วารสารคหกรรมศาสตร์และวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน
ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2569

คุณสมบัติทางกายภาพเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม

Physicochemical Properties and Nutritional Values of Ja Mongkut in Samut Songkhram Province

วีรยุทธ เปลี่ยนสำโรง[1] และเปรมระพี อุยมาวีรหิรัญ[2*]
Weerayut Piansamrong [1] and Premraphi Ooaymaweerahiran [2*]

Received 11 พฤษภาคม 2569 **Revised** 5 สิงหาคม 2569 **Accepted** 17 สิงหาคม 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จำนวน 3 ระดับ คือ 0 1 2 และ 3 ชั่วโมง ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมีขนมจ่ามงกุฎ และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการขนมจ่ามงกุฎ อัตลักษณ์ท้องถิ่นจังหวัดสมุทรสงคราม จากการศึกษาพบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) ของขนมจ่ามงกุฎลดลงจาก 0.23 N. เวลา 0 ชั่วโมง เหลือ 0.12 N. ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนค่าความแข็งจะเพิ่มขึ้นเป็น 0.15 N. ระยะเวลา 3 ชั่วโมง แต่ยังต่ำกว่าค่าเริ่มต้น การเกาะตัว (Cohesiveness) ขนมจ่ามงกุฎลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการอบแห้ง จาก 0.77 N. เหลือ 0.24 N. ระยะเวลา 3 ชั่วโมง เนื่องจากการสูญเสียน้ำและการจัดเรียงโครงสร้างภายในใหม่ โดยหลักการอบแห้งอาหารด้วยลมร้อน ส่วนปริมาณน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 0.76-0.77 สามารถช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าให้พลังงานสูง 111.24 กิโลแคลอรี โดยเฉพาะสารอาหาร จำพวกคาร์โบไฮเดรต 17.76 กรัม น้ำตาล 13.53 กรัม ไขมัน 4.14 กรัม และมีโปรตีน 0.78 กรัม ควรรับประทานขนมจ่ามงกุฎในปริมาณไม่เกิน 3 ชิ้น (30 กรัม) ต่อ 1 หน่วยบริโภคหรือไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี่ ต่อมื้ออาหารว่าง ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในเชิงวิชาการ และการพัฒนานวัตกรรมด้านอาหาร อันจะส่งผลให้เกิดความก้าวหน้าและความยั่งยืนทางอาหารต่อไป

คำสำคัญ : ขนมจ่ามงกุฎ, จังหวัดสมุทรสงคราม, คุณสมบัติทางกายภาพเคมี, คุณค่าทางโภชนาการ

[1] นักศึกษาระดับปริญญาโท, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[1] Graduate student, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
[2] อาจารย์ ดร., คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[2] Lecturer Dr., Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
* ผู้ประสานงานนิพนธ์ e-mail: premraphi.o@rmutp.ac.th

Abstract

This research aimed to investigate the effects of three different drying durations at 70°C or four drying durations (0 1 2 and 3 h) on the physical and chemical properties of Ja Mongkut, a traditional dessert unique to Samut Songkhram Province, and to analyze its nutritional value. The results demonstrated that the hardness of Ja Mongkut dessert decreased from 0.23 N. at the beginning of the drying process to 0.12 N. after 1 h of hot-air drying, followed by a slight increase to 0.15 N after 3 h. Nevertheless, the final hardness remained lower than the initial value. Cohesiveness continuously declined with increasing drying time, decreasing from 0.77 to 0.24 after 3 h. This reduction was attributed to moisture loss and the structural reorganization of the product matrix during the hot-air drying process. The water activity (a_w) ranged from 0.76 to 0.77, indicating conditions that may inhibit the growth of spoilage microorganisms and thereby contribute to improved product stability. Nutritional analysis revealed that the dessert provided 111.24 kcal per serving and was predominantly composed of carbohydrates (17.76 g), including sugars (13.53 g), together with fat (4.14 g) and protein (0.78 g). Based on its nutritional profile, a serving size of no more than three pieces (30 g), corresponding to an energy intake below 200 kcal per snack occasion, is recommended. The findings of this study provide a valuable academic foundation for future research and the development of food innovations. These findings are expected to contribute to advancements in food science and technology while supporting long-term food sustainability.

Keywords: Ja Mongkut, Samut Songkhram Province, Physicochemical, Nutritional properties

1. บทนำ

ขนมจ่ามงกุฎเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น จังหวัดสมุทรสงคราม ที่สืบทอดกันภายในครอบครัวและชุมชน ซึ่งใช้วัตถุดิบจากแหล่งธรรมชาติในชุมชนที่อาศัยอยู่ วัตถุดิบนี้มีการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนตามยุคสมัย ขนมทำจากแป้งข้าวเหนียวกวนกับกะทิและน้ำตาลทรายจนสุก ห่อด้วยใบตองที่ตากแดด วางเมล็ดแตงโมคั่วด้านบนขนม ทรงขนมเล็กพอดีคำ เนื้อขนมมีสีเขียวอ่อน เมื่อนำมาตากแดดขนมจะมีลักษณะเนื้อหนึบ กรอบนอกนุ่มในไม่เหนียวติดมือ รสชาติมีความหวาน มัน และมีกลิ่นหอมของใบตอง (วีรยุทธ เปลี่ยนสำโรง และคณะ, 2569) อย่างไรก็ตาม การผลิตในปัจจุบันยังอาศัยภูมิปัญญาและประสบการณ์ของผู้ผลิตเป็นหลัก ทั้งการชั่งตวงส่วนผสมด้วยการประมาณ การกวนด้วยเตาที่ควบคุมอุณหภูมิได้ไม่คงที่ และการตากแห้งด้วยแสงแดด ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพและความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์

โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนหรือสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง ทำให้ขนมไม่แห้ง มีความชื้น เกิดกลิ่นหืนและเชื้อราง่าย ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้นลงและกระทบต่อการจำหน่าย (วีรยุทธ เปลี่ยนสำโรง, 2568) นอกจากนี้ ขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ยังขาดข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่จำเป็นต่อการควบคุมคุณภาพ การยืดอายุการเก็บรักษา และการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ รวมถึงข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ เช่น พลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ซึ่งมีความสำคัญต่อการจัดทำฐานข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ สนับสนุนการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืน

จากปัญหาดังกล่าว การพัฒนากระบวนการผลิตโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้อย่างแม่นยำ จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการยกระดับคุณภาพของขนมจ่ามงกุฎ โดยการใช้เครื่องชั่งดิจิทัลเพื่อควบคุมสัดส่วนของส่วนผสม การใช้เตาไฟฟ้าที่สามารถควบคุมอุณหภูมิระหว่างการกวนได้คงที่ และการใช้ตู้อบลมร้อนแทนการตากแดดจะช่วยลดระยะเวลาการอบแห้ง ควบคุมความชื้น และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้มีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ บุราคร และคณะ (2567) ซึ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีบางส่วน โดยใช้การกวนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) อยู่ในช่วง 0.60-0.85 นอกจากนี้ รตนพร บรรทัด และคณะ (2566) ได้รายงานว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมี่ยงคำชนิดแท่งเพื่อสุขภาพ โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สามารถลดค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในระดับที่ช่วยชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของอาหาร โดยเฉพาะอาหารกึ่งแห้ง ซึ่งโดยทั่วไปมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.60-0.85 การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์มักเกิดจากการเจริญของเชื้อราบนผิวผลิตภัณฑ์ และเชื้อราส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งเมื่อค่า a_w ต่ำกว่า 0.80 ดังนั้น การควบคุมค่า a_w ผ่านการใช้เทคโนโลยีการอบแห้งที่เหมาะสม จึงเป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับคุณภาพ ความปลอดภัย และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารท้องถิ่น

ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยจึงมุ่งศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมในการพัฒนาขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม โดยเฉพาะการใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับการควบคุมกระบวนการผลิต เพื่อยกระดับมาตรฐานการผลิต ลดข้อจำกัดของการผลิตแบบดั้งเดิม และสร้างองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารท้องถิ่น ตลอดจนถ่ายทอดสู่ผู้ประกอบการและชุมชน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาระยะเวลาการอบแห้งขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี

2.2 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ศึกษาระยะเวลาการอบแห้งขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี

3.1.1 การเตรียมตัวอย่าง โดยใช้สูตรควบคุมจากงานวิจัย ภูมิปัญญาท้องถิ่นการผลิตขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ของวีรยุทธ เปลี่ยนสำโรง (2568) แสดงตารางที่ 1 และขั้นตอนการทำ แสดงภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมและปริมาณของสูตรขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	กรัม (g)	ร้อยละ (%)
แป้งข้าวเหนียว	250	12.52
น้ำตาลทราย	875	43.82
กะทิ	800	40.06
น้ำใบเตย	50	2.50
เมล็ดแตงโมคั่ว	20	1.10
ปริมาณรวม	**1,995**	**100**

ที่มา : วีรยุทธ เปลี่ยนสำโรง (2568)



(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำ

ขั้นตอนการทำ 1) เตรียมส่วนผสม 2) ผสมแป้งข้าวเหนียว กะทิ และน้ำใบเตย ให้เข้ากัน กรองใส่กระทะเคลือบก้นลึก (Tefal รุ่น G1359495) 3) ยกขึ้นกวนบนเตาแม่เหล็กไฟฟ้า (Seagull รุ่น Classic II Induction Cooker) ด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดเจลาติไนเซชันภายใน 10 นาที ก่อนเติมน้ำตาลทราย ช่วยให้แป้งมีความยืดหยุ่น โดยอ้างอิงจากการศึกษาการผลิตกาละแมของ รัตนา อัตตปัญโญ และคณะ (2560) 4) กวนแป้งให้ครบเวลา ประมาณ 1 ชั่วโมง 5) ยกลงจากเตา พักให้ขนมอุ่นประมาณ 30 นาที 6) ตักขนมใส่ใบตองแห้งปริมาณ 10 กรัม/ชิ้น ห่อขนม กลัดด้วยไม้กลัด 7) อบขนมด้วยตู้อบลมร้อนอาหาร 8) ผลิตภัณฑ์ขนมจ่ามงกุฎ สมุทรสงคราม

3.1.2 ศึกษาระยะเวลาการอบแห้งขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม นำตัวอย่างขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เตรียมได้จากข้อ 3.1.1 เพื่อไปศึกษาระยะเวลาการอบแห้ง ด้วยเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอาหาร 6 ชั้น (HOMEMATE รุ่น HOM-243633) โดยศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ตามการศึกษาการผลิตขนมอาลัวของ กนกวรรณ ปุณณะตระกูล และคณะ (2563) ซึ่งช่วยให้ผิวขนมแห้งเปราะ ส่วนเนื้อในยังคงความเหนียวนุ่มและมีความมันเงา โดยกำหนดระยะเวลาในการอบแห้ง 3 ระดับ ได้แก่ 0 1 2 และ 3 ชั่วโมง นำขนมออกจากตู้อบลมร้อนเมื่อครบเวลาแต่ละชั่วโมง พักให้เย็นในอุณหภูมิห้อง ก่อนเก็บตัวอย่างขนมในถุงพลาสติกและใส่กล่องพลาสติกที่มีฝาปิด ก่อนนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพเคมีต่อไป

3.1.3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเคมีขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม โดยนำขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ใช้ระยะเวลาการอบแห้ง แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 0 1 2 และ 3 ชั่วโมง วิเคราะห์ผลทางกายภาพและเคมีดังนี้

1. วัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารยี่ห้อ Stable Micro Systems โดยใช้หัววัด Ball probe ทรงกลมขนาด (P/50) ความเร็วก่อนถึงตัวอย่าง 1 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วขนาดทดสอบ (Test Speed) 5 มิลลิเมตร/วินาที และความเร็วหลังวัด (Post-test speed) เท่ากับ 1.0 มิลลิเมตร/นาที จำนวน 3 ซ้ำ รายงานค่าความแข็ง (Hardness, N) การยึดเกาะ (Cohesiveness, N)

2. วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w (Water Activity) จำนวน 3 ซ้ำ ด้วยเครื่อง Aqualab รุ่น 4TE (Decagon, USA) โดยตั้งระบบโหมดเริ่มอัตโนมัติ (Auto start mode)

3.2 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม

นำข้อมูลส่วนผสมของสูตร คำนวณพลังงานและสารอาหาร (พลังงาน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล โปรตีน ไขมัน) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป INMUCAL-Nutrients V.4.0 โดยกรอกลงระบบ จากนั้นทำการแปลผล รายการต่อ 1 หน่วยบริโภค 30 กรัม (3 ชิ้น)

3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพสมบัติทางกายภาพเคมีวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยหาค่าความแปรปรวน ด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.3.2 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการด้วยโปรแกรม INMUCAL-Nutrients V.4.0 รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย $\overline{X}$

4. ผลการวิจัย

4.1 ศึกษาระยะเวลาการอบแห้งขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี

การนำขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงครามมาทดสอบคุณภาพ ด้านค่าเนื้อสัมผัส ปริมาณน้ำอิสระ มีผลวิเคราะห์ แสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพเคมีขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ด้วยวิธีการอบแห้ง อุณหภูมิ 70°C ระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับ คือ 0 1 2 และ 3 ชั่วโมง

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี	**การอบแห้ง (อุณหภูมิ/ชั่วโมง)**			
	70°C / 0	**70°C / 1**	**70°C / 2**	**70°C / 3**
ลักษณะปรากฏ				
ตัดขวาง				
ค่าความแข็ง (N)	0.23 ± 0.00^{a}	0.12 ± 0.01^{c}	0.14 ± 0.00^{b}	0.15 ± 0.01^{b}
การเกาะตัวกัน	0.77 ± 0.01^{a}	0.39 ± 0.00^{b}	0.34 ± 0.01^{c}	0.24 ± 0.00^{d}
a_w	0.77 ± 0.00^{a}	0.77 ± 0.00^{a}	0.77 ± 0.00^{a}	0.76 ± 0.00^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษร $^{(a,b,c)}$ กำกับในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p\leq0.05$)

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพเคมีขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) จาก 0.23 N. ระยะเวลา 0 ชั่วโมง เหลือ 0.12 N. ที่ 1 ชั่วโมง ก่อนค่าความแข็งจะเพิ่มเล็กน้อยเป็น 0.15 N. ในระยะเวลา 3 ชั่วโมง แต่ยังต่ำกว่าค่าเริ่มต้น การเกาะตัว (Cohesiveness) ลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) จาก 0.77 N. เหลือ 0.24 N. ที่ 3 ชั่วโมง เนื่องจากการสูญเสียน้ำและการจัดเรียงโครงสร้างภายในใหม่ โดยหลักการอบแห้งอาหารด้วยลมร้อนเป็นวิธีการที่ใช้ลมร้อนเป็นตัวกลางในการให้ความร้อนกับน้ำในชิ้นอาหารและพาน้ำออกจากชิ้นอาหารจนกระทั่งอาหารแห้ง ซึ่งการถ่ายโอนความร้อน และความชื้นโดยการพาความร้อนและมวลสารเป็นกลไกที่มีประสิทธิภาพสูงอุณหภูมิของลมและความเร็วลมที่ใช้ในการอบแห้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ได้ (Orikasa, T. et al., 2008) ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลงเล็กน้อยจาก 0.77 เหลือ 0.76 เวลา 3 ชั่วโมง จึงถือว่าขนมจ่ามงกุฎจัดอยู่ในพวกอาหารกึ่งแห้ง (Intermediate moisture food; IMFs) โดยอาหารประเภทนี้มีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.6-0.85 (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2549) โดยการเสื่อมเสียมักจะเกิดจากการเจริญของเชื้อราที่ผิวหน้าผลิตภัณฑ์ และ

ส่วนมากเชื้อราจะถูกยับยั้งการเจริญที่ a_w ต่ำกว่า 0.8 แต่อาจมีเชื้อราบางชนิดสามารถเจริญได้อย่างช้า ๆ เมื่อค่า a_w อยู่ระดับนี้ได้ (นุชนารถ ทรัพย์พาณิชย์, 2545)

4.2 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม

ผลการนำขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม มาคำนวณคุณค่าทางโภชนาการมีผลวิเคราะห์ แสดงตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม

พลังงานและสารอาหาร	30 กรัม (3 ชิ้น) ต่อ 1 หน่วยบริโภค
พลังงานทั้งหมด (kcal)	111.24
คาร์โบไฮเดรต (g)	17.76
น้ำตาล (g)	13.53
โปรตีน (g)	0.78
ไขมัน (g)	4.14

หมายเหตุ : คำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป จัดทำโดยมหาวิทยาลัยมหิดล INMUCAL-Nutrients V.4.0

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า ปริมาณขนมจ่ามงกุฎ 30 กรัม (3 ชิ้น) ต่อ 1 หน่วยบริโภค มีพลังงาน 111.24 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 17.76 กรัม น้ำตาล 13.53 กรัม ไขมัน 4.14 กรัม และโปรตีน มีปริมาณต่ำ 0.78 กรัม เป็นไปตามลักษณะทั่วไปของขนมหวานไทย ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นขนมท้องถิ่นที่ให้พลังงานสูง โดยเฉพาะสารอาหารจำพวก คาร์โบไฮเดรต และไขมันเป็นหลัก ดังนั้นควรบริโภคในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

5. อภิปรายผล

ผลการศึกษาระยะเวลาการอบแห้งขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมีพบว่า ระยะเวลาการอบแห้งที่ต่างกันมีผลต่อค่าความแข็ง (Hardness) และการเกาะตัว (Cohesiveness) ซึ่งเกิดจากการคืนตัวของแป้ง (Starch retrogradation) ในขนมจ่ามงกุฎ คือกระบวนการที่โมเลกุลของแป้งและน้ำตาลในเนื้อขนมเซ็ตตัวและจัดเรียงโครงสร้างใหม่หลังผ่านความร้อน ทำให้ส่วนผสมมีความหนืด และเซ็ตตัวจนสามารถเป็นรูปทรงได้ แต่หากเกิดการคืนตัวมากเกินไป จะทำให้ผิวขนมแห้งและตกผลึกเป็นเกล็ดน้ำตาล (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2569) แสดงว่าการกวนแป้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยการเติมน้ำตาลหลังแป้งเกิดเจลาติไนเซชัน และการอบแห้งระยะเวลาที่ต่างกันมีผลต่อคุณลักษณะเนื้อสัมผัสขนมจ่ามงกุฎ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย รัตนา อัตตปัญโญ และคณะ (2560) รายงานว่าการเติมน้ำตาลและกลูโคสไซรัปหลังแป้งเกิดเจลาติไนเซชันส่งผลต่อคุณลักษณะกาละแมเนื้อสัมผัส มีความยืดหยุ่นดีกว่าการผสมน้ำตาลไปกวนกับแป้งขั้นตอนแรก ซึ่งการเกิดเจลาติไนเซชัน ของเม็ดแป้งเริ่มจากเม็ดแป้งดูดซึมน้ำเย็นได้อย่างจำกัดและเกิดการพองตัวแบบผันกลับได้ เนื่องมาจากร่างแหระหว่าง

micelles ยืดหยุ่นได้จำกัด ความหนืดของสารแขวนลอยจะไม่เพิ่มขึ้นจนเห็นได้ชัด เม็ดแป้งยังคงรักษารูปร่างและโครงสร้าง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้น้ำแป้งจนถึงอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งจะพองตัวอย่างรวดเร็วและดูดซึมน้ำมากเกิดการพองตัว เม็ดแป้งเกิดการแตกตัว อะไมโลสจะหลุดออกมาภายนอก เรียกการเกิดเจลาติไนเซชัน ซึ่งการเติมน้ำตาลจะไปลดปริมาณน้ำที่จะทำปฏิกิริยากับแป้ง ทำให้ต้องใช้อุณหภูมิสูงแป้งจึงเกิดการเจลาติไนเซชัน (Bean, M. & Setser, C., 1992) ในการเจลาติไนเซชัน โมเลกุลอะไมโลส สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับไขมันได้มากขึ้นซึ่งก่อให้เกิดผลึกสารประกอบเชิงซ้อนทำให้ อะไมโลสหลุดออกมานอกเม็ดแป้งน้อยลงทำให้ลดการเกิดการคืนตัวของแป้ง (Zobel, H. & Stephen, A., 1995) เมื่อนำขนมไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ด้วยลมร้อนเป็นวิธีการที่ช่วยพาน้ำออกจากชิ้นขนมจนกระทั่งแห้ง ซึ่งถ่ายโอนความร้อนและความชื้นโดยการพาความร้อนและมวลสารเป็นกลไกที่มีประสิทธิภาพสูง อุณหภูมิของลมและความเร็วลมที่ใช้ในการอบแห้งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมแห้งที่ได้ (Orikasa, T. et al., 2008) ช่วยให้ขนมผิวข้างนอกแห้งเป็นเปลือกและเนื้อข้างในเลื่อมใส เป็นมัน เกิดจากเมื่อนำขนมไปอบบริเวณผิวขนมจะเกิดการระเหยน้ำออกทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลที่บริเวณผิวนอกเพิ่มขึ้น น้ำตาลในบริเวณนี้จะเกิดผลึกใสกระจายตัวอยู่ในเนื้อเจลของขนม (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2521) ขนมจ่ามงกุฎที่อบแห้งมีปริมาณน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 0.76-0.77 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในกลุ่มอาหารที่มีความชื้นต่ำ (Intermediate moisture foods) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความปลอดภัยของอาหารโดยค่า a_w ที่ต่ำกว่า 0.80 จะสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและเคมี เช่น การคืนตัวของเจลหรือการดูดซึมความชื้นจากอากาศ ซึ่งช่วยรักษาลักษณะความกรอบนอกนุ่มในของขนมจ่ามงกุฎ (Wang, R. & Hartel, R., 2022) สอดคล้องกับ กนกวรรณ ปุณณะตระกูล และคณะ (2563) พบว่า ความชื้นของขนมอาลัวมีความสัมผัสกับปริมาณน้ำอิสระกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 70 องศาเซลเซียส จะทำให้ขนมอาลัวผิวนอกแห้งเปราะ เนื้อข้างในเหนียวนุ่ม และมีความเลื่อมมัน (อาฒยา สันตะกุล และคณะ, 2549) มีปริมาณน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 0.76-0.78 สอดคล้องกับการศึกษาของบุณยาพร บุญแก้ว และคณะ (2569) พบว่า การอบวุ้นกรอบ ด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w ที่ 0.77 สามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพเคมี เช่น การคืนตัวของเจล (Gel retrogradation) หรือการดูดซึมความชื้นจากอากาศ เป็นกลไกสำคัญในการรักษาลักษณะกรอบนอกนุ่มในของวุ้นกรอบ

ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าขนมจ่ามงกุฎให้พลังงานค่อนข้างสูง ได้จากคาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นหลัก ส่งผลให้มีผลต่อสุขภาพ และอาจเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) (ธนวิทย์ ลายิ้ม, 2566) เป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับหนึ่งของคนไทยที่พบว่า เสียชีวิตด้วยโรคดังกล่าวราวปีละ 4 แสนราย หรือประมาณวันละไม่ต่ำกว่า 1,000 รายคิดเป็น 3 ใน 4 ของสาเหตุการเสียชีวิตในประเทศ และครึ่งหนึ่งเป็นการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2564) ดังนั้นควรส่งเสริมและพัฒนาขนมจ่ามงกุฎ

ให้เป็นขนมเพื่อสุขภาพมากขึ้นโดยมีการปรับปรุงส่วนประกอบให้เหมาะสมต่อการบริโภค ลดพลังงาน และเพิ่มคุณค่าอาหารจากพืช สมุนไพรในท้องถิ่น และควรรับประทานในปริมาณไม่เกิน 3 ชิ้น (30 กรัม) หรือไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี่ต่อมื้ออาหารว่าง ตามคำแนะนำของกระทรวงสาธารณสุขเกี่ยวกับการบริโภคตามปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย สอดคล้องกับการศึกษาของ พิมลนาฏ วิธุรัติ (2564) พบว่า การใช้น้ำมะพร้าวทดแทนกะทิบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว สามารถลดพลังงานลงจากสูตรมาตรฐานเดิมจากพลังงานทั้งหมด 2,749 กิโลแคลอรี เหลือ 1,675.65 กิโลแคลอรี พลังงานลดลง ร้อยละ 39.05 และเมื่อเปรียบเทียบต่อชิ้นจะได้รับพลังงานเฉลี่ย 22.76 กิโลแคลอรี จาก 37.70 กิโลแคลอรี โดยปริมาณที่แนะนำให้ทานขนมอาลัวกุหลาบสำหรับจัดเสิร์ฟในมื้ออาหารว่างอิงตามเกณฑ์ปริมาณแนะนำการได้รับพลังงานและสารอาหารสำหรับคนไทยประมาณ 2-3 ชิ้นต่อคน และดังงานวิจัยของ ปัทมาภรณ์ เจริญนนท์ และคณะ (2566) เสนอการรับประทานผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่พัฒนาขึ้นในปริมาณไม่เกิน 2 ชิ้น (50 กรัม) หรือไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี่ต่อมื้ออาหารว่างตามคำแนะนำของกระทรวงสาธารณสุข

6. องค์ความรู้ใหม่

งานวิจัยนี้ ทำให้ได้องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับแนวทางการผลิตขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงครามให้คุณภาพดีขึ้น เนื่องจากประยุกต์ใช้ตู้อบลมร้อนในการอบแห้ง ซึ่งแตกต่างจากวิธีการตากแดดแบบดั้งเดิมที่ต้องใช้เวลา 1-2 วัน และขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ โดยการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สามารถลดระยะเวลาการอบแห้งเหลือประมาณ 1 ชั่วโมง ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.76-0.77 ซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ยืดอายุการเก็บรักษา และเพิ่มความปลอดภัยทางอาหาร องค์ความรู้ดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านวิชาการ ใช้เป็นแหล่งข้อมูลในการพัฒนากระบวนการผลิตอาหารและงานวิจัยด้านอาหารท้องถิ่นเพื่อสร้างความรู้ใหม่สำหรับองค์กรท้องถิ่นนำไปใช้ในการพัฒนาพื้นที่ 2) ด้านพาณิชย์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลดต้นทุน ควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้อย่างสม่ำเสมอ และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับขนมจ่ามงกุฎ และ 3) ด้านอาชีพ การนำความรู้ไปถ่ายทอดแก่ผู้ผลิตในท้องถิ่นส่งผลให้ชุมชนพัฒนาความรู้และทักษะในเชิงวิชาการด้านอาหารเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการอนุรักษ์และสืบทอดภูมิปัญญาให้คงอยู่อย่างยั่งยืน

7. **สรุป**

7.1 ผลการศึกษาระยะเวลาการอบแห้งขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี พบว่าการกวนแป้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อคุณลักษณะขนม โดยค่าความแข็งลดลงในช่วงชั่วโมงแรก 0.23-0.12 N. ก่อนจะเพิ่มเล็กน้อยที่ 3 ชั่วโมง 0.15 N. แต่ยังต่ำกว่าค่าเริ่มต้น ขณะที่ค่าการเกาะตัวลดลงต่อเนื่อง 0.77-0.24 N. จากการสูญเสียน้ำและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในผลิตภัณฑ์ สำหรับค่า a_w ลดลงเพียงเล็กน้อย 0.77-0.76 จัดเป็นอาหารกึ่งแห้ง สามารถช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

สอดคล้องกับหลักการอบแห้งด้วยลมร้อนที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนและความชื้นโดยอุณหภูมิและความเร็วลมเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์แห้งที่ได้

7.2 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า หนึ่งหน่วยบริโภคขนาด 30 กรัม (จำนวน 3 ชิ้น) ให้พลังงาน 111.24 กิโลแคลอรี โดยมีคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลเป็นองค์ประกอบหลัก ร่วมกับไขมันในปริมาณปานกลาง และมีปริมาณโปรตีนต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางโภชนาการของขนมหวานไทยแบบดั้งเดิมทั่วไป ผลิตภัณฑ์นี้จัดเป็นอาหารที่ให้ความหนาแน่นพลังงานสูง จึงควรบริโภคในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อป้องกันผลกระทบเชิงลบต่อสุขภาพ

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะวัตถุประสงค์ที่ 2 จากผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ โดยใช้โปรแกรม INMUCAL-Nutrients V.4.0 พบว่า ขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นขนมท้องถิ่นที่ให้พลังงานสูง โดยเฉพาะสารอาหารจำพวก คาร์โบไฮเดรต และไขมันเป็นหลัก ดังนั้นควรส่งเสริมสุขภาพโดยการพัฒนาขนมจ่ามงกุฎลดพลังงาน เพื่อเป็นทางเลือกให้กับกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

8.2.1 ควรศึกษาด้านการส่งเสริมสุขภาพ โดยพัฒนาขนมจ่ามงกุฎลดพลังงานและเปรียบเทียบพลังงานและคุณค่าทางโภชนาการของขนมจ่ามงกุฎระหว่างสูตรควบคุมกับสูตรพัฒนา โดยใช้วัตถุดิบจากพืช สมุนไพร หรือผัก ผลไม้ในท้องถิ่นเพื่อเป็นแนวทางในพัฒนาขนมไทยเพื่อสุขภาพต่อไป

8.2.2 งานวิจัยนี้ยังไม่ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม ดังนั้นควรมีการศึกษาอายุการเก็บรักษาและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตและจัดจำหน่ายต่อไป

8.2.3 ควรศึกษาการใช้แป้งข้าวทดแทนในผลิตภัณฑ์ขนมจ่ามงกุฎบางส่วน เช่น ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวไร่ดอกข่า ข้าวฮาง ข้าวลืมผัว เป็นต้น

9. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเสาวภา และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ รวมทั้งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนด้านสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการทดลอง และพัฒนาสูตรในครั้งนี้

10. เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ ปุณณะตระกูล, วีระศักดิ์ ศรีลารัตน์ และณัฐสิมา โทขันธ์. (2563).การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากน้ำนมข้าวกล้อง. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,* 15(3), 1-9.

กล้าณรงค์ ศรีรอต. (2521). *เทคโนโลยีน้ำตาล : คุณสมบัติและการใช้ในอุตสาหกรรม*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิราภรณ์ บุราคร, ปรานต์ ปิ่นทอง, ทรงพร ไกรสิทธิ์, พิมพร พลายจันทร์, ณัฐชา ศิริวาริน และมนทกานติ์ เอี่ยมแก้ว. (2567). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวโดยการใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีบางส่วน.*วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 52(2), 170-181.

ธนวิทย์ ลายิ้ม. (2566). ขนมไทย : วิวัฒนาการและการประยุกต์เพื่อสุขภาพ. *วารสารกระแสวัฒนธรรม*, 23(44), 70-84.

นุชนารถ ทรัพย์พาณิชย์. (2545). Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. *วารสารจาร์พา*, 9(68), 48-51.

บุณยาพร บุญแก้ว, สุพรรษา สวัสดิ์กระวี, ดวงกมล แสงธีรกิจ และกิตติยา วงค์สกุลสุขกูล และปัทมาภรณ์ เจริญนนท์. (2569). ผลของการใช้น้ำส้มซ่าและเสริมเปลือกส้มซ่าในผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบต่อคุณภาพทางกายภาพและการยอมรับของผู้บริโภค. *วารสารคหกรรมศาสตร์และวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน*, 8(1), 33-46.

ปัทมาภรณ์ เจริญนนท์, จุฑาวรรณ นวลจันทร์คง, กุสุมาศ ตันไชย และศกุนตาล์ มานะกล้า. (2566). คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการ ของผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้แป้งบักวีทและแป้งควินัว. *วารสารวัฒนธรรมอาหารไทย*, 5(2), 30-39.

พิมลนาฏ วิธุรัติ. (2564). ขนมอาลัวกุหลาบพลังงานต่ำจากมะพร้าวน้ำหอม. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์แห่งรัตนโกสินทร์*, 3(3), 35-46.

รตนพร บรรทัด, เพ็ญนภา ลิ่มวัน, ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์ และดวงกมล แสงธีรกิจ. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมี่ยงคำชนิดแท่งเพื่อสุขภาพ. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 15(1), 74-90.

รัตนา อัตตปัญโญ, ยุพารัตน์ โพธิเศษ, คุณากร ขัติศรี และเจิมขวัญ สังข์สุวรรณ. (2560). การพัฒนากระบวนการผลิตกาละแมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(1), 56-65.

วีรยุทธ เปลี่ยนสำโรง, จุฑามาศ พีรพัชระ และเปรมระพี อุยมาวีรหิรัญ. (2569). ภูมิปัญญาท้องถิ่นการผลิตขนมจ่ามุงกฎ จังหวัดสมุทรสงคราม. *วารสารศิลปศาสตร์ราชมงคลสุวรรณภูมิ*, 8(1), 213-225.

วีรยุทธ เปลี่ยนสำโรง. (2568). *ภูมิปัญญาท้องถิ่นการผลิตขนมจ่ามงกุฎ จังหวัดสมุทรสงคราม*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2569, สิงหาคม 2). *Retrogradation/รีโทรเกรเดชัน*. https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0591/retrogradation

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2564, มิถุนายน 29). *สำรวจพฤติกรรมสุขภาพคนไทย ลดปัจจัยเสี่ยง NCDs.* https://www.thaihealth.or.th/สำรวจพฤติกรรมสุขภาพคนไทย.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2549). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อาฒยา สันตะกุล, อบเชย วงศ์ทอง, กาญจนา ลุศนันทน์ และสมบัติ ขอทวีวัฒนา. (2549, 30 มกราคม- 2 กุมภาพันธ์). *การพัฒนาขนมอาลัวให้ได้สูตรมาตรฐาน* [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.

Bean, M. M. & Setser, C. S. (1992). Polysaccharides, sugars, and sweeteners. In J. Bowers (Ed.), *Food theory and applications* (2nd ed., pp. 69–198). Macmillan Publishing Company

Orikasa, T., Wu, L. & Tagawa, A. (2008). Drying characteristics of kiwifruit during hot air drying. *Journal of Food Engineering,* 85(2), 303-308

Wang, R. & Hartel, R.W. (2022). Citric acid and heating on gelatin hydrolysis and gelation in confectionery gels. *Food Hydrocolloids*, 129, 107642. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107642.

Zobel, H. F. & Stephen, A. M. (1995). Starch: Structure, analysis, and application. In A. M. Stephen (Ed.), *Food polysaccharides and their applications* (pp. 9–16). Marcel Dekker.