# ผลของการทดแทนกะทิด้วยน้ำมันงาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาเกาะ
# Effect of Sesame Oil Substitution to Coconut Milk on Quality of Ar-Koh Product

รอมลี เจะดอเลาะ[1*], คืนจันทร์ ณ นคร[1], อัชมาน อาแด[2] และสะอุดี มะประสิทธิ์[3]
[1]สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[2]สาขาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอางและความงาม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[3]คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[*]E-mail: romalee.c@yru.ac.th.ac.th

Romlee Chedoloh[1*], Kuenchan Na Nakorn[1], Ajaman Adair[2], Saudee Maprasit[3] and Sittipong Stawong[3]
[1]Food Science and Technology, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University
[2]Cosmetics and Beauty, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University
[3]Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University
[*]E-mail: romalee.c@yru.ac.th.ac.th

**บทคัดย่อ**

อาเกาะเป็นผลิตภัณฑ์ขนมหวานพื้นเมืองที่ได้รับความนิยม ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ แต่มีปริมาณไขมันอิ่มตัวสูงจากน้ำกะทิ ซึ่งไม่เหมาะต่อผู้ที่รักสุขภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สั้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนน้ำกะทิด้วยน้ำมันงาต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษา พบว่า การใช้ปริมาณน้ำมันงาแต่ละระดับมีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ด้านสี ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) การทดแทนน้ำมันงาที่ระดับร้อยละ 10 ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยมีคะแนนการทดสอบด้านความชอบโดยรวม 7.17 (ชอบปานกลาง) นอกจากนี้การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ (AL) ที่สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า อายุการเก็บรักษา 7 วัน ที่สภาวะอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ซึ่งมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.07 (ชอบปานกลาง) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และ *Escherichia coli และ Staphylococcus aureus* ไม่เกินกว่ามาตรฐานกำหนด ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า 3 และ 6 สูงกว่าแบบดั้งเดิม คือ 0.15 และ 4.91 กรัม/100 กรัม ขณะที่ผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมมีเพียง 0.02 และ 0.54 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามีคุณสมบัติเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส มีคุณค่าทางโภชนาการ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

**คำหลัก** ผลิตภัณฑ์อาเกาะ, น้ำมันงา, สมบัติ, อายุการเก็บรักษา

## Abstract

Ar-Koh was a popular local confectionery products in 3 southern border provinces, but there was consisted high content of saturated fatty acid deriving from coconut milk. The products did not suitable for healthy and has therefore a short shelf life. The aim of the present study was to substitution coconut milk with sesame oil on the products quality and its shelf-life. The results revealed that the Sesame oil levels in each was affected the sensory scores of the flavor, taste, and overall linking test with significant differences ($p \leq 0.05$), while the color was not different significances ($p > 0.05$). The substituted Sesame oil product at the level of 10% was found to have a sensory acceptances with an overall linking score of 7.17 (a moderate scores). Moreover, the estimation of products shelf-life in aluminum (Al) foil at 30 °C and 4 °C, duration time

of 0, 7, 14, and 21 days indicated that the samples abled to be stored up to 7 days at 4 °C temperature. The products were still acceptable to the testers, which had an overall liking score of 7.07 (a moderate scores). The overall detected bacteria, yeast and fungi, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* had not over the levels of the standard prescription. The results also found the developed products were contained higher levels of unsaturated fatty acids, omega 3 and 6 by 0.15, and 4.91 grams / 100 grams, while the initial products found only 0.02 and 0.54 grams / 100 grams, respectively. Therefore, the developed products were claimed to have acceptant sensory testers, nutritious, and consumers safe.

**Keywords:** Ar-Koh products, Sesame oil, Properties, Shelf-life

## 1. บทนำ

ขนมอาเกาะถือว่าเป็นขนมที่อยู่ในจำพวกขนมหวานที่มีการจำหน่ายในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้และประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีลักษณะแบน รี และมีรสชาติหวานมัน กลิ่นหอมจากน้ำกะทิ และใบเตย ในกระบวนการผลิตมีการคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สดและอร่อย อย่างไรก็ตามยังคงมีปัญหาของอายุการเก็บรักษาโดยปกติขนมอาเกาะเก็บรักษามีอายุประมาณ 1-2 วันเท่านั้น การเน่าเสียเกิดจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และการเกิดกลิ่นหืน และมีปริมาณของไขมันอิ่มตัวสูงจากกะทิที่มีกรดไขมันอิ่มตัวกรดลอริก (lauric acid ; C12) สูง ร้อยละ 40.55 ของกรดไขมันทั้งหมด [1], [2] ทำให้ไม่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่ม เช่นผู้สูงอายุและผู้เป็นโรคไตรตรีเซอไรด์ในเลือดสูง [3] การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณลักษณะของขนมอาเกาะ ให้มีรสชาติเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมและมีคุณค่าทางโภชนาการ โดยการเสริมแหล่งของไขมันไม่อิ่มตัวจากน้ำมันงา เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระ [4] และกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 และ โอเมก้า 6 [5] มีส่วนช่วยในการทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและมีประโยชน์ต่อร่างกาย อย่างไรก็ตามการทดแทนน้ำมันงาย่อมส่งผลต่อเนื้อสัมผัส รสชาติ การยอมรับของผู้บริโภค รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ [6] ดังนั้นการศึกษานี้จึงศึกษาผลของการใช้น้ำมันงาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะ เพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นเป็นที่รู้จักทั้งในและต่างประเทศต่อไป

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

### 2.1 วัตถุดิบ สารเคมี และเครื่องมือวิเคราะห์

การผลิตขนมอาเกาะใช้ส่วนผสมแป้งสาลี ยี่ห้อตราว่าวแป้งอเนกประสงค์ น้ำมันงา ยี่ห้อ Wangzi น้ำกะทิ น้ำตาลโตนด ไข่เป็ดและใบเตย ซื้อจากตลาดสด อำเภอเมืองจังหวัดยะลา โดยการเตรียมน้ำกะทิใช้มะพร้าวแก่ แล้ววิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของขนมอาเกาะ โดยวัดค่าสีใช้เครื่องวัดค่าสี (color flex) รุ่น Hunter lab CX 1471, ประเทศสหรัฐอเมริกา วิเคราะห์สมบัติทางเคมี วิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่องอบลมร้อน (hot air oven) (รุ่น UF260 ยี่ห้อ Memmert ประเทศเยอรมนี), วัดค่า $a_w$ ด้วยเครื่องวัดค่า $a_w$ (ตรา Aqualab รุ่น S36090 ประเทศสหรัฐอเมริกา) วิเคราะห์ปริมาณไขมัน และวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ (peroxide value; PV) โดยใช้สารเคมี ปิโตรเลียมอีเธอร์ กรดอะซิติก คลอโรฟอร์ม โพแทสเซียมไอโอไดด์ โซเดียมไธโอซัลเฟต การวิเคราะห์ Thiobarbituric acid reactive substance (TBARs) ใช้สารกรดไทโอบาบิทูริก กรดไตรคลอโรอะซีติก กรดไฮโรคลอริก และ PV โดยมีสารเคมีโพแทสเซียมไอโอไดด์ เกรดวิเคราะห์จากบริษัท บริษัทเมอร์คเคจีเอเอ ประเทศเยอรมนี

### 2.2 การเตรียมวัตถุดิบ

นำใบเตยจากพื้นที่ตลาดใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา เตรียมจากการใส่ใบเตยต่อน้ำ 1: 2 ส่วน ทำการปั่นให้ละเอียดโดยการทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นยี่ห้อ SHARP รุ่น EM-11.P แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางความหนา 2 ชั้น ประมาณ 5 นาที การเตรียมน้ำกะทิโดยใช้อัตราส่วนของปริมาณน้ำต่อเนื้อมะพร้าวขูด 3:1 ผสมแล้วคั้นเป็นกะทิสด เก็บรักษาไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

### 2.3 ปริมาณน้ำมันงาต่อคุณภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำส่วนผสมทำการชั่งน้ำหนักโดยการเพิ่มปริมาณน้ำมันงา ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ขณะที่มีการลดปริมาณของน้ำกะทิร้อยละ 37, 32, 27, 22 และ 17 ตามลำดับ ทำการผลิตขนมอาเกาะ โดยนำส่วนผสมใส่ถ้วยสเตนเลสขนาดใหญ่ โดยการใส่แป้ง ไข่แดงที่เตรียมไว้ ใส่น้ำใบเตย น้ำตาลโตนด น้ำ และน้ำมันงา (ไม่สามารถแสดงสูตรเนื่องจากความลับทางการค้าของผู้ประกอบการ) แล้วคนให้เข้ากัน ประมาณ 10 นาที ทาน้ำมันผสมกับไข่ลงใน

แม่พิมพ์ เพื่อไม่ให้เนื้อขนมติดกัน แล้วตักส่วนผสมที่เตรียมไว้ใส่ในแม่พิมพ์เหล็กขณะร้อนอุณหภูมิ 180-190 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที แล้วสลับอีกด้านของแม่พิมพ์ต่ออีก 5 นาที แล้วตักใส่ในถุงพลาสติก นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากนักศึกษาที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จำนวน 50 คน โดยวิธี 9 - point hedonic scale [7] นำข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นได้แก่ สี ความชื้น $a_w$ และไขมัน ด้วยวิธี AOAC (2000) [8]

**2.4 สภาวะและอายุการเก็บรักษาต่อคุณภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัส**

นำขนมอาเกาะที่ผ่านการผลิตบรรจุลงในถุงอลูมิเนียมฟอย์ (AL) ขนาด 5x8 นิ้ว บรรจุขนมอาเกาะจำนวน 2 ชิ้นต่อถุง แล้วปิดผนึกแบบสุญญากาศ แล้วนำมานึ่งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที แล้วทำการน็อคเชื้อด้วย ด้วยน้ำแข็งให้อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน เมื่อครบเวลาตามที่กำหนด ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่า pH วิเคราะห์ค่า TBARs ด้วยวิธีการของ Buege และ Aust (1978) [9] และ PV ด้วยวิธี AOAC (2000) [10] วิเคราะห์ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และวิเคราะห์เชื้อยีสต์และรา ด้วยวิธีการ AOAC (200) [11] *E. coli* (MPN/g) และ *S. aureus* ด้วยวิธีการของ FDA BAM (2016) (CFU/g) [12]

**2.5 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย**

นำผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะที่พัฒนาวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สุดท้าย ได้แก่ ค่า pH วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ความชื้น คาร์โบไฮเดรท ไขมัน เยื่อใย และเถ้า [13] วิเคราะห์กรดไขมันด้วยแก๊สโครมาโทรกราฟ ด้วยวิธีการ In House Method TE-CH-208 [14] วิเคราะห์โซเดียม แคลเซียม และธาตุเหล็ก ด้วยวิธีการของ Olesik (1991) [15] และวิเคราะห์พลังงานบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ [16]

**2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ**

วางแผนการทดลองโดย ผลของปริมาณน้ำมันงาที่ทดแทนน้ำกะทิเป็นแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และการศึกษาอายุการเก็บรักษาใช้แผนการทดลองการทดลองแฟคทอเรียลแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD) สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ส่วนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์ t-test สำหรับสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์สุดท้าย วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan' new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม PSPP version 0.7.5 แล้วคัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ดีและเหมาะสมที่สุดของการศึกษาในลำดับต่อไป

**3. ผลการวิจัย**

**3.1 ผลของปริมาณน้ำมันงาต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส**

การศึกษาผลของปริมาณน้ำมันงาที่ทดแทนน้ำกะทิร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 พบว่า ปริมาณของน้ำมันงามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \le 0.05$) ขณะที่ด้านสีไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ดังแสดงตารางที่ 1 การทดแทนปริมาณน้ำมัน ร้อยละ 10 ผลปรากฏว่าผู้ทดสอบชิมชื่นชอบผลิตภัณฑ์ มีคะแนนความชอบรวมสูงสุดที่ระดับคะแนน 7.17 ไม่ต่างจากสูตรดั้งเดิม และปริมาณการทดแทนกะทิด้วยน้ำมันงาที่เพิ่มขึ้นมีผลให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในทุกด้านลดลง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะที่ผ่านการทดแทนกะทิด้วยน้ำมันงาแต่ละระดับ

| คุณลักษณะ | การทดแทนกะทิด้วยน้ำมันงา (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ดั้งเดิม | 5 | 10 | 15 | 20 |
| สี$^{ns}$ | 7.41±1.55 | 7.34±1.25 | 7.22±1.04 | 6.92±1.89 | 5.92±0.99 |
| กลิ่น | 7.31±1.25$^{a}$ | 7.18±0.76$^{ab}$ | 7.03±0.88$^{b}$ | 6.15±1.77$^{c}$ | 5.92±1.61$^{c}$ |
| เนื้อสัมผัส | 7.54±1.04$^{a}$ | 7.36±0.71$^{ab}$ | 7.28±1.91$^{b}$ | 6.15±1.52$^{c}$ | 6.00±1.79$^{c}$ |
| รสชาติ | 7.45±1.89$^{a}$ | 7.32±0.90$^{ab}$ | 7.25±1.32$^{ab}$ | 6.92±1.63$^{b}$ | 6.00±1.83$^{c}$ |
| ความชอบโดยรวม | 7.46±0.99$^{a}$ | 7.39±0.83$^{a}$ | 7.17±1.32$^{ab}$ | 6.85±1.83$^{b}$ | 6.42±1.61$^{c}$ |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$) $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

การวิเคราะห์สมบัติของขนมอาเกาะที่ผ่านการทดแทนน้ำกะทิด้วยน้ำมันงา 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 พบว่าปริมาณน้ำมันงามีผลต่อสมบัติทางกายภาพด้านสีจากค่า $L^*$, $a^*$ และ $b^*$ ปริมาณความชื้น ค่า $a_w$ และปริมาณไขมัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 2) โดยการทดแทนน้ำมันงาเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อปริมาณความชื้นและค่า $a_w$ ของขนมอาเกาะลดลง ขณะที่ปริมาณของไขมันเพิ่มตามลำดับ เช่นเดียวกันกับค่าความสว่าง สีแดง และ สีเหลืองของขนมอาเกาะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะที่ผ่านการทดแทนกะทิด้วยน้ำมันงา

| คุณลักษณะ | การทดแทนกะทิด้วยน้ำมันงา (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ดั้งเดิม | 5 | 10 | 15 | 20 |
| $L^*$ | 43.1± 1.02$^c$ | 54.17± 1.66$^b$ | 56.13± 1.18$^a$ | 57.33± 0.45$^a$ | 57.9± 0.62$^a$ |
| $a^*$ | 5.21± 0.09$^c$ | 5.41± 0.41$^c$ | 6.84± 0.55$^b$ | 7.25± 0.11$^b$ | 8.57± 0.57$^a$ |
| $b^*$ | 25.5± 0.71$^c$ | 26.47± 1.00$^{bc}$ | 27.55± 0.61$^{ab}$ | 27.62± 0.54$^{ab}$ | 27.9± 0.52$^a$ |
| ความชื้น (g/100 g) | 44.2± 0.32$^a$ | 43.51± 0.59$^a$ | 42.38± 0.40$^b$ | 41.58± 0.44$^b$ | 40.2± 0.68$^c$ |
| $a_w$ | 0.83± 0.01$^a$ | 0.82± 0.01$^{ab}$ | 0.81± 0.01$^b$ | 0.81± 0.01$^b$ | 0.80± 0.01$^c$ |
| ไขมัน (g/100 g) | 14.8± 0.35$^c$ | 15.31± 0.47$^c$ | 16.36± 0.55$^b$ | 17.65± 0.54$^a$ | 18.3± 0.56$^a$ |

หมายเหตุ :ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และจำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ

### 3.2 สภาวะและอายุการเก็บรักษาต่อสมบัติและความยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะ ที่สภาวะการเก็บรักษาในถุง AL ที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่าสภาวะการเก็บและระยะเวลามีอิทธิผลร่วมต่อค่าความชื้น ค่า pH ค่า TBARs และ PV แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) การเปลี่ยนแปลงของสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่า $L^*$ มีค่าลดทั้งที่สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และ 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 7, 14 และ 21 วัน ทำให้ผลิตภัณฑ์สีเข้มขึ้น จากค่า $L^*$ 55.71 และ 54.60 ที่ 0 วัน เป็น 40.43 และ 48.18 ทีระยะเวลาเก็บรักษา 21 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีพบว่า ขนมอาเกาะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น($p \leq 0.05$) ตามอายุการเก็บรักษา ขณะที่ค่า $a_w$ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ส่วนการวิเคราะห์การเกิดกลิ่นหืน ของค่า TBARs และ PV เพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยที่การเก็บรักษาที่สภาวะที่อุณหภูมิห้องมีค่าที่สูงกว่าแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ขณะที่ค่า pH ของขนมอาเกาะมีค่าที่ลดลงจากค่า 6.52-6.55 เป็น 4.25-4.56 (ตารางที่ 4) จากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะที่เก็บรักษา

| ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | สภาวะการเก็บ | $L^*$ | $a^*$ | $b^*$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 30°C | 55.71± 0.49$^a$ | 5.32± 0.08$^b$ | 26.84± 0.85$^a$ |
| | 4°C | 54.60± 0.93$^b$ | 5.44± 0.20$^b$ | 27.09± 0.24$^a$ |
| 7 | 30°C | 53.20 ±0.75$^c$ | 5.47± 0.27$^b$ | 26.12± 0.77$^b$ |
| | 4°C | 54.39± 0.78$^b$ | 6.33± 0.26$^a$ | 27.13± 0.21$^a$ |
| 14 | 30°C | 51.35± 0.44$^d$ | 5.52± 0.40$^b$ | 25.50± 0.37$^b$ |
| | 4°C | 52.51± 0.40$^c$ | 5.57± 0.30$^b$ | 26.63± 0.23$^a$ |
| 21 | 30°C | 40.43± 0.52$^f$ | 5.27± 0.03$^b$ | 23.89± 0.30$^c$ |
| | 4°C | 48.18± 0.36$^e$ | 6.48± 0.29$^a$ | 23.65± 0.83$^c$ |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และจำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะที่เก็บรักษา

| ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | สภาวะการเก็บ (°C) | ความชื้น (%) | $a_w^{ns}$ | pH | TBARs (mg.MAD/kg) | PV (meq/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 30 | $29.4\pm0.27^{g}$ | $0.94\pm0.01$ | $6.5\pm0.02^{a}$ | $0.23\pm0.01^{h}$ | $0.13\pm0.01^{f}$ |
| | 4 | $29.5\pm0.58^{g}$ | $0.93\pm0.01$ | $6.52\pm0.04^{a}$ | $0.28\pm0.01^{g}$ | $0.15\pm0.01^{f}$ |
| 7 | 30 | $31.17\pm0.31^{e}$ | $0.94\pm0.01$ | $6.16\pm0.01^{c}$ | $5.62\pm0.01^{d}$ | $4.33\pm0.01^{d}$ |
| | 4 | $30.48\pm0.15^{f}$ | $0.94\pm0.01$ | $6.46\pm0.03^{b}$ | $1.36\pm0.02^{f}$ | $1.06\pm0.03^{e}$ |
| 14 | 30 | $33.5\pm0.36^{c}$ | $0.93\pm0.01$ | $4.56\pm0.0^{e}$ | $18.26\pm0.03^{b}$ | $14.31\pm0.20^{b}$ |
| | 4 | $32.5\pm0.25^{d}$ | $0.94\pm0.01$ | $5.23\pm0.02^{d}$ | $5.25\pm0.01^{e}$ | $4.34\pm0.04^{d}$ |
| 21 | 30 | $34.1\pm0.19^{b}$ | $0.94\pm0.01$ | $4.25\pm0.01^{f}$ | $23.27\pm0.06^{a}$ | $17.36\pm0.03^{a}$ |
| | 4 | $36.5\pm0.32^{a}$ | $0.95\pm0.01$ | $4.56\pm0.02^{e}$ | $12.24\pm0.02^{c}$ | $9.41\pm0.11^{c}$ |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และจำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะที่เก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิ ห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่าสภาวะการเก็บและระยะเวลาการเก็บมีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านแตกต่างกัน ($p\leq0.05$) โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ระยะเวลา 0 และ 7 วัน เท่านั้น เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นไม่เป็นที่ยอมรับ ดังนั้นการเก็บรักษาที่ดีควรเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะที่เก็บรักษา

| ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | สภาวะการเก็บ (°C) | สี | กลิ่น | เนื้อสัมผัส | รสชาติ | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 30 | $7.53\pm1.07^{a}$ | $7.27\pm1.09^{a}$ | $7.40\pm0.77^{a}$ | $7.40\pm0.82^{a}$ | $7.33\pm0.93^{a}$ |
| | 4 | $7.53\pm1.07^{a}$ | $7.33\pm0.96^{a}$ | $7.30\pm0.75^{ab}$ | $7.43\pm0.77^{a}$ | $7.37\pm1.00^{a}$ |
| 7 | 30 | $7.00\pm0.97^{a}$ | $6.20\pm0.66^{bc}$ | $6.23\pm0.73^{c}$ | $6.23\pm1.01^{c}$ | $6.30\pm0.88^{b}$ |
| | 4 | $7.07\pm0.98^{a}$ | $6.63\pm0.85^{b}$ | $6.97\pm0.89^{b}$ | $6.93\pm0.82^{b}$ | $7.07\pm0.83^{a}$ |
| 14 | 30 | $5.67\pm1.03^{c}$ | $4.90\pm1.15^{d}$ | $5.87\pm0.63^{c}$ | $4.43\pm0.90^{d}$ | $5.97\pm0.89^{b}$ |
| | 4 | $6.27\pm0.87^{b}$ | $5.93\pm0.74^{c}$ | $6.10\pm0.92^{c}$ | $4.53\pm0.86^{d}$ | $6.13\pm0.90^{b}$ |
| 21 | 30 | $5.03\pm1.16^{d}$ | $4.26\pm1.20^{e}$ | $4.60\pm0.72^{d}$ | $3.77\pm0.71^{e}$ | $4.70\pm0.75^{c}$ |
| | 4 | $5.80\pm0.76^{ab}$ | $5.03\pm0.88^{d}$ | $4.67\pm0.66^{d}$ | $3.90\pm0.77^{e}$ | $4.97\pm0.76^{c}$ |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

การศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมอาเกาะที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่บรรจุในถุง AL พบว่า ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และ 4 องศาเซลเซียส สภาวะการเก็บรักษาระยะเวลา 7 วัน อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบค่า มีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด $2.7\times10^{4}$CFU/g และ ยีสต์ และรา 80 CFU/g ส่วนเชื้อ *E. coli* มีปริมาณน้อยกว่า 3 (MPN/g) ขณะที่เชื้อ *S. aureus* ตรวจไม่พบ (ตารางที่ 6) หากเก็บรักษามากกว่า 7 ทั้ง 2 สภาวะ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ เกินกว่าที่กฎหมายกำหนด โดยมีการกำหนดอาหารที่มีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1\times10^{4}$ CFU/g และเชื้อยีสต์และรา ไม่เกิน 100 CFU/g [17]

ตารางที่ 6 ผลการตรวจ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 0-21 วัน

| ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | สภาวะการเก็บ (°C) | จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) | ยีสต์และรา (CFU/g) | *E. coli* (MPN/g) | *S.aureus* (CFU/g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 30 | $2.4\times10^3$ | $3.0\times10$ | < 3.0 | ไม่พบ |
| | 4 | $1.0\times10^3$ | $1.0\times10$ | < 3.0 | ไม่พบ |
| 7 | 30 | $3.0\times10^5$ | $3.0\times10^2$ | < 3.0 | ไม่พบ |
| | 4 | $2.7\times10^4$ | $8.0\times10$ | < 3.0 | ไม่พบ |
| 14 | 30 | $7.2\times10^5$ | $3.0\times10^3$ | < 3.0 | ไม่พบ |
| | 4 | $3.6\times10^4$ | $2.0\times10^2$ | < 3.0 | ไม่พบ |
| 21 | 30 | $8.3\times10^5$ | $2.0\times10^3$ | < 3.0 | ไม่พบ |
| | 4 | $2.5\times10^5$ | $<1\times10^2$ | < 3.0 | ไม่พบ |

## 3. การวิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

การวิเคราะห์คุณสมบัติผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ผ่านการพัฒนาจากคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสความชอบรวมมากที่สุด พบว่าการทดแทนน้ำมันงาส่งผลต่อปริมาณความชื้นและปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ลดลง ขณะที่ปริมาณของไขมันเพิ่มและมีปริมาณของไขมันไม่อิ่มตัวสูงขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีพลังงานเพิ่มจาก 149.86 กิโลแคลอรี่ เป็น 153.77 กิโลแคลอรี่/หน่วยบริโภค 50 กรัม (ตารางที่ 7) อย่างไรก็ตามลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ใหม่ยังคงความใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิมและเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส (รูปที่ 1)

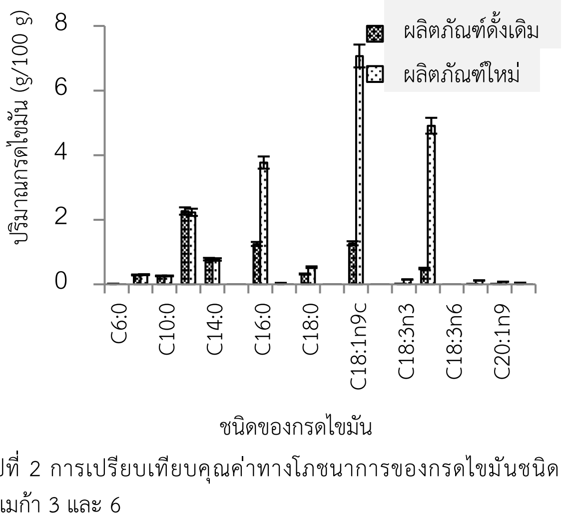
รูปที่ 1 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา (รูปขวา) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ดั้งเดิม (รูปซ้าย)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาเปรียบกับผลิตภัณฑ์ดั้งเดิม

| สมบัติทางเคมี-กายภาพ | ผลิตภัณฑ์ | |
|---|---|---|
| | ดั้งเดิม | สูตรพัฒนา |
| ความชื้น (g/100 g)$^{ns}$ | 43.35±0.87 | 42.36±0.52 |
| $a_w$$^{ns}$ | 0.83±0.02 | 0.82±0.01 |
| ไขมัน (g/100 g) | 14.99±0.23$^b$ | 16.25±0.14$^a$ |
| โปรตีน (g/100 g)$^{ns}$ | 5.43±0.62 | 5.34±0.78 |
| คาร์โบไฮเดรต (g/100 g) | 34.41±0.34$^a$ | 32.87±0.18$^b$ |
| เยื่อใย (g/100 g)$^{ns}$ | 1.36±0.43 | 1.33±0.32 |
| เถ้า (g/100 g)$^{ns}$ | 0.46±0.03 | 0.44±0.08 |
| น้ำตาลทั้งหมด (g/100 g)$^{ns}$ | 25.57±0.34 | 25.19±0.41 |
| แคลเซียม (mg/100 g)$^{ns}$ | 50.03±0.48 | 49.52±0.65 |
| โซเดียม (mg/100 g)$^{ns}$ | 61.54±0.23 | 60.75±0.87 |
| ธาตุเหล็ก (mg/100 g)$^{ns}$ | 1.35±0.08 | 1.31±0.05 |
| พลังงาน (kcal) | 149.86±0.87$^b$ | 153.77±0.29$^a$ |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

การวิเคราะห์ขนมอาเกาะที่ผ่านการพัฒนาและสูตรดั้งเดิมของปริมาณของกรดไขมัน โอเมก้า 3 และ 6 พบว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่า โดยที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า 3 และ 6 สูงกว่า 0.15 และ 4.91 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมมีเพียง 0.02 และ 0.54 กรัม/100 กรัม (รูปที่ 2)




รูปที่ 2 การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 และ 6

## 4. วิจารณ์ผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้น โดยการเพิ่มน้ำมันงาในการเพิ่มกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 และ 6 ต้องเติมในปริมาณที่เหมาะสม การ

เพิ่มน้ำมันในปริมาณมากเกินไป ทำให้เนื้อสัมผัสของขนมอาเกาะนิ่มและไม่เกิดการจับตัวของขนมเนื่องจากมีปริมาณของไขมันเพิ่มขึ้นและลดปริมาณของน้ำกะทิ ซึ่งน้ำกะทิมีสารที่เป็นนอิมัลชันจากแหล่งโปรตีน โกลบูลิน (globulin) และอัลบูมิน (albumin) [18] เมื่อผ่านการเผาหรือทำให้สุกเนื้อเละไม่น่ารับประทานรวมทั้งการที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจน [19] ส่งผลต่อการเกิดสีจะคล้ำกว่าที่มีการเพิ่มการทดแทนน้ำกะทิน้อย ระหว่างการผลิตมีการใช้ความร้อนในการเร่งให้เกิดกลิ่นหืนได้อีกด้วย [20] การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมจะลดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุมของสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยน้ำมันงา อย่างไรก็ตามการเติมน้ำมันที่มีปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้มีคุณลักษณะที่ดีขนมอาเกาะ และมีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์เดิม ($p>0.05$)

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีปริมาณไขมันสูง ในสภาพของขนมหวานและมีค่า $a_w$ สูง ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้ไม่นาน [21] โดยปกติขนมอาเกาะเก็บรักษาอุณหภูมิห้องประมาณ 1 วันจะเสื่อมเสียแล้ว ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะนี้โดยการบรรจุลงในถุง AL แบบสุญญากาศ สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ อากาศ และป้องกันแสงได้ดี [22] ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ประมาณ 7 วัน ที่สภาวะอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามการพัฒนาขนมอาเกาะ ให้มีอายุการเก็บรักษาให้ได้นานกว่านี้ โดยการทำการสเตอริไลซ์แต่ต้องมีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและการใช้ระบบเครื่องฆ่าเชื้อที่เหมาะสมด้วย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมมีปริมาณของไขมันสูงกว่าเล็กน้อย แต่มีข้อดีคือ ปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดกรดไขมันโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 มีปริมาณสูงกว่า จากการเติมน้ำมันงา ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางโภชนาการ [23] ที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์แบบเดิม อย่างไรก็ตามยังคงเป็นอาหารหวานที่มีปริมาณของแหล่งพลังงานสูงไม่เหมาะกับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก เป็นต้น

## 5. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาเกาะโดยการทดแทนด้วยน้ำมันงาร้อยละ 10 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติทางกายภาพและเคมีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ดั้งเดิม และเป็นที่ยอมรับทางประสาทสัมผัส ให้มีปริมาณกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 และ 6 สูงกว่าผลิตภัณฑ์แบบเดิม มีคุณค่าทางโภชนาการของแหล่งโปรตีนจากนมสดที่เติมเข้าไปด้วย การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุง AL ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาจาก 1 วันเป็น 7 วัน ที่สภาวะอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์อาจจะมีต้นทุนการผลิตแพงกว่าการใช้น้ำกะทิ เนื่องจากน้ำมันงาราคาสูงกว่าเล็กน้อย อย่างไรก็ตามเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคเลือกบริโภค และสามารถกระจายผลิตภัณฑ์ไปต่างจังหวัดมากขึ้น ช่วยในการสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการในพื้นที่ได้

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานปลัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ในการสนับสนุนทุนปี 2562

## เอกสารอ้างอิง

[1] Karnnasuta, S., Punsuvon, V., & Nokkaew, R. 2015. Biodiesel production from waste coconut oil in coconut milk manufacturing. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, *12*(3), 291-298.

[2] Nokkaew, R., & Punsuvon, V. 2011. Production of free fatty acid from hydrolysis of waste coconut milk from waste water pond using hydrochloric acid. Center of Excellence-Oil Palm, Kasetsart University.

[3] Nettleton, J. A., Brouwer, I. A., Geleijnse, J. M., & Hornstra, G. 2017. Saturated fat consumption and risk of coronary heart disease and ischemic stroke: a science update. *Annals of Nutrition and Metabolism*, *70*(1), 26-33.

[4] Nagendra Prasad, M. N., Sanjay, K. R., Prasad, D. S., Vijay, N., Kothari, R., & Nanjunda Swamy, S. 2012. A review on nutritional and nutraceutical properties of sesame. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, *2*(2), 1-6.

[5] Purnamayati, L., & Dewi, E. N. 2019. Physical blending characteristic of fish oil and sesame oil. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 246, No. 1, p. 012054). IOP Publishing.

[6] Andrés-Bello, A., Barreto-Palacios, V. I. V. I. A. N., García-Segovia, P., Mir-Bel, J., & Martínez-Monzó, J. 2013. Effect of pH on color and texture of food products. *Food Engineering Reviews*, *5*(3), 158-170.

[7] Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. 2006. *Sensory evaluation techniques*. CRC press.

[8] AOAC. 2000. Official methods of analysis of association of official chemists (17th). Washinton DC: The Association of official Analytical Chemists Inc.

[9] Buege, J.A. and S.D. Aust 1978. Microsomal lipid peroxidation. Methods Enzymol. 52: 302-310.

[10] AOAC. 2000. Official methods of analysis of association of official chemists (17th). Washinton DC: The Association of official Analytical Chemists Inc.

[11] AOAC. 2000. Official methods of analysis of association of official chemists (17th). Washinton DC: The Association of official Analytical Chemists Inc.

[12] Bennett, R. W., & GA, L. (2016). FDA/BAM: Staphylococcus aureus, Bacteriological Analytical Manual, Chapter 12.

[13] AOAC. 2000. Official methods of analysis of association of official chemists (17th). Washinton DC: The Association of official Analytical Chemists Inc.

[14] AOAC. 2012. Official methods of analysis of association of official chemists (19th). Washinton DC: The Association of official Analytical Chemists Inc.

[15] Olesik, J. W. 1991. Elemental analysis using ICP-OES and ICP/MS. *Analytical Chemistry*, *63*(1), 12A-21A.

[16] IKA-Werke GmbH & Co. KG. 2018. Operating instructions IKA C 6000 global standards.

[17] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2552. มผช. 1/2552. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย.* หน้า 1-4.

[18] Lu, X., Su, H., Guo, J., Tu, J., Lei, Y., Zeng, S., Chen., Y., Miao, S. & Zheng, B. 2019. Rheological properties and structural features of coconut milk emulsions stabilized with maize kernels and starch. *Food Hydrocolloids*, *96*, 385-395.

[19] Tao, L. 2015. Oxidation of polyunsaturated fatty acids and its impact on food quality and human health. *Advances In Food Technology and Nutritional Sciences*, *1*(6), 135-42.

[20] Mujtaba, M. A., Cho, H. M., Masjuki, H. H., Kalam, M. A., Ong, H. C., Gul, M., Harith, M.H. & Yusoff, M. N. A. M. 2020. Critical review on sesame seed oil and its methyl ester on cold flow and oxidation stability. *Energy Reports*, *6*, 40-54.

[21] Ergun, R., Lietha, R., & Hartel, R. W. 2010. Moisture and shelf life in sugar confections. *Critical reviews in food science and nutrition*, *50*(2), 162-192.

[22] Lamberti, M., & Escher, F. 2007. Aluminium foil as a food packaging material in comparison with other materials. *Food Reviews International*, *23*(4), 407-433.

[23] Pathak, N., Rai, A. K., Kumari, R., & Bhat, K. V. 2014. Value addition in sesame: A perspective on bioactive components for enhancing utility and profitability. *Pharmacognosy reviews*, *8*(16), 147.