Research Article

Received: July 4, 2019; Accepted: January 9, 2020

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น

Development of Soft Cheese-Like Product Enriched with Coconut Protein Concentrate

สมฤดี ไทพาณิชย์*

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160

Somruedee Thaiphanit*

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University,

Petkasem Road, Bangwa, Phasi Charoen, Bangkok 10160

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่ได้จากผลพลอยได้การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อน และพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนจากน้ำนมวัวไขมันต่ำเสริมด้วยผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น ผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นเตรียมโดยการตกตะกอนโปรตีนที่จุดไอโซอิเล็กทริกของโปรตีนมะพร้าว และทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเตรียมโดยใช้วิธีการตกตะกอนโปรตีนด้วยกรดที่ค่า pH ต่าง ๆ จากนั้นเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่ปริมาณต่าง ๆ ผลที่ได้พบว่าค่า pH ที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนมีผลต่อการจับตัวกันของโปรตีน pH ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโปรตีน คือ 4.0 ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่เสริมผงผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณร้อยละ 5.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีปริมาณโปรตีน และปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และมีร้อยละผลได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 39 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่พัฒนาขึ้นมีความยืดหยุ่นแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากสูตรควบคุม และได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในระดับชอบปานกลาง

คำสำคัญ : โปรตีน; โปรตีนมะพร้าว; เนยแข็ง; ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็ง; มะพร้าว

Abstract

The objectives of this work were to study the effects of coconut protein concentrate powder (CPC) obtained from virgin coconut oil by-products on soft cheese-like product, and to develop

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** Somruedee.tha@siam.edu

soft cheese-like product from skimmed cow's milk that enriched with CPC. The CPC was prepared by protein precipitation at isoelectric point of the coconut protein followed by freeze-drying. The soft cheese-like products were prepared by using the acid coagulation method with different pH values. Then, different amounts of the CPC were added to the soft cheese-like products. The results showed that the pH used in protein precipitation affects the coagulation of proteins. The optimum pH for protein precipitation was 4.0. The soft cheese-like product supplemented with 5.0 % (w/v) CPC had significantly highest quantities of protein and total solid ($p \leq 0.05$). Compared to a control soft cheese, the samples containing 5.0 % (w/v) CPC showed an increase of 16 % in protein, 10 % in total solid, and 39 % in yield. The developed soft cheese-like product had no significant difference in springiness compared to a control soft cheese ($p \leq 0.05$), with the moderate-like scores of sensory acceptance assessment.

Keywords: protein; coconut protein; cheese; cheese-like product; coconut

1. บทนำ

โปรตีนเป็นสารอาหารสำคัญที่ร่างกายมนุษย์ต้องการ ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อ ปลา สัตว์ปีก ไข่ และผลิตภัณฑ์จากนม แต่ด้วยสภาพภูมิประเทศ สถานะทางเศรษฐกิจ และค่านิยมทางวัฒนธรรม ทำให้การบริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เพื่อเป็นแหล่งของโปรตีนเพียงอย่างเดียวอาจมีข้อจำกัดทั้งจากแหล่งที่มา ปริมาณ และราคาของวัตถุดิบ รวมถึงความต้องการเฉพาะบุคคล ดังนั้นจึงมีงานค้นคว้าวิจัยต่าง ๆ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง ได้แก่ โปรตีนจากจุลินทรีย์ โปรตีนจากสาหร่าย โปรตีนจากแมลง และโปรตีนจากพืช เป็นต้น [1-4] นอกจากนี้การเลือกใช้ส่วนผสมที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เพื่อทดแทนโปรตีนจากสัตว์ เพิ่มปริมาณโปรตีนในอาหาร และเพื่อช่วยปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่จะเติบโตอย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชัน (functional food) หรืออาหารที่ให้ประโยชน์ทางสรีรวิทยาโดยเฉพาะ และลดความเสี่ยงของโรคเรื้อรังที่นอกเหนือจากโภชนาการขั้นพื้นฐานได้ [5,6]

เนยแข็งหรือชีส (cheese) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโปรตีนในน้ำนม ส่วนใหญ่ใช้น้ำนมสัตว์เป็นวัตถุดิบ เช่น น้ำนมวัว น้ำนมแกะ น้ำนมควาย กระบวนการผลิตจะนำนม หรือหางนมมาผสมกับเอนไซม์ หรือกรด หรือจุลินทรีย์ ทำให้โปรตีนเกิดการตกตะกอน แล้วแยกส่วนที่เป็นน้ำออก การนำมาใช้อาจเป็นลักษณะสด หรือบ่มให้ได้ที่ก่อนใช้ [7] เนยแข็งจึงเป็นผลิตภัณฑ์จากนมที่มีปริมาณโปรตีนสูง เป็นแหล่งของสารอาหารที่จำเป็น ได้แก่ กรดอะมิโน กรดไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ สามารถย่อยและดูดซึมในทางเดินอาหารได้ดี [8] เนื่องจากความนิยมในอาหารตะวันตกที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ในปี พ.ศ. 2561 ตลาดเนยแข็งในประเทศไทยมีมูลค่าอยู่ที่ประมาณ 1,958 ล้านบาท เติบโตขึ้นร้อยละ 7.1 [9] และในตลาดผลิตภัณฑ์เนยแข็ง สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ เนยแข็งแปรรูป (processed cheese) คือเนยแข็งที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการรับประทาน และมีการยืดอายุการเก็บรักษา และเนยแข็งที่ไม่ผ่านการแปรรูป (unprocessed cheese) คือ

เนยแข็งที่ไม่ผ่านกระบวนการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งครองส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 54 และ 46 ตามลำดับ เนยแข็งที่ไม่ผ่านการแปรรูปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทย่อย คือ เนยแข็งชนิดแข็ง (hard cheese) ซึ่งหมายถึงเนยแข็งที่ผ่านการบ่มเป็นเวลานาน มีเนื้อแข็ง และเนยแข็งชนิดอ่อน (soft cheese) ซึ่งหมายถึงเนยแข็งที่มีเนื้อนิ่ม ที่มีการขึ้นรูปเป็นก้อน ซึ่งครองส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 24 และ 22 ตามลำดับ [9] อย่างไรก็ตาม เนยแข็งจะมีปริมาณไขมันโดยเฉพาะไขมันอิ่มตัวสูง และในกระบวนการผลิตเนยแข็งจากนมจะได้ผลผลิตต่ำ เนยแข็งจึงมีราคาแพง [10] ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็ง (cheese-like) ซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำและไขมันรวมอยู่ในโครงสร้างโปรตีนนมที่ตกตะกอน ที่มีลักษณะคล้ายเนยแข็ง แต่มีการใช้ไขมันชนิดอื่นแทนไขมันนมบางส่วนหรือทั้งหมด [11] โดยการใช้วัตถุดิบที่สามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรัง อาทิ การเลือกใช้โปรตีนจากพืชที่มีสมบัติเป็นอาหารฟังก์ชันเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในอาหารจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาข้างต้น เนื่องจากประชากรโลกประมาณร้อยละ 65 ได้รับโปรตีนจากจากพืชเป็นหลัก [12] ในด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งประเภทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรตีนจากพืช ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เมล็ดทานตะวัน และงา พบว่าโปรตีนที่ใช้ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสี และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้ไม่สามารถใช้ในปริมาณที่สูงได้ [13] ด้วยเหตุนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งจากโปรตีนจากพืชประเภทอื่น ๆ จึงยังมีความจำเป็น ทั้งนี้โปรตีนจากพืชชนิดหนึ่งที่มีความน่าสนใจ คือ โปรตีนจากมะพร้าว *Cocos nucifera* L. ซึ่งเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทยและประเทศอื่น ๆ ได้แก่ อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ประเทศในเอเชียใต้ แอฟริกาตะวันออก และแคริบเบียน [14] อีกทั้งโปรตีนจากมะพร้าวมีจุดเด่น คือ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบทั้ง 9 ชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งลิวซีน (leucine) ไลซีน (lysine) และวาลีน (valine) มีกรดอะมิโนชนิดอาร์จินีน (arginine) สูงเฉลี่ยร้อยละ 12 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด [15] โดยอาร์จินีนมีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรค [16] ได้แก่ การบรรเทาอาการเบาหวาน [17] การต้านมะเร็ง [18] การลดอาการอักเสบ [19] การต้านออกซิเดชัน [20] เป็นต้น นอกจากนี้ประมาณร้อยละ 50 ของไขมันอิ่มตัวที่พบในส่วนของเนื้อมะพร้าว คือกรดลอริก (lauric acid) ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวชนิดนี้เมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายจะเปลี่ยนเป็นโมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) ที่มีชื่อว่าโมโนลอริน (monolaurin) ซึ่งเป็นสารชนิดเดียวกับที่อยู่ในน้ำนมมารดา ที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้กับทารกในระยะ 6 เดือนแรกที่ร่างกายยังไม่สร้างระบบภูมิคุ้มกันโรค และเป็นสารปฏิชีวนะที่ทำลายเชื้อโรค สามารถฆ่าแบคทีเรีย รา ยีสต์ โปรโตซัว และไวรัส [21,22] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น (coconut protein concentrate, CPC) ที่แยกได้จากผลพลอยได้การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนต่อสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัตถุดิบและสารเคมี

น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ ไขมัน 0 % ตราเมจิ (บริษัทซีพี-เมจิ จำกัด) ขนส่งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หางกะทิและตะกอนโปรตีนในรูปตะกอนเปียก ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็นได้รับความอนุเคราะห์จาก

กลุ่ม 100 พัน มะพร้าวไทย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย โดยบรรจุในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนแบบความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene) ถุงละ 2 กิโลกรัม ขนส่ง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น และการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีเป็นเกรดงานวิเคราะห์ (analytical reagent grade) สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเป็นเกรดอาหาร (food grade)

2.2 การเตรียมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น

นำหางกะทิและตะกอนโปรตีนที่ได้รับมาถ่ายลงภาชนะพลาสติก ตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เพื่อละลายน้ำแข็ง แล้วนำมากวนผสมส่วนที่ตกตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนสารแบบใบกวน ความเร็ว 50 รอบต่อนาที นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นทำให้เกิดตกตะกอนโปรตีนที่จุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point, pI) ของโปรตีนมะพร้าวที่ค่า pH 4.0 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล ในการปรับค่า pH และไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 7,440xg นาน 20 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส ล้างตะกอนที่ได้ด้วยน้ำปราศจากไอออน โดยการเติมน้ำปราศจากไอออนที่มีค่า pH 6.7 ปริมาตร 2 ลิตร เพื่อละลายโปรตีนมะพร้าวที่ได้ และตกตะกอนโปรตีนซ้ำที่จุด pI ของโปรตีนมะพร้าวตามวิธีข้างต้น จนได้ตะกอนโปรตีนที่มีปริมาณโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนักแห้ง นำครีมโปรตีนที่ได้ไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส และทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง บดให้ละเอียด และร่อนผ่านชั้นตะแกรงขนาด 30 mesh ตามวิธีของ Thaiphanit และ Anprung [23] นำผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีมาตรฐาน [24] โดยปริมาณโปรตีนทั้งหมดคำนวณจากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl แล้วนำมาคูณด้วย 6.25 เก็บรักษาผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่อุณหภูมิห้องในภาชนะพลาสติกทึบแสงปิดสนิท

2.3 การเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อน

2.3.1 การเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์

การเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น ทำโดยนำน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ ไขมัน 0 % ตราเมจิ ปริมาตร 200 mL ผสมให้เข้ากับผงโปรตีนมะพร้าวปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำไปให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 85±5 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที เติม $CaCl_2$ ร้อยละ 0.001 ปรับค่า pH ของแต่ละตัวอย่างเป็น 4.0, 4.5 และ 5.0 ด้วยกรดซิตริก (citric acid) เพื่อให้โปรตีนเกิดการตกตะกอน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงแยกส่วนของเหลวทิ้งไปที่ความเร็ว 112xg นาน 10 นาที ชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่ได้ คำนวณค่าร้อยละผลได้ (% yield) ดังแสดงโดยสมการที่ (1) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีมาตรฐาน [24] โดยปริมาณโปรตีนทั้งหมดคำนวณจากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl แล้วนำมาคูณด้วย 6.25 เพื่อหาค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนโปรตีนสำหรับการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยโปรตีนมะพร้าว

ร้อยละผลได้ = น้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่ได้ (g) ÷ ปริมาตรน้ำนมที่ใช้ (mL) x 100 (1)

2.3.2 การศึกษาปริมาณโปรตีนมะพร้าวที่เหมาะสม

เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยโปรตีนมะพร้าวตามวิธีที่ใช้ในข้อ 2.3.1 แปรปริมาณผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่เติมลงไปร้อยละ 2.5, 5.0 และ 7.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

โดยมีตัวอย่างที่ไม่มีการเติมโปรตีนมะพร้าวเป็นผลิตภัณฑ์ควบคุม คำนวณค่าร้อยละผลได้ (% yield) ดังแสดงโดยสมการที่ (1) เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้ในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีมาตรฐาน [24] ลักษณะเนื้อสัมผัส และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.3.3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนมาวัดค่าสีที่ผิวด้วยเครื่องวัดสี (Hunter lab ColorFlex, 45/0, Germany) ระบบ CIELAB L*, a*, b* วิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer, TA.XT2, UK) ด้วยการให้แรงกด (compression test) ที่ร้อยละ 30 ลงบนตัวอย่างอาหาร โดยใช้หัวทดสอบแบบแผ่นแบน เส้นผ่านศูนย์กลาง 45 mm เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 0.5 mm/s กดตัวอย่างอาหารซ้ำ 2 ครั้ง ห่างกัน 10 วินาที [25] ค่าร้อยละการเกิดซิเนอรีซิส (syneresis) วิเคราะห์โดยนำตัวอย่างปริมาณ 40 กรัม มาหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที นาน 20 นาที ชั่งน้ำหนักของเหลวที่แยกออกมาจากตัวอย่าง และคำนวณค่าการเกิดซิเนอรีซิสดังแสดงโดยสมการที่ (2) [26] ปริมาณของแข็งทั้งหมดวิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 ºC และองค์ประกอบทางเคมีตามวิธีมาตรฐาน [24] โดยปริมาณโปรตีนทั้งหมดคำนวณจากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl แล้วนำมาคูณด้วย 6.25

ร้อยละการเกิดซิเนอรีซิส = หนักของเหลวที่แยกออกมาจากตัวอย่าง (g) ÷ น้ำหนักตัวอย่าง (g) x 100 (2)

2.3.4 การวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) โดยเตรียมตัวอย่างด้วยการตักตัวอย่างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนปริมาณ 5 กรัม ใส่ลงในถ้วยพลาสติก และปิดฝาถ้วย แต่ละถ้วยมีการกำหนดรหัสด้วยตัวเลขสุ่ม 3 หลัก จากนั้นทดสอบการยอมรับแบบ 9-point hedonic scale ด้วยการให้คะแนนจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปที่เคยรับประทานเนยแข็งชนิดอ่อน จำนวน 30 คน และใช้แครกเกอร์รสจืดในการล้างปากก่อนเริ่มทดสอบตัวอย่างถัดไป

2.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ($p \leq 0.05$) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น

ผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่เตรียมโดยการตกตะกอนโปรตีนที่จุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) ที่ค่า pH 4.0 และทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีสีขาวครีม มีกลิ่นเหมือนน้ำมันมะพร้าวอ่อน ๆ และมีองค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานประกอบด้วยโปรตีน เส้นใยหยาบ ไขมัน และเถ้าร้อยละ 87.17±1.63, 6.20±0.82, 2.67±0.06 และ 0.15±0.01 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ ปริมาณโปรตีนในผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่เตรียมได้อยู่ในช่วงเดียวกับผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่เตรียมด้วยวิธีการเดียวกันที่มีรายงานมาก่อนหน้านี้ว่า

การตกตะกอนโปรตีนที่จุดไอโซอิเล็กทริก โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกในการปรับค่า pH ของผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็นให้มีค่า pH 4.0 จะได้ผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบในช่วงร้อยละ 80.3-92.7 โดยน้ำหนักแห้ง [27,28] แต่เนื่องจากไขมันไม่ละลายในน้ำทำให้การสกัดโปรตีนโดยวิธีที่ใช้ไม่สามารถกำจัดไขมันออกไปอย่างสมบูรณ์ และไขมันที่พบในผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นนี้เป็นสาเหตุให้ผงโปรตีนที่เตรียมได้ มีกลิ่นเหมือนน้ำมันมะพร้าวอ่อน ๆ จากสาร δ-decalactone ที่เป็นสารให้กลิ่นสำคัญที่พบในน้ำมันมะพร้าว อย่างไรก็ตาม สารดังกล่าวเป็นสารให้กลิ่นที่พบในเนยแข็งด้วย [29,30]

3.2 ผลการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์

การทดลองเพื่อกำหนดค่า pH ที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อน โดยแปรค่า pH ที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนจากน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ที่มีการผสมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร พบว่าค่า pH ที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนมีผลต่อร้อยละค่าเฉลี่ยผลได้ของผลิตภัณฑ์ โดยที่ pH 4.0, 4.5 และ 5.0 มีค่าร้อยละผลได้ 26.84±0.25, 24.15±0.34 และ 14.57±0.58 ตามลำดับ และมีองค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานดังแสดงดังตารางที่ 1 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าการตกตะกอนโปรตีนที่ pH 4.0 มีค่าร้อยละผลได้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และที่ pH ดังกล่าวยังได้ผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูงที่สุดมีสาเหตุมาจากที่ pH 4.0 ซึ่งมีค่าเท่ากับค่า pI ของโปรตีนมะพร้าว ทำให้โปรตีนมะพร้าวที่เติมลงไปสามารถตกตะกอนได้มากที่สุด [31] ขณะที่ค่า pI ของโปรตีนเคซีน (casein) ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 80 ของปริมาณโปรตีนในนมทั้งหมดมีค่าประมาณ 4.6 แต่ที่ pH 4.0 โปรตีนเคซีนสามารถละลายได้เล็กน้อยเท่านั้น โปรตีนเคซีนส่วนใหญ่จึงตกตะกอนลงมาพร้อมกับโปรตีนมะพร้าวด้วย [32] นอกจากนี้เมื่อสังเกตลักษณะผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่ได้ด้วยสายตาพบว่าการตกตะกอนโปรตีนที่ pH 4.0 จะมีผลให้การจับตัวกันของโปรตีนแน่นกว่าที่ pH 4.5 และ 5.0 ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าเมื่อค่า pH ที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นด้วย การเปลี่ยนแปลงค่า pH จะมีผลต่อประจุบวกและประจุลบสุทธิที่มีอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการตกตะกอนและการละลายของโปรตีน เมื่อ pH ที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนเพิ่มขึ้นและออกห่างจากค่า pI ของโมเลกุลของโปรตีนมากขึ้น โปรตีนที่ยังละลายอยู่ได้ในน้ำจะมากขึ้น ทำให้เกิดความหนืดสูงหรือเกิดเจลที่อุ้มน้ำไว้ [33] ดังนั้นค่า pH ที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนจึงมีผลต่อการจับตัวกันของโปรตีนที่ตกตะกอนและปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ การศึกษาการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยโปรตีนมะพร้าวในขั้นต่อไปจะใช้ค่า pH 4.0 ในการตกตะกอนโปรตีน

3.3 ผลการเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อน

การเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยโปรตีนมะพร้าว โดยแปรปริมาณผงโปรตีนมะพร้าวร้อยละ 2.5, 5.0 และ 7.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และมีตัวอย่างที่ไม่มีการเติมโปรตีนมะพร้าวเป็นผลิตภัณฑ์ควบคุม (control) ค่าร้อยละผลได้ สมบัติทางเคมีกายภาพ และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ แสดงดังตารางที่ 2 การเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนมีผลต่อค่าร้อยละผลได้ สมบัติทางเคมี

กายภาพ และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลดีต่อค่าร้อยละผลได้และคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า อย่างไรก็ตาม การเติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่ได้มีสีคล้ำลงดังจะเห็นได้จากค่า L* (lightness) ที่มีค่าลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งโปรตีนมะพร้าวที่เติมลงไปจะทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ เช่น ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เกิดได้มากขึ้นในระหว่างการให้ความร้อน ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับค่า a* (redness) ที่เพิ่มขึ้น การเติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่ได้มีค่าการเกิดซิเนอรีซิสมากขึ้น ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงเป็นการหดตัวของอาหารประเภทเจลเมื่อตั้งทิ้งไว้ เนื่องจากมีของเหลวบางส่วนไหลออกมาจากเจล [33] ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่เติมลงไป ซึ่งอาจเป็นผลมาจากโครงสร้างทางเคมีของโปรตีนมะพร้าวที่มีกรดอะมิโนชนิดอาร์จินีน (arginine) สูงเฉลี่ยร้อยละ 12 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด [15] และอาร์จินีน (arginine) เป็นกรดอะมิโนที่ชอบน้ำมาก (highly hydrophilic) ทำให้เกิดการจับกันระหว่างน้ำและโปรตีน [34]

การเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อเติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความแข็ง (hardness) ลดลง มีค่าการเกาะติด (cohesiveness) และค่าการยึดติด (adhesiveness) เพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งค่าการเกาะติดบ่งบอกถึงการเกาะตัวกันเองของเนื้ออาหาร หรือเชื่อมแน่นภายในของโครงสร้างเนื้ออาหาร ส่วนค่าการยึดติด แสดงการยึดติดของอาหารกับวัตถุอื่น เช่น อาหารติดเหงือก ฟัน

Table 1 Chemical compositions and yields of soft cheese-like products from skimmed cow's milk, supplemented with the coconut protein concentrate powder at different pH values

Parameters	Yields (%)		
	pH 4.0	pH 4.5	pH 5.0
Protein (%)	30.48±0.81^{a}	29.55±0.51^{a}	26.42±0.50^{b}
Fat^{ns} (%)	0.46±0.03	0.43±0.03	0.46±0.01
Crude fiber^{ns} (%)	2.23±0.10	2.30±0.07	2.31±0.04
Ash (%)	1.80±0.01^{a}	1.80±0.02^{a}	1.39±0.08^{b}
Moisture (%)	64.67±1.53^{b}	65.73±0.65^{b}	68.58±0.60^{a}
Yield (%)	26.84±0.25^{a}	24.15±0.34^{b}	21.57±0.58^{c}

Data were reported as mean ± standard deviation; $^{a, b, c}$ means with different letter within the same row were significantly different ($p \leq 0.05$); ns means within the same row were not significantly different ($p > 0.05$).

Table 2 Yields and physicochemical characterization of soft cheese control and soft cheese-like products with different concentrations of the coconut protein concentrate powder (CPC)

Parameters	Control	CPC (% w/v)		
		2.5	5.0	7.5
Yield (%)	19.32±0.93^{d}	23.07±0.24^{c}	26.84±0.25^{b}	28.08±0.79^{a}
Surface colors				
L*	93.19±0.35^{a}	83.45±0.25^{b}	78.22±0.25^{c}	77.73±0.25^{c}
a*	1.29±0.06^{c}	1.63±0.02^{b}	2.44±0.21^{a}	2.60±0.02^{a}
b*	10.59±0.44^{c}	11.13±0.12^{b}	13.11±0.10^{a}	13.09±0.09^{a}
Hue angle	83.06±0.13^{a}	81.65±0.10^{b}	79.44±0.95^{c}	78.76±0.06^{c}
Chroma	10.67±0.45^{c}	11.25±0.12^{b}	13.34±0.07^{a}	13.34±0.10^{a}
Syneresis (%)	3.59±0.36^{d}	5.08±0.14^{c}	7.49±0.57^{b}	11.16±0.19^{a}
Moisture (%)	67.75±0.50^{a}	64.44±0.66^{b}	64.67±1.53^{b}	66.70±0.44^{a}
Total solid (%)	32.23±0.49^{c}	35.23±0.75^{a}	35.40±0.53^{a}	33.37±0.51^{b}
Protein (%)	26.18±0.17^{c}	28.44±0.40^{b}	30.48±0.81^{a}	28.78±0.19^{b}
Fat (%)	0.00±0.00^{d}	0.21±0.02^{c}	0.46±0.03^{b}	0.54±0.02^{a}
Crude fiber (%)	0.01±0.00^{d}	1.12±0.01^{c}	2.23±0.10^{b}	2.53±0.07^{a}
Ash (%)	1.79±0.01^{ab}	1.78±0.02^{b}	1.80±0.01^{ab}	1.81±0.02^{a}
Texture				
Hardness (N)	18.40±0.94^{a}	13.40±0.57^{b}	12.94±0.76^{b}	10.23±0.22^{c}
Cohesiveness	0.52±0.03^{c}	0.55±0.02^{bc}	0.56±0.01^{b}	0.61±0.02^{a}
Springiness	0.84±0.04^{a}	0.72±0.03^{b}	0.83±0.03^{a}	0.75±0.03^{b}
Adhesiveness (N)	-7.27±0.40^{a}	-6.63±0.27^{b}	-5.40±0.25^{c}	-3.11±0.13^{d}

Data were reported as mean ± standard deviation; $^{a, b, c, d}$ means with different letter within the same row were significantly different ($p \leq 0.05$).

เพดาน ริมฝีปาก ระหว่างการรับประทาน [34] ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจมีผลมาจากปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ที่รายงานไว้ข้างต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่าความยืดหยุ่น (springiness) ที่แสดงถึงความยืดหยุ่นของอาหารที่เมื่อถูกแรงกดแล้วกลับคืนรูปได้ ไม่ยุบตัวเสียรูปทรง จะพบว่าผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่มีการเติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณร้อยละ 5.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีค่าความยืดหยุ่นไม่ต่างจากผลิตภัณฑ์ควบคุม ดังนั้นการเติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณร้อยละ 5.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรจะได้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่ได้มีปริมาณโปรตีนสูงและมีความยืดหยุ่นสามารถคืนรูปได้ดี

3.4 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

Table 3 Sensory analysis of cheese-like products with different concentrations of the coconut protein concentrate powder (CPC)

Attributes	CPC (% w/v)		
	2.5	5.0	7.5
Color	7.6±0.5[a]	7.3±0.5[a]	6.6±0.6[b]
Odor	7.4±0.6[a]	7.0±0.5[b]	6.5±0.5[c]
Flavor	7.2±0.5[a]	7.0±0.5[a]	6.1±0.6[b]
Texture	7.4±0.6[a]	7.0±0.8[b]	6.0±0.8[c]
overall acceptance	7.4±0.5[a]	7.3±0.6[a]	5.7±0.7[b]

Data were reported as mean ± standard deviation; in 9-point hedonic scale, obtained from 30 panelists; [a, b, c] means with different letter within the same row were significantly different ($p \leq 0.05$).

เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อน

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อน แสดงดังตารางที่ 3 การเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อน มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในทุกคุณลักษณะที่ประเมิน ได้แก่ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่เติมลงไปมากขึ้น ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่เติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นลงไปร้อยละ 2.5 และ 5.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ได้รับคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ 7.0-7.6 คะแนน ซึ่งมีหมายความว่าชอบปานกลาง ขณะที่การเติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นลงไปร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ 5.7-6.6 คะแนน ซึ่งมีหมายความว่าเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย ดังนั้นการเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่ไม่เกินร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ อย่างไรก็ตามการเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะความชอบโดยรวม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ การเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ทำให้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่ได้มีกลิ่นรสคล้ายกะทิเพิ่มขึ้น ขณะที่มีกลิ่นรสนมเนยลดลง อีกทั้งยังมีเนื้อสัมผัสที่แฉะด้วยทำให้ค่าคะแนนเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

4. สรุป

งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่แยกได้จากผลพลอยได้การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อน เพื่อเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ ค่า pH ที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนมีค่า 4.0 สามารถเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิด

อ่อนได้สูงถึงร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร อย่างไรก็ตาม การเติมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณร้อยละ 5.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระดับที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่มีโปรตีนสูงที่สุดถึงร้อยละ 30.48 มีร้อยละผลได้ 26.84 และได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง ทั้งนี้ควรนำผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่ได้ไปทดลองใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารอื่น ๆ ต่อไป เพื่อเพิ่มความหลากหลายในการใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่าให้กับผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่เป็นผลพลอยได้การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสยาม

6. References

[1] Boer, J. and Aiking, H., 2011, On the merits of plant-based proteins for global food security: Marrying macro and micro perspectives, Ecol. Econ. 70: 1259-1265.

[2] Aiking, H., 2011, Future protein supply, Trends Food Sci. Technol. 22: 112-120.

[3] van der Spiegel, M., Noordam, M.Y. and van der Fels-Klerx, H.J., 2013, Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production, Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 12: 662-678.

[4] Dobermann, D., Swift, J.A. and Field, L.M., 2017, Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed, Nutr. Bull. 42: 293-308.

[5] Thaiphanit, S., 2010, Modification of functional properties of proteins from plants using enzyme, J. Food Technol. Siam Univ. 6(1): 9-16. (in Thai)

[6] Saarela, M. , 2011, Functional Foods: Concept to Product, 2rd Ed., Woodhead Publishing, Cambridge, 672 p.

[7] Ministry of Public Health, Ministry of Public Health Announcement (Issue 209) B. E. 2000 Cheese, Available Source: http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/ P209. pdf, May 2, 2018. (in Thai)

[8] Walther, B., Schmid, A., Sieber, R. and Wehrmüller, K., 2008, Cheese in nutrition and health, Dairy Sci. Technol. 88: 389-405.

[9] National Food Institute, Cheese Market in Thailand, Available Source: http://fic.nfi.or.th/FoodMarketShareInThailandDetail.php?id=261, December 21, 2019. (in Thai)

[10] Karaman, A. D. and Akalin, A. S., 2013, Improving quality characteristics of reduced and low fat Turkish white cheeses using homogenized cream, LWT-Food Sci. Technol. 50: 503-510.

[11] Ministry of Public Health, Guidelines for Food Classification 17 Categories, Available Source: http://food.fda.moph.go.th/Rules / dataRules/ 600727_17type. pdf, May 2, 2018. (in Thai)

[12] Young, V.R. and Pellett, P.L., 1994, Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition, Am. J. Clin. Nutr. 59: 1203S-1212S.

[13] El-Sayed, M.M., 1997, Use of plant protein isolates in processed cheese, Mol. Nutr. Food Res. 41: 91-95.

[14] FAO and APCC, 2013, Report of the FAO High Level Expert Consultation on Coconut Sector Development in Asia and the Pacific Region, In FAO-APCC High Level Expert Consultation on Coconut Sector Development in Asia-Pacific Region, Bangkok.

[15] Thaiphanit, S. and Anprung, P., 2016, Physicochemical and emulsion properties of edible protein concentrate from coconut (*Cocos nucifera* L.) processing by-products and the influence of heat treatment, Food Hydrocoll. 52: 756-765.

[16] DebMandal, M. and Mandal, S., 2011, Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): In health promotion and disease prevention, Asian Pac. J. Trop. Med. 4: 241-247.

[17] Salil, G., Nevina, K.G. and Rajamohan, T., 2011, Arginine rich coconut kernel protein modulates diabetes in alloxan treated rats, Chem. Biol. Interact. 189: 107-111.

[18] Escobedo, M.R., Robles-Ramírez, M.C., Gallegos, R.E. and Alemán, R.R., 2009, Effect of protein hydrolysates from germinated soybean on cancerous cells of the human cervix: An *in vitro* study, Plant Foods Hum. Nutr. 64: 271-278.

[19] Udenigwe, Ch.C., Lu, Y., Han, Ch., Hou, W. and Aluko, R.E., 2009, Flaxseed protein derived peptide fractions: Antioxidant properties and inhibition of lipopoly saccharide-induced nitric oxide produc tion in murine macrophages, Food Chem. 116: 277-284.

[20] Zhu, K., Zhou, H. and Qian, H., 2006, Antioxidant and free radical-scavenging activities of wheat germ protein hydrolysates (WGPH) prepared with alcalase, Proc. Biochem. 41: 1296-1302.

[21] Widiyarti, G., Hanafi, M. and Soewarso, W.P., 2009, Study on synthesis of monolaurin as antibacterial agent against *Staphylococus aureus*. Indones. J. Chem. 9: 99-106.

[22] Nitbani, F.O., Jumina, J., Siswanta, D. and Solikhah, E.N., 2016, Isolation and antibacterial activity test of lauric acid from crude coconut oil (*Cocos nucifera* L.), Proc. Chem. 18: 132-140.

[23] Thaiphanit, S. and Anprung, P., 2016, Physicochemical analysis of modified by commercial proteinases coconut (*Cocos nucifera* L.) protein, J. Food Technol. Siam Univ. 11(1): 21-37. (in Thai)

[24] AOAC, 2000, Official Methods of Analysis, 17th Ed., The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD., 2,200 p.

[25] Kealy, T., 2006. Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterisation of semi- solid foods, Food Res. Int. 39: 265-276.

[26] Aichinger, P.A., Servais, M.M., Dillmann, C., Rouveet, M.L., D`Amico, M. and Zink, N., 2003, Fermentation of a skim concentrate with *Streptococcus thermophilus* and chymosin: Structure, viscoelasticity and syneresis of gels, Colloids Surf. B Biointerfaces 31: 243-255.

[27] Thaiphanit, S. and Anprung, P., 2014, Increasing the utilization of coconut (*Cocos nucifera* L.) wet processing waste: Physicochemical and functional properties of coconut protein powder, pp. 207-215, 1st Joint ACS AGFD-ACS ICSCT Symposium on Agricultural and Food Chemistry, Bangkok.

[28] Kunarayakul, S., Thaiphanit, S., Anprung, P. and Suppavorasatit, I., 2018, Optimization of coconut protein deamidation using protein- glutaminase and its effect on solubility, emulsification, and foaming properties of the proteins, Food Hydrocoll. 79: 197-207.

[29] Keeney, P.G. and Patton, S., 1956, The coconut- like flavor defect of milk fat, I. isolation of the flavor compound from butter oil and its identification as δ-decalactone, J. Dairy Sci. 39: 1104-1113.

[30] Maga, J.A. and Katz, I., 2009, Lactones in foods, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 8: 1-56.

[31] Rodsamran, P. and Sothornvit, R., 2018, Physicochemical and functional properties of protein concentrate from by- product of coconut processing, Food Chem. 241: 364-371.

[32] Carr, A. and Golding, M., 2016, Functional Milk Proteins Production and Utilization: Casein- Based Ingredients, pp. 35- 66, In McSweeney, P. and O'Mahony, J. (Eds.), Advanced Dairy Chemistry, Springer, Cham.

[33] Rattanapanone, N., 2014, Food Chemistry, 5th Ed., Odian Store, Bangkok, 504 p. (in Thai)

[34] Pornchaloempong, P. and Vitayapirak, J., 2006, English- Thai Dictionary of Food Engineering, Food Network Solution, Bangkok, 244 p. (in Thai)