

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก Development of Nipa Palm Fruit Toffee Product

จันวิภา สุปะกิง*
Janwipa Supaking*

Received: December 11, 2018

Revised: April 26, 2019

Accepted: April 27, 2019

บทคัดย่อ

ลูกจากเป็นพืชตระกูลปาล์มที่พบทั่วไปในอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ นิยมบริโภคเฉพาะลูกจากอ่อน แต่ลูกจากอ่อนมีความชื้นสูงจึงมีอายุการเก็บรักษาสั้น โดยเก็บที่อุณหภูมิห้องได้เพียง 2-3 ชั่วโมง ส่วนลูกจากแก่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างเด่นชัด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างลูกจากอ่อนและลูกจากแก่ในผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ 5 สูตร คือ 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษา พบว่าปริมาณลูกจากแก่ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า L^* , a^* , b^* ค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน และความคงทนต่อการบดเคี้ยวของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อความยืดหยุ่น ($p > 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นรสไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยสูตรที่ 3 ได้คะแนน ความชอบในทุกด้านใกล้เคียงกับสูตรที่ 1 (สูตรควบคุม) ดังนั้น สูตรทอฟฟี่ลูกจากที่เหมาะสมประกอบด้วย น้ำลูกจากอ่อน 500 กรัม น้ำลูกจากแก่ 500 กรัม น้ำตาลทรายขาว 297.50 กรัม กลูโคสไซรัป 352.50 กรัม หางนมผง 150 กรัม และเนยเค็ม 80 กรัม ผลการศึกษาคคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและค่าแอสคิตีวิตีของน้ำ (a_w) เท่ากับ 85 องศาบริกซ์ และ 0.585 ตามลำดับ ปริมาณความชื้นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และใยอาหาร ร้อยละ 3.50 85.72 7.43 2.86 0.49 และ 4.45 ตามลำดับ นอกจากนี้ คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ทอฟฟี่ (มผช. 265/2559)

คำสำคัญ: ทอฟฟี่ ลูกจาก

ABSTRACT

Nipa (*Nypa fruticans*) is one of mangrove species plant found growing in Phra Samut Chedi district, Samut Prakam province. An unripe nipa endosperm is popularly consumed as fruit or food. However, an unripe nipa endosperm has a very high moisture content, thus potentially having a short shelf life of 2-3 hours at ambient temperature. The information on the uses of ripe nipa endosperm is also limited. This research aimed to study the five different appropriate ratios of unripe and ripe nipa palm at 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 (w/w) on nipa palm fruit toffee product and analysis of product quality. The result indicated that an addition of ripe nipa endosperm affecting on increasing of L^* , a^* , b^* , hardness, cohesiveness, and chewiness, while no significant difference of springiness ($p > 0.05$). Sensory evaluation results showed a decreasing trend in texture scores ($p \leq 0.05$), while no significant difference in appearance and flavor score ($p > 0.05$). The 3rd- formula nipa palm fruit toffee was obtained similar sensory scores to the 1st-formula (control). Therefore, the optimum formula of nipa palm fruit toffee consisted of 500 grams of unripe nipa palm, 500 grams of ripe nipa palm, 297.50 grams of sugar, 352.50 grams of glucose syrup, 150 grams of skim milk powder and 80 grams of salted butter. It had 85 °Brix and 0.585 a_w , respectively. Moisture content, carbohydrate, crude protein, total fat, ash and dietary fiber were 3.50%, 85.72%, 7.43%, 2.86%, 0.49%, and 4.45%, respectively. Moreover, the microbiological quality was complied with the Thai Community Product Standard (TCPS 265/2559; Toffee).

Keywords: Toffee, Nipa palm fruit

* Corresponding author e-mail: janwipa.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

บทนำ

ลูกจากเป็นพืชตระกูลปาล์มที่พบในป่าชายเลน มักขึ้นเป็นดงขนาดใหญ่ เจริญเติบโตอยู่ได้เองตามธรรมชาติ บริเวณลำคลองทั่วไป [1] อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ เป็นท้องถิ่นหนึ่งที่มีต้นจาก เจริญเติบโตอยู่ได้เอง ตามธรรมชาติ วิถีชีวิตของคนในชุมชนมีการใช้ประโยชน์จากต้นจากมาตั้งแต่อดีต หนึ่งในนั้น คือ การนำลูกจากมาแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ลูกจากอ่อนที่นำมาบริโภคอายุประมาณ 5-7 เดือน จะมีเนื้อในเมล็ดเป็นเยื่อสีขาว ใส นุ่ม มีรสหวาน มีสารอาหารที่สำคัญ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โยอาหาร วิตามินเอ และแร่ธาตุ เช่น โพแทสเซียม โซเดียม และแมกนีเซียม เป็นต้น [2] นิยมรับประทานเป็นของหวาน [3] แต่หากผลแก่จะมีเนื้อแข็งมาก รสชาติจืดจางจึงไม่นิยมนำมารับประทาน ลูกจากอ่อนจัดเป็นอาหารที่มีความชื้นสูง จึงมีอายุการเก็บรักษาสั้น สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เพียง 2-3 ชั่วโมง แต่หากนำมาแช่เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4-8 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) จะเก็บรักษาได้ประมาณ 5 วัน [4] ดังนั้น หากไม่มีการเก็บรักษาที่เหมาะสม จะเกิดการเสื่อมเสียได้อย่างรวดเร็ว [5]

จากการลงพื้นที่ในอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้มีการนำลูกจากอ่อนมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด เช่น ขนมเปียะไส้ลูกจาก ขนมเกสรดอกจำเจ็ยจากลูกจาก น้ำลูกจากพร้อมดื่มบรรจุขวด ลูกจากลอยแก้ว และวุ้นลูกจาก เพื่อจำหน่ายเป็นรายได้เสริม และจากงานวิจัย เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกจากแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส [6] ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนนั้น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่ายังมีความต้องการที่จะนำลูกจากมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความหลากหลายมากขึ้น โดยทางกลุ่มได้ทดลองนำลูกจากมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ทอพีลูกจาก แต่ประสบปัญหา คือ ทอพีลูกจากที่ผลิตได้ไม่สามารถแข็งตัวเป็นก้อน และเมื่อวางทิ้งไว้จะเหลว เยิ้ม และไม่คงรูป [7] อีกทั้ง ผู้วิจัยเห็นว่ยังมีลูกจากแก่ตามธรรมชาติที่คนใน

ชุมชนไม่นิยมนำมาบริโภค และยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างเด่นชัด จากการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของลูกจากอ่อนและลูกจากแก่ พบว่า ลูกจากแก่มีปริมาณโยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำสูงกว่าลูกจากอ่อน [8] ซึ่งโยอาหารมีส่วนช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติของอาหารในด้านเนื้อสัมผัส ช่วยในการเกิดเจลเพิ่มความข้นหนืด ช่วยทำให้มีล้นชั้นคงตัวได้ [9]

เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในการใช้ประโยชน์จากลูกจาก อันจะก่อให้เกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ตามความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และพัฒนาเศรษฐกิจให้แก่ชุมชน โดยการต่อยอดองค์ความรู้จากภูมิปัญญา ชาวบ้านในการถนอมลูกจากงานวิจัยนี้จึงมุ่งเป้าในการใช้ประโยชน์ลูกจากในอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทอพีลูกจาก โดยการศึกษาอัตราส่วนระหว่างลูกจากอ่อนและลูกจากแก่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ทอพี และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทอพีลูกจาก ซึ่งเป็นการนำลูกจากแก่ที่ไม่นิยมบริโภคสดมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ช่วยส่งเสริมให้วัตถุดิบในท้องถิ่นมีมูลค่าเพิ่มขึ้น และยังเป็น การเพิ่มโอกาสในการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ อีกทั้งช่วยสร้างทางเลือกผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ให้แก่ผู้บริโภค

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การวิเคราะห์คุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของลูกจากอ่อนเปรียบเทียบกับลูกจากแก่

นำลูกจากอ่อนมาวิเคราะห์คุณลักษณะ ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าแอกติวิตีของน้ำ (water activity, a_w) และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และโยอาหารทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2000) [10] เปรียบเทียบกับลูกจากแก่ และนำน้ำลูกจากอ่อนปั่นละเอียด มาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วย pH meter รุ่น Starter 3000 ประเทศสหรัฐอเมริกา เปรียบเทียบกับ น้ำลูกจากแก่ปั่นละเอียด (รายละเอียด

* Corresponding author e-mail: janwia.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

การเตรียมน้ำลูกจากป็นละเอียดแสดงในข้อ 2) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก

2.1 การคัดเลือกสูตรต้นแบบ

คัดเลือกสูตรต้นแบบของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก 3 สูตร (Table 1) ดังนี้ สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากณัฐนันท์ [11] สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก Sucheta [12] และสูตรที่ 3 ดัดแปลงจากกรมส่งเสริมการเกษตร [13] โดยทั้ง 3 สูตรใช้ลูกจากอ่อนเป็นวัตถุดิบในการทดลอง เตรียมให้อยู่ในรูปน้ำลูกจากป็นละเอียด (อัตราส่วนระหว่างลูกจากต่อน้ำ เท่ากับ 1:2 โดยน้ำหนัก)

การผลิตทอฟฟี่โดยนำส่วนผสมทั้งหมดดัง Table 1 มาให้ความร้อนในกระทะทองเหลืองด้วยไฟอ่อน กวนอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 85 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$ Brix) วางพักไว้ที่อุณหภูมิห้องให้พออุ่น (อุณหภูมิ 60-65 $^{\circ}$ C) จากนั้นจึงขึ้นรูปและบรรจุ นำผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ทั้ง 3 สูตร มาคัดเลือกเพื่อเป็นสูตรต้นแบบโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 100 คน

Table 1 Ingredients of nipa palm fruit toffee

Ingredients	Content, g (%)		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Unripe nipa endosperm blended	1,000.00 (48.29%)	1,000.00 (53.19%)	1,000.00 (62.50%)
Sugar	261.50 (12.63%)	297.50 (15.82%)	100.00 (6.25%)
Glucose syrup	388.50 (18.75%)	352.50 (18.75%)	300.00 (18.75%)
Coconut milk	420.00 (20.28%)	-	-
Skim milk powder	-	150.00 (7.98%)	200.00 (12.5%)
Salted butter	-	80.00 (4.26%)	-
Salt	1.00 (0.05%)	-	-

2.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างลูกจากอ่อนและลูกจากแก่ในผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก

นำผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่จากสูตรต้นแบบที่ได้รับคะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด จากข้อ 2.1 มาศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างลูกจากอ่อนและลูกจากแก่ในผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ 5 สูตร คือ 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติและความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 100 คน

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าสี L^* (ค่าความสว่างและความมืด) ค่า a^* (ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง) และค่า b^* (ค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน) ด้วยเครื่องวัดสี Lovibond รุ่น RT 100 Reflectance Tintometer ประเทศเยอรมนี และการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยการวัดแรงกดด้วยวิธี Texture Profile Analyzer (TPA) ใช้เครื่อง Texture Analyzer รุ่น LF Plus ประเทศอังกฤษ ใช้หัวกดทรงกระบอก (cylindrical probe) ขนาด 2.5 เซนติเมตร ประเมินผลเป็นค่าความแข็ง (hardness) ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) และความคงทนต่อการบดเคี้ยว (chewiness)

* Corresponding author e-mail: janwia.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

3. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก

นำผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 2.2 มาวิเคราะห์คุณลักษณะ ดังนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า a_w และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกล็ด และใยอาหารทั้งหมด ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (2000) [10] และคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ 1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2) *Staphylococcus aureus* 3) ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด และ 4) กลุ่ม *E. coli* โดยใช้ชุดทดสอบสำเร็จรูป Compact dry ประเทศญี่ปุ่น

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การเปรียบเทียบคุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของลูกจากอ่อนกับลูกจากแก่ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของลูกจากอ่อนกับลูกจากแก่ ด้วยวิธี Independent Sample T-test ส่วนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อประเมินผลความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS, version 17.0 (IBM, USA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของลูกจากอ่อนและลูกจากแก่

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของลูกจากอ่อนและลูกจากแก่ (Table 2) พบว่า ลูกจากอ่อนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า a_w และปริมาณความชื้นสูงกว่าลูกจากแก่ โดย

ปริมาณความชื้นในลูกจากอ่อนมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Bunyapraphatsara *et al.* [14] และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sum *et al.* [8] ที่พบว่าปริมาณความชื้นของลูกจากอ่อนมีค่าสูงกว่าลูกจากแก่ ซึ่งปริมาณความชื้นในอาหารเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์ หากอาหารมีปริมาณความชื้นสูงจะส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกล็ดและใยอาหารของลูกจากอ่อนมีค่าต่ำกว่าลูกจากแก่ โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตของลูกจากจะเพิ่มขึ้นตามระยะการสุก และมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Sum *et al.* [8] อย่างไรก็ตาม ลูกจากแก่มีใยอาหารสูงกว่าลูกจากอ่อนประมาณ 6 เท่า ซึ่งทั้งลูกจากอ่อน และลูกจากแก่จัดเป็นอาหารที่มีใยอาหารสูง โดยมีใยอาหารมากกว่า 3 กรัม/ ตัวอย่าง 100 กรัม [15] ส่วนผลการวิเคราะห์ค่า pH ลูกจากอ่อน พบว่า มีค่าต่ำกว่าลูกจากแก่ เนื่องจากค่า pH ของผลไม้จะเพิ่มขึ้นตามระยะการสุก สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า ค่า pH ของมะม่วงน้ำดอกไม้มีค่าเพิ่มขึ้นตามตามระยะการสุก [16] และงานวิจัยของ Teka [17] ที่พบว่า ค่า pH ของมะเขือเทศจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการสุกเพิ่มขึ้น

2. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก

ผลการศึกษาความชอบของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก 3 สูตร โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Table 3) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบในทุกด้านสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์สูตรที่ 2 มีเนยเป็นส่วนผสม และมีสัดส่วนของปริมาณน้ำตาลสูงกว่าสูตรอื่น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมและมีรสชาติหวานมัน รองลงมาคือสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ ดังนั้น จึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรต้นแบบในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างลูกจากอ่อนและลูกจากแก่ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก

* Corresponding author e-mail: janwia.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

Table 2 Characteristic and proximate composition of unripe and ripe nipa endosperm

Characteristic	Value	
	unripe	ripe
TSS (°Brix)	6.00±0.00 ^a	3.00±0.00 ^b
a _w ^{ns}	0.971±0.01	0.967±0.03
Proximate composition (% wet weight)		
- Moisture content	88.82±0.01 ^a	67.91±0.01 ^b
- Carbohydrate content	9.47±0.03 ^b	28.45±0.13 ^a
- Crude protein content	0.92±0.04 ^b	2.61±0.04 ^a
- Total fat content ^{ns}	0.02±0.00	0.02±0.00
- Ash content	0.78±0.01 ^b	0.84±0.00 ^a
- Dietary fiber content	4.33±0.01 ^b	26.40±0.25 ^a
pH	6.36±0.01 ^b	6.84±0.01 ^a

Note: means within the same row with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

ns is no significant difference ($p > 0.05$)

Table 3 Sensory evaluation scores of consumer (n=100) on nipa palm fruit toffee with different formulations

Sensory attribute	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Appearance	6.29±1.45 ^b	6.81±1.13 ^a	6.49±1.40 ^{ab}
Flavor	6.49±1.57 ^a	6.89±1.57 ^a	6.08±1.57 ^b
Texture ^{ns}	6.28±1.23	6.53±1.46	6.23±1.29
Taste	6.90±1.09 ^a	7.09±1.16 ^a	6.09±1.63 ^b
Overall liking	6.63±1.25 ^{ab}	6.93±1.15 ^a	6.36±1.45 ^b

Note: means within the same row with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

ns is no significant difference ($p > 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากทั้ง 5 สูตร (Table 4) พบว่า ปริมาณลูกจากแก่ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า L* ค่า a* และค่า b* ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากปริมาณความชื้นของลูกจากแก่มีค่าต่ำกว่าลูกจากอ่อน ส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการกวนทอฟฟี่เพื่อให้ได้ความเข้มข้นตามต้องการน้อยกว่า ค่า L* จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่าสีโดยเฉพาะค่า b* จะแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยา

คาราเมลไรเซชัน (caramelization reaction) ที่ทำให้เกิดสีและกลิ่นในลูกกวาด โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิในการผลิตสูงกว่า 80°C [18] อีกทั้งผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากมีส่วนผสมของหางนมผงและเนย ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาแบบเมลลาร์ด (maillard reaction) ในระหว่างการให้ความร้อน ทำให้เกิดสีน้ำตาลและกลิ่นหอมของคาราเมล [19] ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีสีเหลืองปนน้ำตาล

* Corresponding author e-mail: janwia.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

Table 4 The color measurement for the different ratios of unripe and ripe nipa palm fruit toffee

Ratios of unripe and ripe nipa endosperm (w/w)	Color		
	L* value	a* value	b* value
100:0	46.39±0.69 ^b	0.64±0.11 ^c	0.42±0.01 ^c
75:25	46.73±0.60 ^{ab}	0.91±0.09 ^b	0.36±0.11 ^c
50:50	47.72±1.07 ^{ab}	1.00±0.11 ^b	0.45±0.11 ^{bc}
25:75	48.31±1.89 ^{ab}	1.20±0.05 ^a	0.65±0.15 ^{ab}
0:100	48.55±1.42 ^a	1.18±0.04 ^a	0.75±0.10 ^a

Note: means within the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากทั้ง 5 สูตร ด้วยวิธี TPA ซึ่งเป็นการเลียนแบบการเคี้ยว ของมนุษย์ (Table 5) พบว่า ปริมาณลูกจากแก่ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า hardness ค่า cohesiveness และค่า chewiness ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากลูกจากแก่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและใยอาหารสูงกว่าลูกจากอ่อน ดังข้อมูลใน Table 2 ดังนั้นการเพิ่มปริมาณลูกจากแก่จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่า hardness เพิ่มขึ้นนั่นเอง [20] ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีค่า hardness และค่า cohesiveness สูง จะทำให้ผลิตภัณฑ์

เคี้ยวยากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า hardness และค่า cohesiveness ต่ำ [11] อย่างไรก็ตาม ปริมาณลูกจากแก่ที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อค่า springiness ($p > 0.05$) เนื่องจากการผลิตผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากได้ควบคุมปริมาณส่วนผสมของกลูโคสไซรัปให้มีสัดส่วนเท่ากัน ซึ่งเป็นส่วนผสมที่ทำให้เกิดความยืดหยุ่นของโครงสร้างผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐนันท์ [11] ที่พบว่า ค่าความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่มะม่วงแก้ว และทอฟฟี่มะม่วงน้ำดอกไม้ไม่แตกต่างกัน เมื่อใช้ปริมาณกลูโคสไซรัปในสูตรเท่ากัน

Table 5 Texture profile analysis for the different ratios of unripe and ripe nipa palm fruit toffee

Ratios of unripe and ripe nipa endosperm (w/w)	Hardness (g)	Cohesiveness	Springiness ^{ns}	Chewiness (g)
100:0	1099.17±22.77 ^e	0.090±0.008 ^d	0.851±0.018	96.87±5.40 ^e
75:25	1266.67±31.60 ^d	0.109±0.008 ^{cd}	0.850±0.010	119.64±2.12 ^d
50:50	1535.01±13.60 ^c	0.122±0.020 ^{bc}	0.850±0.015	146.49±3.27 ^c
25:75	1867.24±20.43 ^b	0.139±0.007 ^{ab}	0.843±0.021	168.59±4.12 ^b
0:100	2235.21±31.00 ^a	0.152±0.012 ^a	0.839±0.005	203.94±5.10 ^a

Note: means within the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

ns is no significant difference ($p > 0.05$)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากที่อัตราส่วนระหว่างลูกจากอ่อนและลูกจากแก่แตกต่างกันทั้ง 5 สูตร ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม (Table

6) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากทั้ง 5 สูตร ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) อาจเนื่องมาจากการผลิตผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากได้มีการควบคุมส่วนผสมและความ

* Corresponding author e-mail: janwia.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

เข้มข้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ในสูตรให้เหมือนกัน ที่ 85°Brix จะแตกต่างกันเพียงอัตราส่วนระหว่างลูกจากอ่อนต่อลูกจากแก่เท่านั้น โดยสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้เมื่อมองด้วยตาเปล่าจึงมีความใกล้เคียงกัน และคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากลูกจากแก่มีปริมาณใยอาหารสูงกว่าลูกจากอ่อน เมื่อปริมาณลูกจากแก่เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เนื้อ

สัมผัสใน Table 6 จึงส่งผลให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มลดลง โดยผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากสูตรที่ 3 (อัตราส่วนระหว่างลูกจากอ่อนต่อลูกจากแก่ เท่ากับ 50:50 โดยน้ำหนัก) ได้รับคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากสูตรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรควบคุม (อัตราส่วนระหว่างลูกจากอ่อนต่อลูกจากแก่ เท่ากับ 100:0 โดยน้ำหนัก) จึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากสูตรที่ 3 เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

Table 6 Sensory evaluation scores for the different ratios of unripe and ripe nipa palm fruit on toffee (n=100)

Sensory attribute	Ratios of unripe and ripe nipa endosperm (w/w)				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Appearance ^{ns}	7.18±1.32	7.04±1.27	7.14±1.19	7.07±1.28	7.11±1.27
Flavor ^{ns}	7.24±1.32	7.00±1.32	6.95±1.26	7.11±1.28	6.96±1.30
Texture	7.00±1.44 ^a	6.70±1.38 ^{ab}	6.61±1.42 ^{ab}	6.40±1.42 ^b	6.40±1.48 ^b
Taste	7.29±1.24 ^a	7.07±1.32 ^{ab}	6.92±1.30 ^{ab}	6.71±1.47 ^b	6.89±1.37 ^{ab}
Overall liking	7.49±1.35 ^a	7.16±1.36 ^b	7.12±1.25 ^b	6.96±1.29 ^b	6.88±1.27 ^b

Note: means within the same row with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

ns is no significant difference ($p > 0.05$)

3. ผลการศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากที่ได้จากการพัฒนา

ผลการศึกษาคุณลักษณะและคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากสูตรที่ 3 แสดงใน Table 7 พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า a_w เท่ากับ 85°Brix และ 0.585 ตามลำดับ ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และใยอาหาร ร้อยละ 3.50 85.72 7.43 2.86 0.78 และ 4.45 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้น โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าสูงจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นต่ำ [21] ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์

ทอฟฟี่ที่ได้ มีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ทอฟฟี่ (มพช. 265/2559) [22] กำหนด นอกจากนี้ค่า a_w ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพ ลักษณะเนื้อสัมผัส และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก ค่า a_w ที่สูงจะเร่งให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสและปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไมซ์เอนไซม์ และอาจจะเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจากเชื้อแบคทีเรียได้ แต่หากผลิตภัณฑ์มีค่า a_w ต่ำ จะเกิดการเสื่อมเสีย จากเชื้อราและยีสต์มากกว่าแบคทีเรีย [23] อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากจัดเป็นขนมหวานที่มีใยอาหารสูง เนื่องจากมีใยอาหารมากกว่า 3 กรัม/ ตัวอย่าง 100 กรัม [15]

* Corresponding author e-mail: janwia.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

Table 7 Characteristic and proximate composition of the developed nipa palm fruit toffee

Characteristic	Value
TSS (°Brix)	85.00±0.00
a _w	0.585±0.020
Proximate composition (% wet weight)	
- Moisture content	3.50±0.40
- Carbohydrate content	85.72±0.03
- Crude protein content	7.43±0.07
- Total fat content	2.86±0.03
- Ash content	0.49±0.03
- Dietary fiber content	4.45±0.01

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (Table 8) ได้แก่ 1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2) *Staphylococcus aureus* 3) กลุ่มยีสต์และรา และ 4) กลุ่ม *E. coli* ของผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากสูตรที่ 3 พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *Staphylococcus aureus* ยีสต์และราทั้งหมด น้อยกว่า 10 CFU/g ส่วน *E. coli* พบน้อยกว่า 3 MPN/g เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ผ่านกระบวนการใช้ความร้อนสูงในกระบวนการผลิต จึงสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

ได้ โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ทอฟฟี่ (มผช.265/2559) [22] ผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากที่ได้มีคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นไปตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนด สอดคล้องกับ ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณความชื้น และค่า a_w ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญ เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้

Table 8 Microbiological qualities of nipa palm fruit toffee

Microbiological qualities	Amount	Thai community product standard of Toffee (TCPS 265/2559)
Total plate count (CFU/g)	<10	≤1×10 ⁶
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	<10	<10
Yeast and mold (CFU/g)	<10	≤1×10 ²
<i>E. coli</i> (MPN/g)	<3	<3

สรุปผล

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจาก พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างลูกจากอ่อนและลูกจากแก่ ในการผลิตผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ คือ ที่อัตราส่วน 50:50 โดย น้ำหนัก สูตรทอฟฟี่ลูกจากประกอบด้วย น้ำลูกจากอ่อน 500 กรัม น้ำลูกจากแก่ 500 กรัม น้ำตาลทรายขาว 297.50 กรัม กลูโคสไซรัป 352.50 กรัม หางนมผง 150 กรัม และเนยเค็ม 80 กรัม ผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่ลูกจากมี

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 85 °Brix และ ค่า a_w เท่ากับ 0.585 ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้าและใยอาหาร ร้อยละ 3.50 85.72 7.43 2.86 0.49 และ 4.45 ตามลำดับ มีปริมาณจุลินทรีย์ไม่เกินข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ทอฟฟี่ (มผช. 265/2559) การเพิ่มปริมาณลูกจากแก่ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่า hardness เพิ่มขึ้นได้

* Corresponding author e-mail: janwia.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่ได้รับการเห็นชอบจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. 2560

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tamunaidu, P. and Saka, S. (2011). Chemical characterization of various parts of nipa palm (*Nypa fruticans*). *Industrial Crops and Products*. 34(3): 1423-1428.
- [2] Osabor, V.N., Egbung, G.E. and Okafor, P.C. (2008). Chemical profile of *Nypa fruticans* from Cross River Estuary, South Eastern Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*. 7(1): 146-150.
- [3] Hongwiwat, N. and Hongwiwat, T. (2007). Fruit 111 types: Nutritional value and consumption. (1st ed.). Bangkok: Sangdad.
- [4] Booncham, S. (2015, May, 14). Interview. Chairman of the Community Enterprise Ban Khlong Na Kluea, Laem Fa Pha, Phra Samut Chedi, Samut Prakan.
- [5] Ratanapanon, N. (2010). *Food Chemistry*. (4th ed.). Bangkok: Odeon Store.
- [6] Supaking, J. (2016). Production of osmotic dehydrated nipa palm. Complete Research Report. Dhonburi Rajabhat University, Bangkok, Thailand.
- [7] Booncham, S. (2016, August, 21). Interview. Chairman of the Community Enterprise Ban Khlong Na Kluea, Laem Fa Pha, Phra Samut Chedi, Samut Prakan.
- [8] Sum, P.C., Khoo, H.E. and Azlan, A. (2013). Comparison of nutrient composition of ripe and unripe fruits of *Nypa fruticans*. *Fruits*. 68(6): 491-498.
- [9] Abdul-Hamid, A. and Luan, Y.S. (2000). Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*. 68(1): 15-9.
- [10] Association of Official Analytical Chemists (AOAC International). (2000). *Official methods of analysis*. (17th ed.), Washington, D.C.
- [11] Punjabute, N. (2012). Study on process conditions of mango toffee. Master's thesis, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.
- [12] Sucheta. (2013). Development and evaluation of cheese and toffee from guava-mango blends. Master's thesis, Chaudhary Charan Singh Haryana Agricultural University, Haryana, India.
- [13] Department of Agricultural Extension. (2004). Durian products. [Online] Available from: <https://chantrabook.files.wordpress.com/2015/09/000163.pdf> [Accessed June, 24, 2016].
- [14] Bunyapraphatsara, N., Srisukh, V., Jutiviboonsuk, A., Sornlek, P., Thongbainoi, W., Chuakul, W., Fong Harry, H.S., Pezzuto, J.M. and Kosmeder, J. (2002). Vegetables from the mangrove areas. *Thai Journal of Phytopharmacy*. 9(1): 1-12.
- [15] Pornchaloempong, P. and Ratanapanon, N (n.d.). Dietary fiber. [Online] Available from: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1102/dietary-fiber> [Accessed September, 5, 2016].
- [16] Sombatpraiwan, S., Tipyavimol, T. and Treeamnuk, K. (2012). A study on ripening delay of *Mangifera indica* Linn. cv. Nam Dok Mai. *Agricultural Science Journal*. 43(3 special): 355-358.

* Corresponding author e-mail: janwia.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

- [17] Teka, T.A. (2013). Analysis of the effect of maturity stage on the postharvest biochemical quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*. 3(5): 180-186.
- [18] Davies, C.G.A. and Labuza, T.P. (1992). The maillard reaction application to confectionery products. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota.
- [19] Subhimaros, S. (2000). *Confectionery and Chocolate Technology*. (1st ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Printing House.
- [20] Punjabute, N. and Huangrak, K. (2012). Study on mango varieties and optimum glucose syrup in mango toffee production. In *Proceedings of The 2nd National and International Graduate Study Conference (IGSC 2012)*, pp 1016-1029. May 10-11, 2012. Nakhon Pathom. Thailand.
- [21] Chavan, U.D., Shegade, S.L., Karma, B.R. and Dalvi, U.S. (2016). Studies on preparation of toffee from guava. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*. 3(1): 99-111.
- [22] Thai Industrial Standards Institute. (2016). *Thai Community Product Standard (TCPS 265/2559; Toffee)*. Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry.
- [23] Sunta, R. (2008). *Development of Longon chewy candy formulation*. Master's thesis, Chiangmai University, Chiangmai, Thailand.

* Corresponding author e-mail: janwia.p@dru.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Food Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University