

การพัฒนาเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มสูตรลดน้ำตาลโดยใช้อินทผลัมทดแทนซูโครส

Development of Reduced-Sugar Chocolate Fudge Cake Using Date Paste as a Sucrose Substitute

กาญจนา สารุพันธ์¹ กรกนก จันทร์เขียว¹ และกิตวัช บุญทวี^{1*}

Kanchana Sathuphan¹ Konkanok Chankhiao¹ and Kittawat Boonthawee^{1*}

¹ สาขาวิชาธุรกิจอาหารและโภชนาการ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000

¹ Food Business and Nutrition, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani, 34000

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มสูตรลดน้ำตาล โดยใช้อินทผลัมทดแทนปริมาณน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 15 25 35 และ 45 ของปริมาณน้ำตาลในสูตร และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประเมินคุณภาพประสาทสัมผัส ผลการศึกษาพบว่า คุณลักษณะทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณน้ำอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอินทผลัมเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำอิสระ มีค่าระหว่าง 0.61 – 0.71 ขณะที่ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง โดยมีค่าระหว่าง 5.29 – 7.85 นิวตัน แสดงถึงเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น ค่าสีของผลิตภัณฑ์ของสูตรที่ใช้อินทผลัมร้อยละ 35 มีความสว่าง (L^*) มากที่สุด เท่ากับ 16.97 ซึ่งสูตรควบคุมมีค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) สูงสุด เท่ากับ 1.20 และ 0.55 ตามลำดับ ค่าสีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามระดับการทดแทนอินทผลัม ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบทดสอบความชอบ 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน พบว่า เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มทุกสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ใช้อินทผลัม ร้อยละ 45 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบสูงสุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับ ชอบเล็กน้อย โดยคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม มีคะแนนเท่ากับ 6.04 ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าอินทผลัมมีศักยภาพในการใช้เป็นสารทดแทนซูโครสในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่สูตรลดน้ำตาล โดยสามารถลดปริมาณน้ำตาลได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์และการยอมรับของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่ม อินทผลัม การทดแทนซูโครส

Abstract

This study aimed to develop a reduced-sugar chocolate fudge cake using dates as a sucrose substitute at substitution levels of 0% (control), 15%, 25%, 35%, and 45% of the total sugar content in the formulation, and to evaluate the physicochemical and sensory properties of the products. The results revealed significant differences in physicochemical properties among formulations ($p \leq 0.05$). Water activity increased with increasing levels of date substitution, ranging from 0.61 to 0.71. In contrast, firmness values decreased from 7.85 to 5.29 N, indicating a softer texture of the products. Regarding color characteristics, the formulation containing 35% dates exhibited the highest lightness (L^*) value of 16.97, whereas the control formulation showed the highest redness (a^*) and yellowness (b^*) values of 1.20 and 0.55, respectively. Color parameters changed according to the level of date substitution. Sensory evaluation using a 9-point hedonic scale with 50 panelists showed significant differences among all formulations ($p \leq 0.05$). The formulation containing 45% dates received the highest overall acceptability score (6.04), corresponding to the “liked slightly” category. The findings indicate that dates have potential as a sucrose substitute in reduced-sugar bakery products by reducing sugar content while maintaining product quality and consumer acceptance.

Keywords: Chocolate soft cake, Date palm (*Phoenix dactylifera*), Sucrose substitution

บทนำ

ปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และขนมหวานนับเป็นแหล่งสำคัญของการบริโภคน้ำตาลในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคในกลุ่มเมตาบอลิก เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ และโรคหลอดเลือด (Suwannapong and Phetphum, 2020; Hayiyakoh and Japrang, 2024) โดยการบริโภคน้ำตาลในปริมาณสูงมีความสัมพันธ์กับการได้รับพลังงานส่วนเกิน การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว และความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเมตาบอลิก (ฉัตรภา หัตถโกศล และจรรยาศรี ชูศักดิ์, 2558) น้ำตาลที่พบในผลไม้ ได้แก่ กลูโคส (glucose) ฟรุกโตส (fructose) และซูโครส (sucrose)

ซึ่งมีบทบาทแตกต่างกันทั้งในระบบอาหารและกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย โดยกลูโคสเป็นแหล่งพลังงานสำคัญที่ร่างกายสามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว ฟรุกโตสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่พบมากในผลไม้ ส่วนซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ที่ประกอบด้วยกลูโคสและฟรุกโตส (มุฮัมหมัดอาหมิน หะยีหามะ และคณะ, 2567) ส่งผลให้น้ำตาลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติด้านความหวาน การละลายน้ำ และการเกิดปฏิกิริยาในระบบอาหารแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ซูโครสในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีได้ทำหน้าที่เพียงให้รสหวานเท่านั้น แต่ยังมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยช่วยในการเกิดและคงตัวของฟองอากาศในส่วนผสมเค้กก่อนการอบ ซึ่งส่งผลต่อปริมาตร

และความนุ่มของเค้ก อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับความสามารถในการกักเก็บน้ำ (water binding capacity) ที่มีผลต่อความชุ่มชื้นและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ ซูโครสยังมีบทบาทต่อการเกิดสีและกลิ่นรสผ่านปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) และการคาราเมลไลเซชัน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (Gisslen, 2013) ดังนั้น การลดหรือทดแทนซูโครสจึงอาจส่งผลโดยตรงต่อโครงสร้าง เนื้อสัมผัส สี และความสามารถในการกักเก็บความชื้นของผลิตภัณฑ์

ในช่วงที่ผ่านมา มีการศึกษาการใช้สารให้ความหวานทดแทนทั้งจากธรรมชาติและสังเคราะห์ เช่น ซูคราโลส อิริทริทอล และฟรุคโตสไซรัปเพื่อลดพลังงานในผลิตภัณฑ์อาหาร (มนัญญา คำวชิระพิทักษ์ และคณะ, 2566) อย่างไรก็ตาม สารให้ความหวานสังเคราะห์บางชนิดยังมีข้อจำกัดด้านการยอมรับของผู้บริโภค รวมทั้งข้อจำกัดด้านคุณสมบัติเชิงหน้าที่ในระบบอาหาร โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ต้องอาศัยสมบัติของน้ำตาลต่อโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ อินทผลัม (*Phoenix dactylifera* L.) จึงเป็นวัตถุดิบทางเลือกที่ได้รับความสนใจ เนื่องจากเป็นแหล่งของน้ำตาลธรรมชาติ ได้แก่ กลูโคสและฟรุคโตส รวมทั้งมีใยอาหาร วิตามิน แร่ธาตุ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น โพลีฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแคโรทีนอยด์ ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (Barakat and Alfheaid, 2023) นอกจากนี้ อินทผลัมยังมีสมบัติในการอุ้มน้ำและมีเส้นใยอาหาร ซึ่งอาจส่งผลต่อความชุ่มชื้น ความนุ่ม และโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ รวมทั้งอาจมีผลต่อการกระจายตัวของฟองอากาศและความแน่นเนื้อของเค้ก

งานวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานการประยุกต์ใช้อินทผลัมในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท โดยพบว่าสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและยังคงได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสในระดับที่ดี เช่น การศึกษาของจรรยา โทะนาบุตร (2564) ที่พัฒนาผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบผสมอินทผลัมจากใบเครือหมาน้อย และการศึกษาของนุจรี สอนสะอาด และคณะ (2565) ที่พัฒนาอาหารเข้าเพื่อสุขภาพ

กรโนลาอินทผลัม ซึ่งรายงานว่าการใช้อินทผลัมช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์และยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับที่เหมาะสม ขณะเดียวกัน การใช้สารให้ความหวานทดแทนในผลิตภัณฑ์อาหารและเบเกอรี่สามารถส่งผลต่อคุณลักษณะด้านสี ค่าปริมาณน้ำอิสระ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้ โดยชนิษฐา อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ (2561) รายงานว่าสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและการคงสภาพของผลิตภัณฑ์ฟอยทองสด ขณะที่อัญจิรา สิริทรัพย์เจริญ และคณะ (2565) พบว่าการใช้ซูคราโลสทดแทนน้ำตาลในบราวนี่สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ นอกจากนี้ ฤชณธร สาเอี่ยม และคณะ (2568) รายงานว่า การใช้ซูคราโลสในพุดดิ้งใบเตยเพื่อสุขภาพส่งผลต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับมงคล วงษ์พูล และคณะ (2565) ที่พบว่าสารให้ความหวานแต่ละชนิดส่งผลต่อค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการยอมรับของผู้บริโภค ในผลิตภัณฑ์ชาเขียวมะลิผสมมะตาด นอกจากนี้ อภิรติ ศิริประเสริฐ และเนตรชนก โพธิ์ทอง (2565) ยังรายงานว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มโปรตีนสูงจากผงจิ้งหรีดในระดับดี แม้มีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของสูตรเค้ก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มสามารถประยุกต์ใช้วัตถุดิบทางเลือกเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดขององค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้อินทผลัมทดแทนซูโครสในเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่ม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนและต้องอาศัยสมดุลระหว่างความชุ่มชื้น ความนุ่ม และความคงตัวของเนื้อเค้ก อีกทั้งยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับระดับการทดแทนที่เหมาะสม รวมถึงผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยอินทผลัมในระดับต่าง ๆ ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับ

ทางประสาทสัมผัสของเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่ม เพื่อใช้เป็น ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่สูตรลดน้ำตาล ที่มีคุณภาพเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่ม สามารถจำแนกออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนของเนื้อเค้ก ประกอบด้วย นมสดรสจืด ตราเมจิ ดาร์กช็อกโกแลต ตราคาลบิวท์ แป้งเค้ก ตราพัดโบก ผงโกโก้ ตราโกโก้ดัทช์ เบคกิ้งโซดา ตราแม็กกาเรต เนยสดรสจืด ตราออคิต น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล อินทผลัมอบแห้ง ตราฟรุ๊ตมาเนีย เกลือ ตราปรุ๋งทิพย์ ไข่ไก่ เบอร์ 2 และกลิ่น วานิลลา ตราวินเนอร์

ส่วนของหน้าขนม ประกอบด้วย นมข้นจืด ตราคาร์เนชั่น น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล ผงโกโก้ ตราโกโก้ดัทช์ แป้งข้าวโพด ตราแม็กกาเรต น้ำเปล่า เนยชนิดเค็ม ตราอลาวรี และผงวุ้น ตราทรานางเงือก

ขั้นตอนการผลิตเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่ม

การผลิตเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่ม ดำเนินการ โดยปรับปรุงจากวิธีของ Cooking Station (2564) โดยมี ขั้นตอนดังนี้

การเตรียมวัตถุดิบ

ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดตามสูตรที่กำหนด (Table 1) อินทผลัมถูกนำมาเตรียมเป็นเนื้อบด ด้วยอัตราส่วนของอินทผลัมต่อน้ำอุ่น 1 : 1 (w/w) แช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ ประมาณ 50–60°C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เนื้ออินทผลัม นิ่ม แล้วทำการแยกน้ำออก ก่อนนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น จนได้เนื้อเนียนสม่ำเสมอ เพื่อใช้ทดแทนน้ำตาลตามระดับ ที่กำหนด

การเตรียมส่วนผสมแห้ง

แป้งเค้ก ผงโกโก้ และเบคกิ้งโซดา ถูกนำมา ร่อน รวมกันอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อให้ได้อนุภาคที่มีขนาดสม่ำเสมอ และลดการจับตัวเป็นก้อน ซึ่งช่วยให้เกิดการกระจายตัวของส่วนผสมอย่างทั่วถึงในระหว่างการผสม

การเตรียมส่วนผสมช็อกโกแลต

ดาร์กช็อกโกแลตและนมสดถูกให้ความร้อน ด้วยวิธีการตุ๋นด้วยไอน้ำ ที่อุณหภูมิประมาณ 50–60°C จนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นพักไว้ให้เย็นลงถึง อุณหภูมิห้อง

การตีครีม

เนยสด น้ำตาลทรายขาว อินทผลัมบด และเกลือ ถูกผสมด้วยเครื่องผสมอาหารแบบตั้งโต๊ะของคิทเชนเอ็ด (KitchenAid) ที่ระดับความเร็วปานกลาง ระดับ 4 เป็นเวลา 3–5 นาที จนได้ส่วนผสมที่มีลักษณะเป็นครีมฟูและเนียน ละเอียด จากนั้นจึงเติมไข่ไก่ผสมกลิ่นวานิลลาทีละน้อย โดยแบ่งใส่ประมาณ 6 ครั้ง โดยใช้ความเร็วต่ำ ระดับ 1 ในแต่ละครั้งจนส่วนผสมเข้ากัน ต่อมาเติมส่วนผสมแห้งลงใน ส่วนผสมหลักโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน สลับกับส่วนผสม ช็อกโกแลต โดยใช้ความเร็วต่ำ ระดับ 1 และผสมจนได้เนื้อ เดียวกันอย่างสม่ำเสมอ

การอบ

ส่วนผสมถูกเทลงในพิมพ์ทรงกลมขนาด 1/2 ปอนด์ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 นิ้ว สูง 2 นิ้ว) ที่รองด้วย กระดาษไข จากนั้นเคาะพิมพ์เบา ๆ เพื่อไล่ฟองอากาศและ ให้ส่วนผสมกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ นำเข้าอบในเตาอบ ที่อุณหภูมิ 175±5°C เป็นเวลา 40–50 นาที หรือจนกระทั่ง เค้กสุก โดยตรวจสอบความสุกด้วยวิธีการใช้ไม้ทดสอบจิ้มลง ตรงกลางเค้กแล้วไม่มีเศษเนื้อเค้กติดขึ้นมา หลังจากการอบ เค้กพักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (25±2°C) ก่อนนำไปใช้ใน ขั้นตอนถัดไป

การเตรียมหน้าช็อกโกแลตหน้านิ่ม

ผสมแป้งข้าวโพดกับน้ำเปล่าจนละลายเป็นเนื้อ เดียวกันและพักไว้ ส่วนผสมของน้ำตาลทรายขาว ผงโกโก้ นมข้นจืด และผงวุ้น ถูกใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80–90°C

พร้อมกันอย่างต่อเนื่องจนส่วนผสมเริ่มเดือด เมื่อส่วนผสมเริ่มเดือดเติมสารละลายแป้งข้าวโพดที่เตรียมไว้ลงไป กวนต่อเนื่องจนส่วนผสมมีความหนืดเพิ่มขึ้น จากนั้นยกลงจากเตา เติมเนยสดและคนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ก่อนพักไว้จนส่วนผสมลดอุณหภูมิลงเล็กน้อยเพื่อเตรียมใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์

การประกอบผลิตภัณฑ์

นำซ็อกโกแลตถูกเคลงบนเค้กที่เย็นแล้ว และเกลี่ยให้ทั่วผิวหน้า จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปแช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 50 นาที ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพ

Table 1 The proportion of ingredients in each formula

Ingredients (grams)	Amount of Date Palm (<i>Phoenix dactylifera</i>) (%)				
	0 (Control)	15	25	35	45
Cake batter ingredients					
Cake flour	80	80	80	80	80
Cocoa powder	20	20	20	20	20
Baking soda (sodium bicarbonate)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Dark chocolate	100	100	100	100	100
Whole milk (unsweetened milk)	80	80	80	80	80
Unsalted butter	100	100	100	100	100
Granulated sugar	110	93.50	82.50	71.50	60.50
Date Palm (<i>Phoenix dactylifera</i>)	0	16.50	27.50	38.50	49.50
Salt	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Eggs	50	50	50	50	50
Vanilla extract	5	5	5	5	5
Total	547.50	547.50	547.50	547.50	547.50
Chocolate fudge topping					
Evaporated milk	350	350	350	350	350
Granulated sugar	200	200	200	200	200
Cocoa powder	50	50	50	50	50
Cornstarch	40	40	40	40	40
Water	300	300	300	300	300
Salted butter	150	150	150	150	150
Agar powder	5	5	5	5	5
Total	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095

หมายเหตุ : ดัดแปลงจาก Cooking Station (2564)

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

นำผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มทั้ง 5 สูตรมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้ การวิเคราะห์ค่าสี ทำการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดสีระบบ Hunter Lab รุ่น Color Flex EZ โดยวัดค่าพารามิเตอร์สีในระบบ CIE ได้แก่ ค่าสี L^* (ค่าความสว่างมีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุสีดำ, 100 หมายถึง วัตถุสีขาว) ค่าสี a^* (+ หมายถึง วัตถุออกสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีออกเขียว) และค่าสี b^* (+ หมายถึง วัตถุมีสีออกเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีออกสีน้ำเงิน) ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และบันทึกค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยวัดค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) โดยใช้หัววัดชนิด TA4/1000 ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และบันทึกค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มทั้ง 5 สูตรมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี โดยวิเคราะห์คุณภาพค่าปริมาณน้ำอิสระภายใต้การควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ Novasina รุ่น ms1 และทำการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ และบันทึกค่าเฉลี่ย

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มทั้ง 5 สูตรมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ (appearance) สี (color) กลิ่น (odor) รสชาติ (taste) และความชอบโดยรวม (overall acceptability) ใช้ผู้ประเมินเป็นบุคคลทั่วไป 50 คน โดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) (ไพโรจน์ วิริยารีย์, 2545)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ใช้แผนการทดสอบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ และเคมี ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) หาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนโดยใช้ One-Way Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference Test (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปด้วยโปรแกรม Statistical Tool for Agricultural Research (STAR)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

ผลการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพของเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มสูตรลดน้ำตาลโดยใช้อินทผลัมเป็นสารให้ความหวาน พบว่า การเพิ่มระดับการเติมอินทผลัมในผลิตภัณฑ์มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีในหลายด้าน ได้แก่

ค่าปริมาณน้ำอิสระ พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มอินทผลัม โดยสูตรร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) มีค่าต่ำสุด (0.61 ± 0.01) และเพิ่มขึ้นสูงสุดในสูตรร้อยละ 35 (0.72 ± 0.01) และร้อยละ 45 (0.71 ± 0.00) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากอินทผลัมนี้อุดมไปด้วยองค์ประกอบของน้ำตาลธรรมชาติ เช่น กลูโคส และฟรุคโตส ซึ่งมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ ส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระในระบบเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบผสมอินทผลัมจากใบเครือหมาน้อยที่พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อมีการเติมอินทผลัม โดยมีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.73 (จรรยา โทะนาบุตร, 2564) นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้น

ของค่าปริมาณน้ำอิสระยังสัมพันธ์กับองค์ประกอบของน้ำ และของแข็งที่ละลายน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออายุ การเก็บรักษาและความคงตัวของผลิตภัณฑ์อาหาร (U.S. Food and Drug Administration, 2014)

ความแน่นเนื้อ (Firmness) พบว่า ค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการเติมอินทผลัม โดยสูตร ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) มีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด (7.85 ± 1.50 N) และลดลงอย่างมีนัยสำคัญในสูตรที่เติม อินทผลัมร้อยละ 25 และ 45 ตามลำดับ การลดลงของค่า ความแน่นเนื้ออาจสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น จากการเติมอินทผลัมและกระบวนการแช่อินทผลัมในน้ำอุ่น รวมทั้งคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำของน้ำตาลและเส้นใย อาหารในอินทผลัม ซึ่งอาจส่งผลต่อโครงสร้างของเค้ก โดยลดความแข็งแรงของโครงข่ายแป้งและโปรตีน ทำให้ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะอ่อนนุ่มมากขึ้น นอกจากนี้ น้ำตาล ธรรมชาติในอินทผลัม เช่น กลูโคสและฟรุคโตส อาจมี บทบาทในลักษณะของสารพลาสติกไซเซอร์ (plasticizer) โดยสามารถแทรกตัวระหว่างองค์ประกอบของโครงสร้าง อาหาร ลดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล และเพิ่มความ ยืดหยุ่นของโครงสร้าง ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีความนุ่มและแน่นเนื้อลดลง สอดคล้องกับรายงานที่ระบุว่า การเพิ่มองค์ประกอบที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง สามารถลดค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้ (Renzetti and van der Sman, 2022) นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของชนิษฐา อินทร์ประสิทธิ์ และ คณะ (2561) ที่ศึกษาการใช้สารให้ความหวานทดแทน น้ำตาลในการยีสต์อายุการเก็บรักษาฟอยทองสด และรายงาน ว่าการใช้สารให้ความหวานส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะ เนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มมากขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติในการ กักเก็บความชื้นของสารให้ความหวานทดแทน รวมทั้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของนิธยา งาม และคณะ (2566) ที่ศึกษาการทดแทนน้ำเชื่อมหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์ มาร์ชเมลโลว์ และพบว่าการใช้สารให้ความหวานทดแทน ส่งผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพและเนื้อสัมผัส

ของผลิตภัณฑ์ โดยทำให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ลดลง และมีความนุ่มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

ค่าสี พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามปริมาณการเติมอินทผลัม โดยสูตรร้อยละ 25 และ 35 ให้ค่าสูงสุด (16.43 ± 0.46 และ 16.97 ± 0.93 ตามลำดับ) ก่อนลดลงเล็กน้อยในสูตรร้อยละ 45 แนวโน้มดังกล่าวอาจ เกิดจากการกระจายตัวของน้ำตาลและสารประกอบฟีนอลิก ในอินทผลัม ซึ่งมีผลต่อการสะท้อนแสงและสีของผลิตภัณฑ์ ทำให้ความสว่างเพิ่มขึ้นในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่ม ระดับอินทผลัมสูงขึ้น อาจเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดและการเกิด สีน้ำตาลระหว่างกระบวนการอบ ส่งผลให้ค่าความสว่าง ลดลง (Pathare et al., 2013) ทั้งนี้ แนวโน้มดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของมัญญา คำวิระพิทักษ์ และคณะ (2566) ที่ศึกษาผลของชนิดของสารให้ความหวาน ต่อคุณภาพสเปรตกีวีผสมมะขาม และรายงานว่าการใช้สาร ให้ความหวานทดแทนน้ำตาลส่งผลต่อค่าพารามิเตอร์สีของ ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะค่าความสว่าง (L^*) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างขององค์ประกอบสารให้ ความหวานและผลต่อการสะท้อนแสงของผลิตภัณฑ์อาหาร ขณะที่ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง เมื่อเพิ่มระดับการเติมอินทผลัม โดยอาจเกิดจากอิทธิพล ของสีตามธรรมชาติของอินทผลัมซึ่งมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของสารฟีนอลิกและการเกิด ปฏิกิริยาสีน้ำตาล ส่งผลให้ความเข้มของสีแดงและสีเหลือง ลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Pathare et al. (2013) ที่ระบุว่าชนิดของวัตถุดิบ องค์ประกอบของรงควัตถุ ธรรมชาติ และกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนมีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์สีในระบบอาหาร นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของนุจรี สอนสะอาด และคณะ (2565) ที่ศึกษาการพัฒนาอาหารเข้าเพื่อสุขภาพปราศจาก อินทผลัม และรายงานว่าการใช้อินทผลัมส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มสีเข้มขึ้นจากองค์ประกอบของอินทผลัมและ กระบวนการแปรรูปด้วยความร้อน อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลง ของค่าสีอาจแตกต่างกันตามชนิดของวัตถุดิบ โดยบงกชมาศ

โสภา และคณะ (2568) รายงานว่าการเติมผงกากข้าวโพดหวานในบัตเตอร์เค้กส่งผลให้ค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นเนื่องจากข้าวโพดหวานมีรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่ให้สี

เหลืองตามธรรมชาติ ซึ่งแตกต่างจากอินทผลัมที่มีโตนสีน้ำตาลเข้มและอาจส่งผลให้ค่าความเป็นสีเหลืองลดลง

Table 2 Physical and Chemical Quality Assessment Results

Level of date addition (%)	Attribute				
	Water Activity (a_w)	Firmness (N)	Color		
			L^*	a^*	b^*
0 (Control)	0.61±0.01 ^c	7.85±1.50 ^a	10.25±0.65 ^d	1.20±0.30 ^a	0.55±0.20 ^a
15	0.65±0.02 ^b	6.96±2.21 ^b	12.88±0.79 ^c	1.01±0.25 ^a	0.42±0.18 ^a
25	0.65±0.02 ^b	5.71±1.11 ^c	16.43±0.46 ^a	0.59±0.08 ^c	0.01±0.06 ^c
35	0.72±0.01 ^a	5.58±0.46 ^c	16.97±0.93 ^a	0.77±0.14 ^b	0.14±0.04 ^b
45	0.71±0.00 ^a	5.29±1.78 ^c	15.91±1.03 ^b	0.64±0.11 ^b	0.05±0.11 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b, c, d หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เค้กช็อกโกแลตหน้าน้ำตาลโดยใช้อินทผลัมเป็น

สารให้ความหวาน มีการเติมปริมาณของอินทผลัม 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 15 25 35 และ 45 แสดงดัง Table 3

Table 3 Sensory Evaluation of Reduced-Sugar Chocolate Fudge Cake Formulated with Dates as a Natural Sweetener

Level of date addition (%)	Attribute				
	Color	Aroma	Taste	Texture	Overall acceptability
0 (Control)	5.40±0.80 ^c	5.50±0.70 ^b	5.30±0.75 ^c	5.35±0.68 ^c	5.42±0.85 ^c
15	5.58±0.76 ^b	5.62±0.67 ^{ab}	5.72±0.70 ^b	5.74±0.60 ^b	5.64±0.92 ^c
25	5.60±0.73 ^b	5.68±0.77 ^{ab}	5.54±0.97 ^c	5.68±0.71 ^b	5.76±0.87 ^{bc}
35	5.84±0.79 ^a	5.56±0.79 ^b	5.62±0.75 ^{bc}	5.66±0.75 ^b	5.78±0.68 ^b
45	5.74±0.56 ^{ab}	5.76±0.72 ^a	5.98±0.74 ^a	5.92±0.75 ^a	6.04±0.70 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a, b, c หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จาก Table 3 พบว่า ระดับการเติมอินทผลัมส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกด้าน ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยสูตรที่เติมอินทผลัมน้อยละ 35 ได้คะแนนด้านสีสูงสุด (5.84 ± 0.79) ส่วนสูตรที่เติมอินทผลัมน้อยละ 45 ได้คะแนนสูงสุดด้านกลิ่น (5.76 ± 0.72) รสชาติ (5.98 ± 0.74) เนื้อสัมผัส (5.92 ± 0.75) และความชอบโดยรวม (6.04 ± 0.70) ขณะที่สูตรควบคุมมีคะแนนต่ำที่สุดในหลายด้าน แสดงให้เห็นว่าการเติมอินทผลัมช่วยเพิ่มการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะที่ระดับร้อยละ 45 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มสูตรลดน้ำตาล

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มสูตรลดน้ำตาลโดยใช้อินทผลัมหดแทนน้ำตาลที่ระดับร้อยละ 0 15 25 35 และ 45 พบว่า การเติมอินทผลัมส่งผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อเพิ่มระดับอินทผลัม ค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าความแน่นเนื้อ รวมถึงค่าสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) ลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มมากขึ้น ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า สูตรที่เติมอินทผลัมน้อยละ 45 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด จึงเหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มสูตรลดน้ำตาลต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ผู้ประกอบการหรือผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสามารถนำอินทผลัมไปประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบทางเลือกในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่สูตรลดน้ำตาลได้ โดยควร

คำนึงถึงการปรับสมดุลของความชื้นและโครงสร้างผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการเพิ่มระดับอินทผลัมาส่งผลต่อค่าปริมาณน้ำอิสระและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในระยะยาว สำหรับการศึกษาต่อไปในอนาคต ควรมีการวิเคราะห์สมบัติเพิ่มเติม เช่น ปริมาณความชื้น (moisture content) โครงสร้างเนื้อผลิตภัณฑ์ (crumb structure) และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา (shelf-life study) รวมถึงการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาเพื่อประเมินความเหมาะสมในการผลิตเชิงพาณิชย์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่สูตรลดน้ำตาลในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ อุปกรณ์ และการสนับสนุนทางเทคนิคในการดำเนินการทดลองตลอดระยะเวลาของการวิจัย รวมถึงผู้ทดสอบชิมทุกท่านที่สละเวลาเข้าร่วมการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณธร สาเอี่ยม, ปัทมา หิรัญญาส, และ จิราพร วิญญุตตานนท์. (2568). การพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งใบเตยเพื่อสุขภาพด้วยการใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทราย. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน*, 31(4), 55–72.
- ชนิษฐา อินทร์ประสิทธิ์, ปัญญา มงคลชาติ, ลลิตา ชูแก้ว, อีรพงศ์ เฟื่องคำ, และ สุทธยา ชื่นวัฒนา. (2561). การยืดอายุการเก็บรักษาฟอยทองสดโดยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล. *Bulletin of Applied Sciences*, 7(7), 49–59.

- จรรยา โทษนาบุตร. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบผสมอินทผลัมจากใบเครือหมาน้อย. *Life Sciences and Environment Journal*, 22(1), 97–111.
- ฉัตรภา หัตถโกศล และ จริญญา ชูศักดิ์. (2558). น้ำตาลกับโรคเบาหวาน. *วารสารโภชนาการ*, 50(2), 26–34.
- นิตยา ภูงาม, กมลชนก มานจำ, และ ญัณวลีนคล เศรษฐปราโมทย์. (2566). ผลของการทดแทนน้ำเชื่อมหวานต่อคุณภาพเคมีกายภาพในผลิตภัณฑ์มาร์ชเมลโลว์. *วารสารคหกรรมศาสตร์และวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน*, 5(2), 71–83.
- นุจรี สอนสะอาด, สารินรัตน์ ไหมทอง, สุวรรณิ บุญมี, นฤทธิ วาดเขียน, วิทวัส ไตรรัตนากุล, ประชิต อยู่หว่าง, และ ธนินันต์ อยู่หว่าง. (2565). การพัฒนาอาหารเข้าเพื่อสุขภาพกราโนลาอินทผลัม. *วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี*, 3(1), 7–16.
- บงกชมาศ โสภา, เสาวนีย์ ผิดศิริ, และ จุฑามาศ กองพาพา. (2568). การทดแทนแป้งสาลีในบัตเตอร์เค้กด้วยผงกากข้าวโพดหวาน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 43(2), 230–242.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). *การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มนัญญา คำวชิระพิทักษ์, สวรรส วรรณพราหมณ์, และ มงคล วงษ์พูล. (2566). ผลของชนิดของสารให้ความหวานต่อคุณภาพสเปรตกีวีผสมมะตาด. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 18(1), 1–12.
- มงคล วงษ์พูล, สวรรส วรรณพราหมณ์, และ มนัญญา คำวชิระพิทักษ์. (2565). การพัฒนาชาเขียวมะลิผสมมะตาด (*Dillenia indica* Linn.) และสารทดแทนความหวานเพื่อเป็นแนวทางการผลิตเป็นชาพร้อมดื่ม สีน้าชมนชามอญ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 17(1), 99–110.
- มูฮัมหมัดอาหมิน หะยีหามะ, ยะโก๊ะ ขาเริ่มดาเบะ, และ อามินา สาแม. (2567). การบูรณาการการเรียนรู้เคมีในกระบวนการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ: กรณีศึกษาการพัฒนาคุกกี้อินทผลัมและคุกกี้กล้วยน้ำว้า. *วารสารอัล-นूर บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยฟาฏอนี*, 19(37), 95–108.
- อัญชิสร สิริทรัพย์เจริญ, สุพัสชา ชับกล่อมส่ง, และ ศรชัย สิ้นสุวรรณ. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่โดยใช้ข้าวชยันนาพันธุ์ข.43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล. *วารสารอัล-นूर บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยฟาฏอนี*, 19(2), 82–99.
- อภิรดี ศิริประเสริฐ และ เนตรชนก โพธิ์ทอง. (2565). ผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตหน้านมโปรตีนสูงจากผงจิ้งหรีด. *วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มทร.พระนคร*, 37(1), 146–157.
- Barakat, H., & Alfheaid, H. A. (2023). Date palm fruit (*Phoenix dactylifera*) and its promising potential in developing functional energy bars: Review of chemical, nutritional, functional, and sensory attributes. *Nutrients*, 15(9), 2134. <https://doi.org/10.3390/nu15092134>
- Cooking station. (2564, 15 สิงหาคม). *SUPER AMAZING MOIST CHOCOLATE CAKE RECIPE / เค้กช็อกโกแลตหน้านม... [วิดีโอ]*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=blvRLl-R1Ho>
- Gisslen, W. (2013). *Professional baking* (6th ed.). John Wiley & Sons.

- Hayiyakoh, K., & Japrang, T. (2024). Market opportunity and potential of halal instant food products in Pattani province. *Al-Nur Journal of Graduate Studies*, 19(36), 144–147.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A.-J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36–60.
<https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Renzetti, S., & van der Sman, R. G. M. (2022). Food texture design in sugar reduced cakes: Predicting batters rheology and physical properties of cakes from physicochemical principles. *Food Hydrocolloids*, 131, 107795.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107795>
- Suwannapong, P., & Phetphum, T. (2020). The rising burden of non-communicable diseases related to high sugar intake in Thailand. *Thai Journal of Public Health*, 50(2), 78–85.
- U.S. Food and Drug Administration. (2014). *Water activity (aw) in foods*.
<https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods>