การใช้ประโยชน์จากซังขนุนในกะละแม

Utilization of Jack Fruit Pulp in Kalamae

ปานจิต ป้อมอาสา[1], ณิชาภา ทองเปรม[1], สิริมา เถกิงวงศ์ตระกูล[1*] และ เพ็ญศิริ แก้วทอง[2]

Panjit Pomasa[1], Nichapa Thongprem[1], Sirima Takeungwongtrakul[1*] and Pensiri Kaewthong[2]

[1] *ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี*

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] *คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*

[1] *Department of Agricultural Education, Faculty of Industrial Education and Technology,*

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

[2] *Faculty of Food Industrial, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*

Received : 16 February 2021

Revised : : 18 March 2021

Accepted : 23 March 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการทางอาหารให้กับกะละแม โดยทำการศึกษาผลของปริมาณซังขนุนที่แตกต่างกัน (ปริมาณร้อยละ 0 10 15 20 และ 25 (โดยน้ำหนัก)) ในผลิตภัณฑ์กะละแมต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ พบว่า การใช้ซังขนุนปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) ในผลิตภัณฑ์กะละแมได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด และมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก (p<0.05) ส่วนคุณค่าทางโภชนาการทั้งด้านปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ ความชื้น และเถ้าของผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมที่ไม่เสริมซังขนุน (p<0.05) ซึ่งผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) ยังมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไขมันน้อยกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรที่ไม่เสริมซังขนุน (p <0.05) นอกจากนี้ได้ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) ที่อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่า มีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (873/2559)

คำสำคัญ : กะละแม ; ซังขนุน ; เส้นใยหยาบ

Abstract

This research aimed to develop the formulation of Kalamae supplemented with jackfruit pulp to enhance the nutritional value. The different levels of jackfruit pulp (0, 10, 15, 20 and 25%, (w/w)) in Kalamae were studied. It was found that the use of 15% (w/w) jackfruit pulp in Kalamae had the highest overall liking scores by consumer test and liking score was like very much (p<0.05). The nutritive values including protein, fiber, moisture, and ash contents of Kalamae supplemented with jackfruit pulp at 15% (w/w) were higher than those without jackfruit pulp (p<0.05). Kalamae supplemented with jackfruit pulp at 15% (w/w) showed the lower carbohydrate and lipid contents, compared with those without jackfruit pulp (p< 0.05). Additionally, the selected Kalamae supplemented with jackfruit pulp at 15% (w/w), stored at 30±2 °C for 14 days, had microbiological quality as Thai community product standard (873/2016).

Keywords : kalamae ; jackfruit pulp ; crude fiber

***Corresponding author. E-mail** : sirima.ta@kmitl.ac.th

บทนำ

กะละแมหรือกาละแม เป็นขนมไทยพื้นบ้านที่ทำจากแป้งข้าวเหนียว กะทิ และน้ำตาลปี๊บที่กวนจนเหนียว มีลักษณะเป็นแป้งเหนียว นิยมทำในวันขึ้นปีใหม่ของคนไทยในสมัยก่อน (Phadungsilp & Aubpatak, 2013) ปัจจุบันมีการผลิตในท้องตลาดและจำหน่ายอย่างแพร่หลายในหลายจังหวัด ซึ่งหากมีการบริโภคกะละแมในปริมาณมากเป็นประจำอาจทำให้ได้รับปริมาณน้ำตาล และไขมันมากเกินความต้องการของร่างกาย มีโอกาสนำไปสู่การเกิดโรคต่าง ๆ ได้ ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพและเสริมคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์กะละแมจึงเป็นสิ่งที่สนใจ

ขนุนเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว โดยขนุน 1 ลูก ประกอบด้วยเนื้อยวงร้อยละ 55.06 เมล็ดร้อยละ 6.28 เปลือกในร้อยละ 5.36 เปลือกนอกร้อยละ 12.28 ซังร้อยละ 7.02 และแกนขนุนร้อยละ 14.04 (Chowdhury *et al.*, 1997) ซังขนุนถือเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากการบริโภคเนื้อขนุนซึ่งมีจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม ส่วนของซังขนุนมีกลิ่นหอม รสหวาน และมีใยอาหารเป็นส่วนประกอบ โดย Pojpisuttipong & Watanyoopaisan (2019) รายงานว่าซังขนุนมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 19.77 ซึ่งมีใยอาหารที่สำคัญทั้งเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพกตินเป็นส่วนประกอบ (Raj & Ranganathan, 2018; Wititsiri, 2014) ในปัจจุบันได้มีการเล็งเห็นถึงประโยชน์ของการนำซังขนุนมาเพิ่มมูลค่ามากขึ้น สำหรับทางผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีการนำซังขนุนมาแปรรูป หรือนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงคุณภาพและเสริมคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ซังขนุนปรุงรสสำเร็จรูป ซังขนุนแผ่นอบกรอบ ลูกชิ้นซังขนุน ทองม้วนซังขนุน ข้าวเกรียบซังขนุน แผ่นห่ออาหารจากซังขนุน ซังขนุนน้ำหมี่กรอบ และคุกกี้ซังขนุน เป็นต้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ใช้ซังขนุนมาเป็นส่วนประกอบ โดยผลิตภัณฑ์กะละแมซึ่งเป็นขนมไทยที่รับประทานได้ง่าย นำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยที่นำซังขนุนมาพัฒนาเป็นส่วนผสมของกะละแม เพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน 2) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน และศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน 3) เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมใยอาหารจากซังขนุน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมซังขนุน

นำซังขนุนพันธุ์ทวายที่เหลือจากการบริโภคเนื้อขนุนจากตลาดเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร มาล้างทำความสะอาด ตั้งให้สะเด็ดน้ำที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที แล้วนำมาปั่นในเครื่องปั่น (Phillips, Guangzhou, China) ที่ความแรงระดับ 2 นาน 5 นาที จากนั้นนำซังขนุนที่ผ่านการปั่นละเอียดแล้วมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน ซึ่งได้มีการวิเคราะห์ค่าทางเคมีของซังขนุน ทั้งปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเส้นใยหยาบ ตามวิธี AOAC (2000) สำหรับคาร์โบไฮเดรต คำนวณดังนี้ ร้อยละคาร์โบไฮเดรต = 100 – (%ความชื้น+%โปรตีน+%ไขมัน+%เถ้า)

ภาพที่ 1 ซังขนุนสด

2. การผลิตกะละแมสูตรพื้นฐาน และกะละแมสูตรเสริมซังขนุน

2.1 การผลิตกะละแมสูตรพื้นฐานเลือกมาจากสูตรของ Thongsomnuk (2012) ซึ่งประกอบด้วยแป้งข้าวเหนียว 100 กรัม น้ำตาลปี๊บ 130 กรัม หัวกะทิ 420 กรัม น้ำใบเตย 200 กรัม โดยแสดงวิธีการผลิตดังภาพที่ 2

น้ำตาลปี๊บผสมกับน้ำใบเตยได้ส่วนผสมในส่วนที่ (1)

นำแป้งข้าวเหนียวผสมกับน้ำกะทิ

↓

โดยค่อย ๆ ผสมและนวดให้เข้ากัน ได้ส่วนผสมในส่วนที่ (2)

↓

นำส่วนผสมในส่วนที่ (2) มาผสมกับส่วนผสมในส่วนที่ (1)

↓

ได้เป็นส่วนผสมที่ (3)

↓

นำของผสมในส่วนที่ 3 ไปกวนด้วยไฟกลางจนงวด ใช้เวลาในการกวนประมาณ 45 นาที - 1 ชั่วโมง

↓

ลดไฟให้อ่อนลง แล้วกวนต่อจนเหนียวไม่ติดกระทะ

↓

นำกะละแมที่ได้เทใส่ถาดที่สะอาด รอจนกระทั่งเย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 12 ชั่วโมง

↓

นำมาตัดเป็นชิ้น และห่อเป็นคำด้วยฟิล์มพลาสติกใส

ภาพที่ 2 การผลิตกะละแมสูตรพื้นฐาน

2.2 ศึกษาปริมาณซังขนุนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กะละแม

ตารางที่ 1 สูตรกะละแมเที่ไม่เสริมและเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 10 15 20 และ 25 (โดยน้ำหนัก) ของส่วนผสมที่เป็นของแข็ง

ส่วนผสม	**ปริมาณซังขนุน (กรัม)**				
	กะละแมไม่เสริมซังขนุน	กะละแมเสริมซังขนุนร้อยละ 10	กะละแมเสริมซังขนุนร้อยละ 15	กะละแมเสริมซังขนุนร้อยละ 20	กะละแมเสริมซังขนุนร้อยละ 25
แป้งข้าวเหนียว	100	100	100	100	100
น้ำตาลปี๊บ	130	130	130	130	130
หัวกะทิ	420	420	420	420	420
น้ำใบเตย	200	200	200	200	200
ซังขนุน	-	23	34.5	46	57.5

ทำการผลิตกะละแมตามสูตรพื้นฐาน (ไม่ใส่ซังขนุน) และผลิตกะละแมเสริมซังขนุนที่ปริมาณร้อยละ 10 15 20 และ 25 (โดยน้ำหนักเปียก) ของส่วนผสมที่เป็นของแข็ง ในปริมาณตามตารางที่ 1 โดยเติมซังขนุนสดที่ผ่านการปั่นละเอียดแล้วเติมลงไปผสมในส่วนผสมที่ (2) จากนั้นทำการผลิตเช่นเดียวกับกะละแมสูตรพื้นฐาน เมื่อผลิตกะละแมทั้ง 5 สูตร แล้วให้นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบจำนวน 50 คน อายุในช่วง 18-35 ปี ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ทำการประเมินความชอบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวม จากนั้นทำการเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุดมาใช้ในขั้นตอนต่อไป

2.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน

นำผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 2.2 และผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และนำตัวอย่างมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำมาทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

2.3.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

1) ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่อง Water activity meter (Aqualab Series 3TE, Decagon devices Inc., Pullman, WA, USA)

2) ค่าสี ระบบ CIE LAB อ่านค่า L* a* และ b* ด้วยเครื่อง HunterLab MiniScan@XE Plus (Hunter Associates Laboratory Inc., USA)

3) ค่าความยืดหยุ่น ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA.XT II texture analyzer (Stable Micro Systems, Surrey, England) โดยใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร กดตัวอย่างลึกลงไปร้อยละ 25 ของความหนาทั้งหมด ที่ความเร็วในการกด 1.7 มิลลิเมตรต่อวินาที

2.3.2 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

1) ร้อยละปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใยหยาบ และปริมาณเถ้าตามวิธีของ AOAC (2000) รวมทั้งปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยการคำนวณ

2) ค่าพลังงานทั้งหมด โดยการคำนวณจากสูตรพลังงาน (กิโลแคลอรี/100 กรัม) = (ร้อยละไขมัน × 9) + (ร้อยละโปรตีน × 4) + (ร้อยละคาร์โบไฮเดรต × 4)

3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน

นำผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานและสูตรที่เสริมซังขนุนที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 2.2 มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 14 วัน โดยสุ่มตัวอย่างทุกวันที่ 0 7 และ 14 ของการเก็บรักษา มาตรวจสอบค่าดังต่อไปนี้ คือ 1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2) ปริมาณยีสต์และรา 3) ปริมาณ *Escherichia coli* 4) ปริมาณ *Staphylococcus aureus* และ 5) *Salmonella* spp. โดยรายงานในรูปของ cfu/g (BAM, 2001)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการแปลผลข้อมูลที่ได้โดยวิเคราะห์ค่า Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS version 16

ผลการวิจัย

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของซังขนุน

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของซังขนุนพันธุ์ทวาย

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละของน้ำหนักเปียก
ความชื้น	61.37±0.85*
เถ้า	2.11±0.13
โปรตีน	2.07±0.12
ไขมัน	0.94±0.07
คาร์โบไฮเดรต	33.51±0.11
เส้นใยหยาบ	4.21±0.19

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของซังขนุนพันธุ์ทวาย (ตารางที่ 2) พบว่า ซังขนุนมีปริมาณความชื้นร้อยละ 61.37 ปริมาณเถ้าร้อยละ 2.11 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 2.07 ปริมาณไขมันร้อยละ 0.94 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 33.51 โดยมีเส้นใยหยาบปริมาณร้อยละ 4.21

2. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กาละแมสูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน

คุณลักษณะ	ปริมาณซังขนุน (ร้อยละ)				
	0	10	15	20	25
ลักษณะปรากฏ	6.12±1.18*[b]	6.70±1.26[a]	7.04±1.14[a]	5.98±1.27[b]	6.14±1.06[b]
สี	6.42±1.26[b]	6.96±1.26[a]	7.24±1.18[a]	6.18±1.36[b]	5.98±1.58[b]
กลิ่น	6.30±1.10[bc]	6.70±1.21[ab]	6.84±1.37[a]	6.20±1.37[bc]	5.86±1.40[c]
รสชาติ	6.58±1.43[a]	6.90±1.46[a]	7.04±1.34[a]	5.48±1.55[b]	5.64±1.69[b]
ความยืดหยุ่น	6.60±1.49[ab]	6.32±1.58[b]	6.98±1.52[a]	5.12±1.71[c]	5.20±1.64[c]
ความชอบโดยรวม	6.60±1.19[b]	6.66±1.21[b]	7.40±1.16[a]	5.60±1.30[c]	5.76±1.54[c]

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

การทดลองนี้ได้เลือกการผลิตกะละแมสูตรพื้นฐานจากสูตรของ Thongsomnuk (2012) โดยได้ดัดแปลงและนำซังขนุนมาเสริมในผลิตภัณฑ์กะละแมปริมาณร้อยละ 0 10 15 20 และ25 (โดยน้ำหนัก) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์กะละแมทั้ง 5 สูตร มาทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบ 9 points hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 50 คน จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 3 พบว่า ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 10 และ15 (โดยน้ำหนัก) มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 6.70-7.04) คะแนนความชอบด้านสี (คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 6.96-7.24) และคะแนนความชอบด้านกลิ่น (คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 6.96-7.24) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05) โดยผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 10 และ15 (โดยน้ำหนัก) มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และด้านสีที่สูงกว่าสูตรอื่น ๆ (p<0.05) ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 0 10 และ 20 (โดยน้ำหนัก) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05) ส่วนคะแนนความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 0-15 (โดยน้ำหนัก) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่การเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์กะละแมปริมาณร้อยละ 0-15 (โดยน้ำหนัก) มีคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 20 และ 25 (โดยน้ำหนัก) (p<0.05) สำหรับคะแนนความชอบด้านความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 0 และ 15 (โดยน้ำหนัก) มีค่าสูงที่สุด (p<0.05) ซึ่งผลิตภัณฑ์กะละแมที่ไม่เติมซังขนุนได้คะแนนความชอบด้านความยืดหยุ่นไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์กะละแมที่เติมซังขนุนปริมาณร้อยละ 10 (โดยน้ำหนัก) (p>0.05) แต่มีคะแนนความชอบด้านความยืดหยุ่นมากกว่าในผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 20 และ 25 (โดยน้ำหนัก) สำหรับด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน พบว่า การเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์กะละแมที่ระดับร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด (p<0.05) ดังนั้น จากคะแนนความชอบโดยรวมที่สูงที่สุด

ของผู้ทดสอบชิมจึงใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนที่ระดับร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) มาใช้ในขั้นตอนต่อไป

3. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กาละแมสูตรพื้นฐานและผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน

องค์ประกอบทางเคมี	ผลิตภัณฑ์กะละแม สูตรพื้นฐาน	ผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน ที่ระดับร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก)
คาร์โบไฮเดรต	83.55±1.07*[a]	80.30±1.04[b]
ไขมัน	11.10±1.56[a]	9.79±1.70[b]
โปรตีน	3.14±0.07[b]	5.61±0.02[a]
ความชื้น	1.85±0.11[b]	2.80±0.10[a]
เส้นใยหยาบ	0.73±0.05[b]	3.51±0.10[a]
เถ้า	0.36±0.05[b]	1.50±0.02[a]
ค่าพลังงาน (กิโลแคลอรี่/100 กรัม)	446.62±1.00[a]	431.78±1.04[b]

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนในปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) แสดงในตารางที่ 4 พบว่า ผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 83.55 ปริมาณไขมันร้อยละ 11.10 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.14 ปริมาณความชื้นร้อยละ 1.85 ปริมาณเส้นใยหยาบร้อยละ 0.73 และปริมาณเถ้าร้อยละ 0.36 โดยมีค่าพลังงานทั้งหมด คือ 446.62 กิโลแคลอรี่/100 กรัม ส่วนผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนในปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้น ปริมาณเส้นใยหยาบ และปริมาณเถ้าอยู่ที่ร้อยละ 80.30 9.79 5.61 2.80 3.51 และ1.50 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าพลังงานทั้งหมด คือ 431.78 กิโลแคลอรี่/100 กรัม

4. การศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กาละแมสูตรพื้นฐานและผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน

ลักษณะทางเคมีและทางกายภาพ	ผลิตภัณฑ์กะละแมที่ไม่ได้เสริมซังขนุน (สูตรพื้นฐาน)	ผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุน ที่ร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก)
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.83±0.01*[a]	0.84±0.00[a]
ค่าสี L*	39.62±0.70[a]	36.46±0.01[b]
a*	1.30±0.19[a]	1.20±0.12[a]
b*	10.75±1.42[a]	11.48±1.45[a]
ความยืดหยุ่น (มม.)	12.94±1.00[a]	8.87±1.83[b]

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ค่า L* แสดงถึงความสว่าง 0 ถึง 100 ค่า (+a*) แสดงถึงค่าสีแดง (-a*) แสดงถึงค่าสีเขียว ค่า (+b*) แสดงถึงค่าสีเหลือง (-b*) แสดงถึงค่าสีน้ำเงิน

คุณลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมจากซังขนุนในปริมาณร้อยละ 0 (สูตรพื้นฐาน) และ 15 (โดยน้ำหนัก) แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า ผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.84±0.01 ค่า L* เท่ากับ 39.62±0.70 ค่า a* เท่ากับ 1.30±0.19 และค่า b* เท่ากับ 10.75±1.42 ส่วนค่าความยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับ 12.94±1.00 มม. สำหรับผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนที่ปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) มีค่า a_w เท่ากับ 0.84±0.00 ค่า L* เท่ากับ 36.46±0.01 ค่า a* เท่ากับ 1.20±0.12 และค่า b* เท่ากับ 11.48±1.45 ส่วนค่าความยืดหยุ่น มีค่าเท่ากับ 8.87±1.83มม.

5. การศึกษาลักษณะทางจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนระหว่างการเก็บรักษาอุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

ตารางที่ 6 จำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน

การตรวจสอบทางจุลินทรีย์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)			มผช.873/2559
	0	7	14	
จุลินทรีย์ทั้งหมด	-	-	-	ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
ยีสต์และรา	-	-	-	ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
Escherichia coli	-	-	-	ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
Staphylococcus aureus	-	-	-	ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
Salmonella spp.	-	-	-	ต้องไม่พบ

หมายเหตุ - หมายถึง ปกติ ปริมาณไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

\+ หมายถึง พบความผิดปกติ ปริมาณเกินมาตรฐานที่กำหนด

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนในปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) แสดงดังตารางที่ 6 พบว่า จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา *Escherichia coli Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ 873 (พ.ศ. 2559) เรื่อง กะละแม

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของซังขนุนพันธุ์ทวายที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากการบริโภค พบว่า ซังขนุนพันธุ์ทวายมีปริมาณความชื้นสูงที่สุด (ร้อยละ 61.37) รองมา คือ คาร์โบไฮเดรต เถ้า โปรตีน และไขมัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งงานวิจัยของ Photphisutthiphong & Vatanyoopaisarn (2019) รายงานว่า ซังขนุนพันธุ์ทองประเสริฐมีค่าความชื้นสูงที่สุดเช่นกัน รองมา คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เถ้า และไขมัน ตามลำดับ ซึ่งซังขนุนพันธุ์ทวายในการทดลองนี้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงถึงร้อยละ 33.51 โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในซังขนุนใกล้เคียงกับรายงานของ Khatta (2001) ที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 29.20 นอกจากนี้ ยังมีการรายงานปริมาณคาร์โบไฮเดรตในซังขนุนพันธุ์ทองประเสริฐ และซังขนุนพันธุ์ทองสุดใจ โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ร้อยละ 19.77 (Photphisutthiphong & Vatanyoopaisarn, 2019) และร้อยละ 18.13 (Thungchoho, 2012) ตามลำดับ จากผลการทดลองซังขนุนพันธุ์ทวายยังมีเส้นใยหยาบ (ร้อยละ 4.21) ที่มากกว่าเส้นใยหยาบที่พบในซังขนุนพันธุ์ทองประเสริฐด้วย (Photphisutthiphong & Vatanyoopaisarn, 2019) โดย

เส้นใยหยาบเป็นส่วนของเซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งเป็นเส้นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ สำหรับการรายงานของ Wititsiri (2014) พบว่า ซังขนุนยังมีเพกทินเป็นองค์ประกอบด้วย ซึ่งเป็นเส้นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ จากองค์ประกอบทางเคมีของซังขนุนที่แตกต่างกันดังกล่าวอาจเป็นเพราะสายพันธุ์ สภาพภูมิอากาศ สภาพสิ่งแวดล้อม และลักษณะของดินที่ใช้ในการปลูกขนุน สำหรับลักษณะทางกายภาพด้านสีของซังขนุนเมื่อมองด้วยสายตา พบว่า มีสีเหลืองสว่าง (ภาพที่ 1) โดยเป็นสีของบีต้า-แคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นรงควัตถุหลักที่พบได้ในขนุน (Pua *et al*, 2010)

จากนั้นได้นำซังขนุนมาใส่ในผลิตภัณฑ์กะละแมในปริมาณร้อยละ 0 (สูตรพื้นฐาน) 10 15 20 และ 25 (โดยน้ำหนัก) ของส่วนผสมที่เป็นของแข็ง เพื่อใช้ประโยชน์จากซังขนุนในปริมาณที่มากที่สุดที่ทำให้ได้กะละแมเสริมซังขนุนที่ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งการเติมซังขนุนในปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) ในผลิตภัณฑ์กะละแมได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด คือ 7.40 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) และมีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความยืดหยุ่นที่สูงด้วย (ตารางที่ 3) เนื่องจากการเสริมซังขนุนที่มีสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม และรสชาติหวานที่เฉพาะตัว และมีการเติมซังขนุนในปริมาณที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กะละแม นอกจากนี้ การเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์กะละแมทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่เปลี่ยนแปลงไปจากผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐาน (ตารางที่ 4) โดยผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนในปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) มีปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ ความชื้น และเถ้ามากกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐาน (p<0.05) แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไขมันที่น้อยกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐาน (p<0.05) เนื่องจากปริมาณและองค์ประกอบของซังขนุนที่เติมเข้าไปในผลิตภัณฑ์กะละแม รวมทั้งรูปแบบของซังขนุนที่เติมลงไปเป็นน้ำหนักเปียกด้วย จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนมีคุณค่าทางโภชนาการเปลี่ยนแปลงไป และมีค่าพลังงานลดลงจากสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Haque, *et al* (2015) ที่มีการเติมซังขนุนในขนมเค้กโดยผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนมีพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 431.78 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ในขณะที่สูตรพื้นฐานมีค่าพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 446.62 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ซึ่งผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนมีปริมาณความชื้นที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) เนื่องจากซังขนุนที่เสริมในส่วนผสมกะละแมมีคุณสมบัติเป็นใยอาหาร สามารถกักเก็บน้ำในโครงสร้างของได้ จึงจับกับน้ำได้ดี ส่งผลให้ช่วยอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นที่สูงขึ้น ส่วนปริมาณเส้นใยหยาบในผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนมีค่ามากขึ้น (ร้อยละ 3.51) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานมีปริมาณเส้นใยหยาบเพียงร้อยละ 0.73 โดยมีผลสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้ประโยชน์จากซังขนุนในการผลิตลูกชิ้นหมู (Aukkanit *et al*, 2015) พบว่า การเสริมซังขนุนร้อยละ 5 ทำให้ลูกชิ้นหมูมีปริมาณไขมันลดลง แต่มีปริมาณเส้นใยมากขึ้น

ส่วนคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) และที่ไม่เสริมซังขนุนในสูตรพื้นฐาน (ตารางที่ 5) มีค่า a_w แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05) โดยค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่า a_w เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโต จากข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน "กะละแม" (Thai Industrial Standards Institute, 2016) ได้กำหนดให้ผลิตภัณฑ์กะละแมมีค่า a_w ต้องไม่เกิน 0.85 ซึ่งจากผลการทดลองนี้ ผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานและผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนในปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.82-084 ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กะละแม (Thai Industrial Standards Institute, 2016) สำหรับค่าสีของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนมีค่า L* น้อยกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ

(p<0.05) ส่วนค่า a* และ b* ของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนมีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05) (ตารางที่ 5) โดยค่า L* แสดงค่าความสว่างจากค่า L* = 100 แสดงถึงสีขาว จนไปถึง L* = 0 แสดงถึงสีดำ ส่วนแกน a* จะบรรยายถึงแกนสีเขียว (-a*) ไปจนถึงสีแดง (+a*) ส่วนแกน b* จะบรรยายถึงแกนสีน้ำเงิน (-b*) ไปถึงสีเหลือง (+b*) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) มีสีคล้ำขึ้นกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐาน โดยผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนมีสีออกไปทางสีน้ำตาลเข้มกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐานดังภาพที่ 3 ซึ่งอาจเกิดจากส่วนของซังขนุนมีน้ำตาลรีดิวซ์ และกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบ (Pua *et al*, 2010) ทำให้ผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนมีสารตั้งต้นที่มากขึ้นที่อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning reaction) ได้มากขึ้น ทั้งจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) และปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล (caramelization) (Pranprawit *et al*, 2017) นอกจากนี้สีที่คล้ำขึ้นของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนอาจมาจากสีตั้งต้นของซังขนุนด้วย สำหรับความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนมีค่าน้อยกว่าผลิตภัณฑ์กะละแมสูตรพื้นฐาน ซึ่งในกระบวนการผลิตกะละแมมีการใช้ความร้อนในกระบวนการผลิตจนเกิดเป็นเจลาติไนเซชัน (gelatinization) ทำให้เม็ดแป้งข้าวเหนียวมีการพองตัวจนแตกออกเป็นสารละลายข้นหนืด และเมื่อปล่อยให้เย็นตัวลงกะละแมมีการเกาะรวมตัวกันเกิดเป็นเจล (Suwannalers, 2012) ซึ่งการเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์กะละแมอาจทำให้เกิดการขัดขวางการจับกันของโมเลกุลภายในเจล ทำให้ผลิตภัณฑ์กะละแมที่เสริมซังขนุนมีการยึดเกาะกันและมีค่าความยืดหยุ่นน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน (p<0.05) แต่เมื่อทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่นจากผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์กะละแมทั้ง 2 สูตร มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05) ดังตารางที่ 3 นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก)ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา *Escherichia coli Staphylococcus aureus* และ*Salmonella* spp. เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชม กะละแม (มผช 873/2559) (ตารางที่ 6)

(A) (B)

ภาพที่ 3 ลักษณะของผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนในปริมาณร้อยละ 0 (A) และ 15 (B) (โดยน้ำหนัก)

สรุปผลการวิจัย

ซังขนุนที่เป็นเศษเหลือทิ้งจากระบวนการแปรรูปขนุน สามารถนำมาเพิ่มมูลค่าได้โดยการนำมาผลิตเป็นกะละแมเสริมซังขนุน โดยสามารถเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์กะละแมได้ในปริมาณร้อยละ 15 (โดยน้ำหนัก) ซึ่งเป็นปริมาณที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด ทั้งนี้การเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์กะละแมยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และลดค่าพลังงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กะละแมได้ นอกจากนี้ ยังสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กะละแมเสริมซังขนุนได้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อยเป็นเวลา 14 วัน

จริยธรรมการวิจัยของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ในมนุษย์ ประจำสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รหัส EC-KMITL_64_012 เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2564

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

AOAC. (2000). Official methods of analysis, (17th ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists

Aukkanit, N., Khaengkhan, R. & Noojaroen, S. (2015). Supplementation of Fiber from Jackfruit Pulp in Emulsion Pork Balls. Suan Sunandha Rajabhat University. (in Thai)

Chowdhury, F.A., Raman, M.A., & Mian, A.J. (1997). Distribution of free sugars and fatty acids in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). *Food Chemistry*, *60*(1), 25-28.

BAM. (2001). Bacteriological analytical manual, Food and Drug Administation, USA.

Haque, M., Begum, R., Shibly, A., Sultana, M., & Khatun, A. (2015). Influence of jackfruit pulp on the quality and shelf life of jackfruit cake. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, *8*(1), 59-64.

Khatta, C. (2001). Fortification of jackfruit sepal powder in bread cake and cookie. *King Mongkut's Agricultural Journal, 19*(1), 17-25. (in Thai)

Phadungsilp, P. & Aubpatak, C. (2013). The process of germinated brown rice 3 in 1 supplement in Kalamae dessert. Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Pranakron. (in Thai)

Photphisutthiphong, Y. & Vatanyoopaisarn, S. (2019). Production of vinegar from jackfruit rags and jackfruit seeds. *Journal of Applied Science*, *18*(1), 75-93. (in Thai)

Pua, C.K., Hamid, N.S.A., Tan, C.P., Mirhosseini, H., Rahman, R.B.A., & Rusul, G. (2010). Optimization of drum drying processing parameters for production of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, *43*(2), 343-349.

Pranprawit, A., Sukkaewmanee, P., Reangwatcharin, U., & Kempetch, J. (2017). Nutrition quality improvement of local food product: a case study on kalamae, Koh Samui, Suratthani province. *Journal of Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology), 9*(18), 188-199. (in Thai)

Raj, A.A.S. & Ranganathan, T.V. (2018). Characterization of cellulose from jackfruit (*Artocarpus integer*) peel. *Journal of Pharmacy Research, 12*(3), 311-315.

Suwannalers, P. (2012). Development of butterfly pea kalamae product. Master thesis in Agriculture, Chiang Mai Rajabhat University. (in Thai)

Thai industrial standards institute (2016). Thai community product standard. (Issue 4) Kalamae. Retrieved February 16, 2021, from http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0873_59(kalamae).pdf

Thongsomnuk, P. (2012). Kalamae Raman. Retrieved September 4, 2020, from https://www.m-culture.go.th/samutsongkhram/ewt_dl_link.php?nid=864

Thungchoho, K. (2012). Evaluation of the resistance to digestion in simulated upper gut condition. Master thesis in Food Service and Technology, Faculty of Science, Prince of Songkla University. (in Thai)

Wititsiri, S. (2014). The comparison of pectin quantities from stringy pulp of nanga jackfruit (*Juampa Krop*) between hot water and high vapor pressure extractions. *Journal of Yala Rajabhat University, 9*(2), 95-112. (in Thai)