. ชนิดของผลิตภัณฑ์จากรูปร่างที่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

| คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส | จากรสชาติ | จากรูปร่างสำเร็จรูป |
|--------------------------|-------------------|---------------------|
| สี | 7.88 ± 1.15^a | 8.00 ± 1.00^a |
| รูปร่างและขนาด | 7.11 ± 1.33^a | 7.07 ± 1.29^a |
| กลิ่น | 8.11 ± 1.12^a | 7.70 ± 1.48^a |
| เนื้อสัมผัส | 6.63 ± 1.14^a | 5.37 ± 1.69^b |
| รสชาติ | 8.22 ± 0.89^a | 7.66 ± 1.33^b |
| ความนุ่ม | 5.92 ± 1.52^a | 4.96 ± 1.45^b |
| ความเหนียว | 6.07 ± 1.75^a | 5.88 ± 1.76^a |
| ความชอบโดยรวม | 7.88 ± 1.05^a | 7.25 ± 0.98^b |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย \pm SD ที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และจำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ

จําจ้อเป็นอาหารพื้นเมืองภาคใต้ โดยเฉพาะในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์และยกระดับอาหารพื้นเมืองดังกล่าวให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและมีกระบวนการผลิตที่ปลอดภัย จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์สู่ตลาดที่กว้างขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัยเตรียมจากวัตถุดิบที่ปลอดภัย (เป็นที่ยอมรับตามหลักการอิสลาม) มีส่วนผสมของสมุนไพรที่ให้คุณค่าทางอาหาร และมีกระบวนการผลิตที่สะอาด ถูกหลักอนามัย โดยใช้สถานที่และอุปกรณ์ที่ไม่มีการปนเปื้อนสิ่งต้องห้าม (ฮาลาล) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์จําจ้อที่ได้จึงปลอดภัยและมีประโยชน์

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จําจ้อพื้นเมือง 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้จากข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง โดยใช้ส่วนผสมของข้าวพันธุ์มะจานูและแป้งมันสำปะหลัง อัตราส่วน 4 : 1 โดยน้ำหนัก ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงที่สุด เมื่อพัฒนาต่อโดยใช้สมุนไพรในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและสารให้สีในผลิตภัณฑ์ โดยใช้ น้ำใบเตยร้อยละ 10 ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุด แล้วนำผลิตภัณฑ์จําจ้อรูปแบบกึ่งสำเร็จรูปที่ได้สามารถขึ้นรูปด้วยน้ำร้อนด้วยไมโครเวฟกำลังวัตต์ 800 วัตต์ เวลา 1 นาที มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส แต่มีคุณสมบัติบางประการที่ต้องพัฒนาของเนื้อสัมผัสเมื่อเทียบกับจําจ้อสด อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีตามมาตรฐาน มพช.ลดช่องแห้ง ผลิตภัณฑ์จําจ้อมีอายุการเก็บรักษา 1 เดือนในอุณหภูมิเย็นพอใช้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจึงสามารถยกระดับผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่นสู่มาตรฐานและกระจายสินค้าในอนาคได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแหล่งทุนวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2559

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of the AOAC* (15th ed.). Arlington: AOAC International.
- Chaovanalikit, A. (2011). Extraction and analysis of anthocyanin. *Journal of Science and Technology*, 3(6), 26-36. (in Thai).
- Chedoloh, R. & Asae, S. (2017). Packaging and shelf-life of local halal ready to eat mataba. *Burapha Science Journal*, 22(1), 78-91. (in Thai)
- Cobelli, P. & Wangsomboondee, T. (2019). Endocrine disruptor pesticides: impact on Thai rice exporters. *Thai Rice Research Journal*, 10(1), 108-119. (in Thai)

- Jay, J. M., Loessner, M. J. & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology* (7th ed.). New York: Springer Science and Business Media, Inc.
- Kazuma, K., Noda, N. & Suzuki, M. (2003). Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*, 64(6), 1133-1139. doi: 10.1016/S0031-9422(03)00504-1
- Komolwanich, S. (1992). *Snack Recipes and Thai Desserts* (1st ed.). Bangkok, Thailand: Amarin Printing group. (in Thai)
- Meilgaard, M., Civille, G. V. & Carr, B. T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques* (3rd ed.). New York: CRC Press.
- Pieamcla, N. (2004). *Study of appropriate conditions for frozen ripe durian frying in vacuum fryer* (B.Eng.Thesis) Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Poovarodom, N. (2007). *Food Packaging* (1st ed.). Bangkok, Thailand: S. P. M. Publishing. (in Thai)
- Pupaka, D. (2016). Rice landraces diversity for developing products of food supplements and functional foods in Chachoengsao province. *KKU Science Journal*, 44(3), 566-578.
- Rattanapanone, N. (2002). *Food Chemistry* (1st ed.). Bangkok, Thailand: Odean Store. (in Thai)
- Ray, B. (2005). *Fundamental Food Microbiology* (3th ed.). New York: CRC Press.
- Srirod, K. & Piyachomkwan, K. (2003). *Starch Technology* (3th ed.). Bangkok, Thailand: Kasetsart University. (in Thai)
- Sun, Q. L., Hua, S., Ye, J. H., Zheng, X. Q. & Liang, Y. R. (2010). Flavonoids and volatiles in *Chrysanthemum morifolium* Ramat flower from Tongxiang County in China. *African Journal of Biotechnology*, 9(25), 3817-3821. doi: 10.5897/AJB10.140
- Thai Industrial Standards Institute. (2003). *Thai Community Products Standards 138/2546: Semi-cooked Lotchong Thred*. Bangkok, Thailand: TISI, Ministry of Industry. (in Thai)
- Wakte, K. V., Zanan, R. L., Thengane, R. J., Jawali, N. & Nadaf, A. B. (2012). Identification of elite population of pandanus amaryllifolius roxb. for higher 2-Acetyl-1-pyrroline and other volatile contents by HS-SPME/GC-FID from Peninsular India. *Food Analytical Methods*, 5(6), 1276-1288. doi: 10.1007/s12161-012-9373-y
- Wattanayon, S. (2013). Six local foods local eating to Asean. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, 1(1), 34-44. (in Thai)