



การยืดอายุการเก็บรักษาฝอยทองสด โดยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล

Shelf-life extension of Foi Thong by using sweeteners

ชนิษฐา อินทร์ประสิทธิ์¹, ปัญญยศ มงคลชาติ¹, ลลิตา ชูแก้ว¹, ธีรพงศ์ เพ็งคำ¹, สุทธชยา ชื่นวัฒนา¹
Khanittha Inprasit¹, Panyot Mongkonchart¹, Lalita Chookaew¹,
Theerapong Pengkham¹, Sutachaya Chuenwattana¹

บทคัดย่อ

ฝอยทองเป็นของหวานที่มีเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมประจำชาติ ฝอยทองประกอบด้วยไข่ น้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ ส่วนประกอบเหล่านี้ทำให้ฝอยทองมีความชื้นสูง เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ง่ายมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาฝอยทองสด โดยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล โดยศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลร่วมกับการศึกษาอายุการเก็บรักษาและการยอมรับของผู้บริโภค ในการศึกษานี้ได้ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทราย 4 ชนิด คือ ซอร์บิทอล มอลทิทอล ไอโซมอลท์และแมนนิทอล ที่ระดับร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ของแต่ละชนิด ตามลำดับเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan New's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในปริมาณที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ฝอยทองสดมีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทีวิตีลดลงค่าความสว่าง (L^*) ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ค่าสีแดง (a^*) มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าลดลง และยังทำให้ฝอยทองสดมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความแข็งแรง (Tensile strength) ความยืดตัว (Extensibility) และความเหนียว (Toughness) เพิ่มขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดที่มีการใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลทรายที่ร้อยละ 100 จึงนำมาศึกษาผลของการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด พบว่าการใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลทรายที่ร้อยละ 100 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาฝอยทองสดที่อุณหภูมิห้องได้นานขึ้นจากเดิม 4 วัน เป็นมากกว่า 1 สัปดาห์ โดยที่ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

Abstract

Foi Thong is a dessert of National identity. The main ingredients are egg and sugar which resulted in high moisture, microorganism deterioration, and short shelf-life. The objectives of this research were 1) to study of types and quantities of sweeteners on the qualities of Foi Thong and 2) to study of method to extend the shelf-life of Foi Thong by using sweeteners. The sweeteners including sorbital, maltitol, isomalt and mannitol were added to replace sugar at the level of 25, 50, 75, and 100% as compared with control. Analyzing data using analysis of variance (ANOVA) and the mean score was compared in pair with Duncan's New Multiple Range Test. The confidence level was at 95%. It was found that addition of the sweeteners with higher replacement tended to have higher a^* , tensile strength, extensibility, toughness and without affecting L^* . Foi Thong had lower b^* , moisture content and water activity. Sensory testing showed that consumers prefer Foi Thong by using sorbital to replace sugar at the level of 100%. Furthermore, study of method to extend the shelf-life of Foi Thong, it was found that using sorbital to replace sugar at the level of 100%, its increased the shelf-life from 4 days to more than 1 week at room temperature that product qualities were accepted from consumer.

คำสำคัญ: ฝอยทอง สารให้ความหวาน การยืดอายุ

Keywords: Foi Thong, Sweetener, Shelf- life extension

¹ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

E-mail address: khanittha@dss.go.th

1. บทนำ (Introduction)

ขนมไทยเป็นของหวานที่มีเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมประจำชาติ สามารถเป็นจุดขายของสินค้าท้องถิ่น เกิดการเชื่อมโยงเข้ากับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวของไทยซึ่งอยู่ในกระแสความนิยมมาโดยตลอดร่วมกับรัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนขนมไทยเนื่องจากเห็นว่าขนมไทยเป็นผลิตภัณฑ์อีกกลุ่มที่น้ำจะมีความเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถขยายตลาดได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ พร้อมกับการยกระดับคุณภาพให้ได้มาตรฐานและความปลอดภัยระดับประเทศไปถึงระดับสากล

ฝอยทองเป็นของหวานมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวทั้งในด้านกลิ่นรสชาติและรูปลักษณ์ ฝอยทองมีลักษณะเป็นเส้นสีทอง ทำจากไข่แดงของไข่เป็ดหรือไข่ไก่ เคี้ยวในน้ำเชื่อม [1] จึงสามารถสร้างเป็นจุดขายของสินค้าท้องถิ่น แต่เนื่องจากฝอยทองมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น เนื่องจากส่วนประกอบหลักคือน้ำ ไข่แดง และน้ำตาล ทำให้ฝอยทองสดมีความชื้นสูง เกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่าย ดังนั้น หากต้องการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดจึงต้องคำนึงถึงการลดปริมาณน้ำในอาหาร หรือลดปริมาณวอเตอร์แอกติวิตี (a) ในผลิตภัณฑ์ลง ซึ่งอาจทำได้โดยการเติมสารในกลุ่มดูดความชื้น (Humectant) มีคุณสมบัติในการช่วยลดค่า a ของอาหาร ได้แก่ สารกลุ่มพอลิไฮดรอกซีแอลกอฮอล์ เช่น ซอร์บิทอล เป็นต้น เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และยังทำให้สะดวกต่อการผลิตในปริมาณที่มากขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดให้นานขึ้น และเป็นแนวทางในการเพิ่มช่องทางการขยายตลาดผลิตภัณฑ์ขนมไทยให้กว้างขึ้น

2. วิธีการวิจัย (Experimental)

2.1 การเตรียมวัตถุดิบ และการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด ที่มีอัตราส่วน ไข่แดงของไข่เป็ด และไข่แดงของไข่ไก่ 30 : 70 และใช้น้ำค่าง 12% ของไข่แดงที่ใช้ทั้งหมด ส่วนผสมน้ำเชื่อมโรยเส้น (สำหรับโรยไข่แดงให้สุกเป็นเส้นฝอยทอง) ดังตารางที่ 1 และทำตามวิธีการผลิตใน รูปที่ 1 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดที่ผลิตได้ไปตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เบื้องต้น โดยอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ขนมไทย (มพช.1/2552) [2]

ตารางที่ 1 แสดงส่วนผสมที่ใช้ทำน้ำเชื่อมโรยเส้น (สำหรับโรยไข่แดงให้สุกเป็นเส้นฝอยทอง)

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (g)
น้ำตาลทราย	350
น้ำ	350
ใบเตย	6



รูปที่ 1 แผนภูมิกระบวนการผลิตฝอยทองสด

2.2 ศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด

การศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด แบ่งการทดลองออกเป็น 17 สูตร ทำการผลิตฝอยทองสดในแต่ละสูตรโดยเตรียมตัวอย่างตามวิธีการผลิตในข้อ 2.1 โดยมีการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายในสูตรของน้ำเชื่อมโรยเส้นที่แตกต่างกัน 4 ชนิด คือ ซอร์บิทอล มอลทิทอล ไอโซมอลท์ และแมนนิทอล แต่ละชนิดทดแทนน้ำตาลทราย 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (Control), 25, 50, 75 และ 100 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 โดยที่ระดับร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 มีการเติมชูคราโลส เพื่อปรับให้ได้ความหวานเท่ากับน้ำตาลทรายในสูตรต้นแบบ (คำนวณจากค่า Relative sweetness ของชูโครส และชูคราโลส) ในขณะที่คงชนิดและปริมาณของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ไข่แดงของไข่ไก่ ไข่แดงของไข่เป็ด ไข่น้ำค้าง ไว้ตามเดิม ซึ่งจะนำไปวิเคราะห์ทดสอบทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อไป

2.2.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

-ปริมาณความชื้น โดยเครื่องวัดความชื้น บริษัท

Diethelm รุ่น Mettler LP16 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
-ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (Water activity) บริษัท Scientific Promotion จำกัด รุ่น LabPartner ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

-ค่าสี โดยเครื่อง Hunter lab Colorimeter บริษัท Color Global รุ่น Miniscan EZ ประเทศอเมริกา

-ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer บริษัท Chapra Techcenter รุ่น TA-XTplus ประเทศอังกฤษ

2.2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส (การประเมินความชอบของผู้บริโภค)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการประเมินแบบ 9-point hedonic scale ใช้วิธีทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ หรือ Hedonic Scaling 1 ถึง 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) โดยทดสอบปัจจัยคุณภาพในเรื่องลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวมเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (สูตรไม่มีการเติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในน้ำเชื่อมโรยเส้นของฝอยทองสด) โดยการประจุ่มร่วมกับผู้ประกอบการขนมไทย เพื่อคัดเลือกสูตร

ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้สารให้ความหวานที่ใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์ น้ำตาลทราย ชูคราโลส ในน้ำเชื่อมโรยเส้นสำหรับผลิตฝอยทองสด

ระดับการแทนที่ (%)	ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (g)			
		sorbitol	maltitol	isomalt	mannitol
25%	น้ำตาลทราย	262.50	262.50	262.50	262.50
	น้ำตาลแอลกอฮอล์	87.50	87.50	87.50	87.50
	ชูคราโลส	0.0583	0.0292	0.0875	0.0729
	น้ำ	350.00	350.00	350.00	350.00
50%	น้ำตาลทราย	175.00	175.00	175.00	175.00
	น้ำตาลแอลกอฮอล์	175.00	175.00	175.00	175.00
	ชูคราโลส	0.1167	0.0583	0.1750	0.1458
	น้ำ	350.00	350.00	350.00	350.00
75%	น้ำตาลทราย	87.50	87.50	87.50	87.50
	น้ำตาลแอลกอฮอล์	262.50	262.50	262.50	262.50
	ชูคราโลส	0.1750	0.0875	0.2625	0.2188
	น้ำ	350.00	350.00	350.00	350.00
100%	น้ำตาลทราย	0.00	0.00	0.00	0.00
	น้ำตาลแอลกอฮอล์	350.00	350.00	350.00	350.00
	ชูคราโลส	0.2333	0.1167	0.3500	0.2917
	น้ำ	350.00	350.00	350.00	350.00

2.3 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan New's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.4 ศึกษาผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด

การศึกษาผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ต่อการเจริญของจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด โดยการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม จากข้อ 2.2 โดยจะทำการพิจารณาจากสมบัติทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อประเมินความชอบของผู้บริโภคโดยการประชุมร่วมกับผู้ประกอบการขนมไทย เพื่อใช้ในการศึกษาผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่มีการใช้สารให้ความหวาน ร่วมกับการวิเคราะห์ทดสอบทางด้านจุลินทรีย์ ทุกๆ 4 วัน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่องขนมไทย (มผช.1/2552) [2]

3. ผลและวิจารณ์ (Results and discussion)

3.1 การเตรียมวัตถุดิบ และการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

ผลการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดเบื้องต้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดผ่านตามเกณฑ์ที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่องขนมไทย (มผช. 1/2552) [2] กำหนด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบทางด้านจุลินทรีย์ และวัตถุเจือปนอาหารของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด

รายการทดสอบ	ค่ามาตรฐาน	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด สูตรควบคุม
เชื้อจุลินทรีย์		
Total viable plate count (CFU/g)	$\leq 1 \times 10^6$	15
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	<3	<3.0
<i>Salmonella spp.</i> (MPN/g)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	≤ 100	<10

<i>Bacillus cereus</i> (CFU/g)	≤ 100	<10
Yeast (CFU/g)	$\leq 1 \times 10^4$	<10
Mold (CFU/g)	≤ 500	<10
วัตถุเจือปนอาหาร		
Benzoic Acid (mg/kg)	500	ไม่พบ
Sorbic Acid (mg/kg)	1000	ไม่พบ
สีสังเคราะห์ (mg/kg)	ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด	ไม่พบ

3.2 ผลของชนิดและปริมาณสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด

3.2.1 ผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อลักษณะทางกายภาพของฝอยทองสด

ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดทั้ง 17 สูตร ได้ฝอยทองสดที่มีลักษณะปรากฏ ดังรูปที่ 2 (ก-ง) ผลการทดสอบพบว่าเมื่อทดแทนน้ำตาลด้วยซอร์บิทอล ในระดับที่ 25% และ 50% เส้นฝอยทองมีลักษณะกลมสวย และสีเส้นใกล้เคียงกับสูตรควบคุม (สูตรควบคุม คือ มีระดับการทดแทนน้ำตาล 0% หรือ ไม่มีการใช้สารให้ความหวาน) สำหรับการใส่ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลในระดับ 75% และ 100% เส้นฝอยทองมีลักษณะค่อนข้างแบน เส้นติดกัน และเกาะกันเป็นกลุ่ม เนื้อสัมผัสของเส้นฝอยทองนิ่มขึ้น ส่วนสีของเส้นฝอยทองใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ดังรูปที่ 2(ก) ทั้งนี้ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนขณะได้รับความร้อน (ขณะโรยไข่แดงในน้ำเชื่อม) โปรตีนจะจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน พันธะไฮโดรฟอบิก และพันธะไดซัลไฟด์ ระหว่างโมเลกุลของโปรตีน [3] ซึ่งจุดเดือดของน้ำเชื่อมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน ไข่แดงเกิดการแข็งตัวที่อุณหภูมิ 65°C ถ้าใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้โปรตีนในไข่แดงแข็งตัวได้ดี [4] แต่น้ำตาลแอลกอฮอล์ทำให้อุณหภูมิจุดเดือดของน้ำเชื่อมปรับสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนช้าลง [5] จึงทำให้โปรตีนในไข่แดงสุกช้า เห็นได้จากขณะโรยเส้นฝอยทองในน้ำเชื่อมที่มีการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลพบว่า เมื่อโรยเส้นฝอยทองอย่างต่อเนื่องทำให้ได้เส้นฝอยทองที่แบนและจับกันเป็นก้อน เนื่องจากฝอยทองเส้นแรกยังไม่สุกดี จากรูปที่ 2 (ข) เมื่อทดแทนน้ำตาลทรายด้วยมอลทิทอล ในระดับที่ 25% ได้เส้นฝอยทองมีลักษณะกลม เส้นสวย และสีเส้นใกล้เคียงกับสูตรควบคุม แต่การทดแทนน้ำตาลทรายด้วยมอลทิทอล ในระดับที่ 50% 75% และ 100% ได้เส้นฝอยทองที่ค่อนข้างแบนและจับกันเป็นก้อน จากรูปที่ 2 (ค) เมื่อทดแทนน้ำตาล

ทรายด้วยไอโซมอลท์ในระดับที่ 75% และ 100% เส้นฝอยทองมีลักษณะเส้นจับกันเป็นก้อน และแข็งกระด้าง มีผลึกน้ำตาลเกิดขึ้นจากการตกผลึกของไอโซมอลท์ จากรูปที่ 2 (ง) การทดแทนน้ำตาลทรายด้วยแมนนิทอลในระดับที่ 50% 75% และ 100% เส้นฝอยทองมีลักษณะเส้นจับกันเป็นก้อน และแข็ง

กระด้าง ขาดง่าย เกิดการตกผลึกของแมนนิทอล เนื่องจากความสามารถในการละลายน้ำของไอโซมอลท์ และแมนนิทอลน้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำตาลแอลกอฮอล์ชนิดอื่น [6] จึงเป็นสาเหตุให้ตกผลึกได้ง่าย ยิ่งในระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นการตกผลึกของแมนนิทอลยิ่งเพิ่มมากขึ้น



ร้อยละ 0 (Control) ร้อยละ 25 ร้อยละ 50 ร้อยละ 75 ร้อยละ 100

รูปที่ 2 (ก) ลักษณะปรากฏของฝอยทองที่ชอริบิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในระดับต่างกัน



ร้อยละ 0 (Control) ร้อยละ 25 ร้อยละ 50 ร้อยละ 75 ร้อยละ 100

รูปที่ 2 (ข) ลักษณะปรากฏของฝอยทองที่มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในระดับต่างกัน



ร้อยละ 0 (Control) ร้อยละ 25 ร้อยละ 50 ร้อยละ 75 ร้อยละ 100

รูปที่ 2 (ค) ลักษณะปรากฏของฝอยทองที่ไอโซมอลท์ทดแทนน้ำตาลทรายในระดับต่างกัน



ร้อยละ 0 (Control) ร้อยละ 25 ร้อยละ 50 ร้อยละ 75 ร้อยละ 100

รูปที่ 2 (ง) ลักษณะปรากฏของฝอยทองที่แมนนิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในระดับต่างกัน

รูปที่ 2 ลักษณะปรากฏของฝอยทองสัดที่ใช้ชนิดและปริมาณสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายต่างชนิดในปริมาณต่างๆ

3.2.2 ผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อปริมาณความชื้น (Moisture content) ของฝอยทองสด

จากผลการทดลอง การใช้สารให้ความหวานมีผลต่อปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด พบว่าเมื่อทดแทนระดับน้ำตาลทรายในปริมาณเพิ่มขึ้น ฝอยทองสดมีปริมาณความชื้นลดลงแต่มีปริมาณความชื้นมากกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบการใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกันทดแทนน้ำตาลทรายในระดับเดียวกัน พบว่า การใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน ปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากตัวผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดมีปริมาณน้ำในตัวผลิตภัณฑ์มาก การเติมสารให้ความหวานปริมาณน้อยจึงไม่มีผลแต่อย่างใด แต่พบว่า การใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลทรายปริมาณความชื้นของฝอยทองสดน้อยกว่าการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่น ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณความชื้น (Moisture content) ของฝอยทองสดที่เติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายแตกต่างกัน

สารให้ความหวาน	ระดับการทดแทนน้ำตาลทราย				
	0%	25%	50%	75%	100%
Sorbitol	19.89±0.83 ^{aC}	24.65±0.90 ^{bA}	24.26±0.23 ^{bA}	21.61±0.09 ^{bB}	21.39±0.75 ^{bB}
Maltitol	19.98±0.86 ^{aC}	27.09±0.34 ^{aA}	24.93±1.10 ^{bB}	24.53±0.77 ^{aB}	25.36±0.07 ^{aB}
Isomalt	19.91±0.79 ^{aC}	26.52±0.43 ^{aA}	24.54±0.53 ^{bB}	24.15±0.27 ^{aB}	*
Mannitol	19.87±0.75 ^{aB}	26.70±1.03 ^{aA}	27.03±1.42 ^{aA}	*	*

หมายเหตุ ตัวอักษรเล็กกำกับค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง หรือตัวอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) * ไม่เป็นเส้นฝอยทอง

3.2.3 ผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายต่อค่า Water activity (a_w) ของฝอยทองสด

จากผลการทดลอง การใช้สารให้ความหวานมีผลต่อค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด พบว่า เมื่อทดแทนระดับน้ำตาลทรายในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ค่า a_w ของฝอยทองสดมีแนวโน้มลดลง และเมื่อเปรียบเทียบการใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน ทดแทนน้ำตาลทรายในระดับเดียวกัน พบว่า การใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลทราย ค่า a_w ของฝอยทองสดน้อยกว่าการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่น ดังตารางที่ 5 เนื่องจากซอร์บิทอลเป็นสารฮิวเมกเตนต์ (Humectant) เมื่อถูกเติมในอาหารเป็นสาเหตุให้ความชื้นของสารละลายในอาหารลดลงทำให้อาหารมีค่า a_w ลดลง หรือเป็นการลดปริมาณน้ำในอาหารลง [7]

ตารางที่ 5 ค่า Water activity (a_w) ของฝอยทองที่เติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายแตกต่างกัน

สารให้ความหวาน	ระดับการทดแทนน้ำตาลทราย				
	0%	25%	50%	75%	100%
Sorbitol	0.727±0.003 ^{aBC}	0.734±0.002 ^{aA}	0.731±0.005 ^{bAB}	0.722±0.004 ^{bC}	0.716±0.002 ^{bD}
Maltitol	0.728±0.006 ^{aB}	0.739±0.005 ^{aA}	0.732±0.003 ^{bB}	0.731±0.002 ^{aB}	0.729±0.005 ^{aB}
Isomalt	0.727±0.004 ^{aC}	0.738±0.002 ^{aA}	0.734±0.004 ^{bAB}	0.730±0.001 ^{aBC}	*
Mannitol	0.727±0.002 ^{aB}	0.738±0.004 ^{aA}	0.740±0.002 ^{aA}	*	*

หมายเหตุ ตัวอักษรเล็กกำกับค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง หรือตัวอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) * ไม่เป็นเส้นฝอยทอง

3.2.4 ผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อค่าสี (Color) ของฝอยทองสดจากการทดลอง

จากตารางที่ 6 ค่า L^* แสดงถึงความขาว หรือ ความสว่างของฝอยทองสด ถ้าค่า L^* มาก แสดงว่าฝอยทองสดมีความสว่างมาก แต่ถ้าค่า L^* น้อย แสดงว่าฝอยทองสดมีความสว่างน้อย จากผลการทดลอง พบว่า การใช้สารให้ความหวานทดแทนปริมาณน้ำตาลทรายในขนมฝอยทองสดไม่มีผลต่อค่า L^* มากนัก แต่เมื่อใช้สารให้ความหวานทดแทนปริมาณน้ำตาลทรายในปริมาณมากขึ้น ค่า L^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน ค่า L^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจาก

การทำฝอยทองใช้ความร้อนระยะสั้น จึงไม่เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) มากพอที่ส่งผลต่อค่า L* ของฝอยทอง ยกเว้นเมื่อทดแทนน้ำตาลทรายด้วยแมนนิทอลที่ระดับ 25% และ 50% เนื่องจากเกิดการตกผลึกน้ำตาลของแมนนิทอล เป็นผลให้ฝอยทองขรุขระเกิดการกระจายแสง การสะท้อนของแสงมีมากขึ้น สีจึงจางลง [8]

ตารางที่ 6 ค่า L* ของฝอยทองที่เติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายแตกต่างกัน

สารให้ความหวาน	ระดับการทดแทนน้ำตาลทราย				
	0%	25%	50%	75%	100%
sorbitol	52.43±0.38 ^{aB}	52.52±0.36 ^{bB}	52.75±0.12 ^{bB}	52.49±0.23 ^{bB}	53.47±0.09 ^{bA}
maltitol	52.67±0.69 ^{aB}	53.33±0.33 ^{bB}	53.23±0.23 ^{bB}	54.72±0.08 ^{aA}	54.17±0.02 ^{aA}
isomalt	52.30±0.75 ^{aB}	52.66±0.71 ^{bB}	52.67±0.39 ^{bB}	54.80±0.49 ^{aA}	*
mannitol	52.61±0.41 ^{aB}	55.09±0.08 ^{aA}	55.33±0.15 ^{aA}	*	*

หมายเหตุ ตัวอักษรเล็กกำกับค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง หรือตัวอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) * ไม่เป็นเส้นฝอยทอง

จากตารางที่ 7 ค่า a* แสดงถึงสีแดง-เขียว ถ้ามีค่า a* มากแสดงว่าฝอยทองสดมีแนวโน้มเป็นสีแดง ถ้ามีค่า a* น้อยแสดงว่าฝอยทองสดมีแนวโน้มเป็นสีเขียว พบว่า การใช้สารให้ความหวานทำให้ฝอยทองมีค่า a* เพิ่มขึ้น แสดงว่าฝอยทองมีแนวโน้มสีแดงมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกันทดแทนน้ำตาลในระดับเดียวกัน พบว่า ค่า a* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการใส่ซอร์บิทอลมีแนวโน้มทำให้ค่า a* น้อยกว่าการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่นในทุกๆระดับการทดแทนด้วยน้ำตาลทราย

ตารางที่ 7 ค่า a* ของฝอยทองที่เติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายแตกต่างกัน

สารให้ความหวาน	ระดับการทดแทนน้ำตาลทราย				
	0%	25%	50%	75%	100%
Sorbitol	18.71±0.09 ^{aA}	16.32±0.02 ^{bD}	16.56±0.12 ^{cC}	16.58±0.06 ^{bC}	16.79±0.12 ^{bB}
Maltitol	18.78±0.06 ^{aA}	16.65±0.02 ^{aD}	17.20±0.05 ^{aC}	17.14±0.02 ^{aC}	17.87±0.06 ^{aB}
Isomalt	18.74±0.02 ^{aA}	16.61±0.03 ^{aD}	16.97±0.01 ^{bC}	17.14±0.04 ^{aB}	*
Mannitol	18.76±0.05 ^{aA}	16.21±0.06 ^{cC}	16.47±0.05 ^{dB}	*	*

หมายเหตุ ตัวอักษรเล็กกำกับค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง หรือตัวอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) * ไม่เป็นเส้นฝอยทอง

จากตารางที่ 8 ค่า b* แสดงถึงสีเหลือง-น้ำเงิน ถ้ามีค่า b* มากฝอยทองสดมีแนวโน้มเป็นสีเหลืองแต่ถ้ามีค่า b* น้อยแสดงว่าฝอยทองสดมีแนวโน้มเป็นสีน้ำเงิน พบว่า การใช้สารให้ความหวานทำให้ฝอยทองสดมีค่า b* ลดลง หรือฝอยทองสดมีแนวโน้มสีเหลืองน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกันทดแทนน้ำตาลในระดับเดียวกัน พบว่าการใส่ซอร์บิทอล ทำให้ฝอยทองสดมีค่า b* มากที่สุด ทั้งนี้ เนื่องจากไข่แดงของไข่ไก่ประกอบด้วยรงควัตถุที่มีสีของกลุ่มแคโรทีนอยด์ให้สีเหลืองในไข่แดง จะเปลี่ยนสีเมื่อโดนความร้อนเป็นสีเขียวดำ [6] ซึ่งสารให้ความหวานแต่ละชนิดมีอุณหภูมิของจุดเดือดของน้ำเชื่อมต่างกันทำให้ส่งผลต่อสีของเส้นฝอยทองที่ต่างกัน

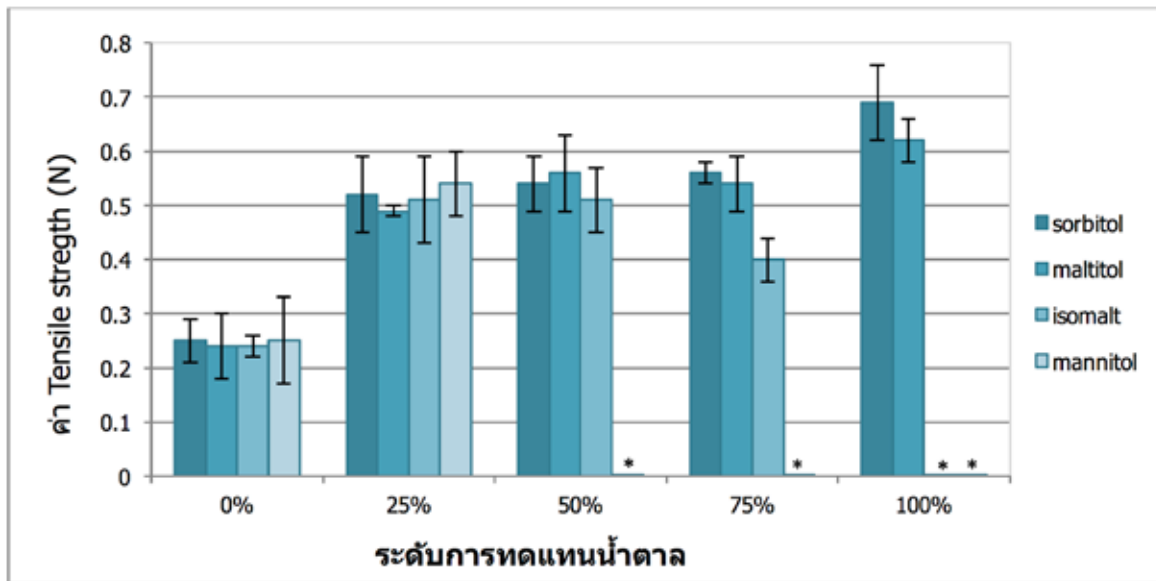
ตารางที่ 8 ค่า b* ของฝอยทองที่เติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายแตกต่างกัน

สารให้ความหวาน	ระดับการทดแทนน้ำตาลทราย				
	0%	25%	50%	75%	100%
sorbitol	51.98±0.24 ^{aA}	49.77±0.08 ^{dB}	49.46±0.38 ^{cB}	48.81±0.25 ^{cC}	48.43±0.24 ^{bC}
maltitol	51.91±0.08 ^{aA}	51.61±0.07 ^{aAB}	51.23±0.23 ^{aB}	51.57±0.15 ^{aAB}	50.32±0.24 ^{aC}
isomalt	51.89±0.32 ^{aA}	51.07±0.08 ^{bB}	50.79±0.12 ^{bAB}	50.49±0.40 ^{bB}	*
mannitol	51.92±0.18 ^{aA}	50.15±0.14 ^{cB}	49.62±0.12 ^{cC}	*	*

หมายเหตุ ตัวอักษรเล็กกำกับค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง หรือตัวอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) * ไม่เป็นเส้นฝอยทอง

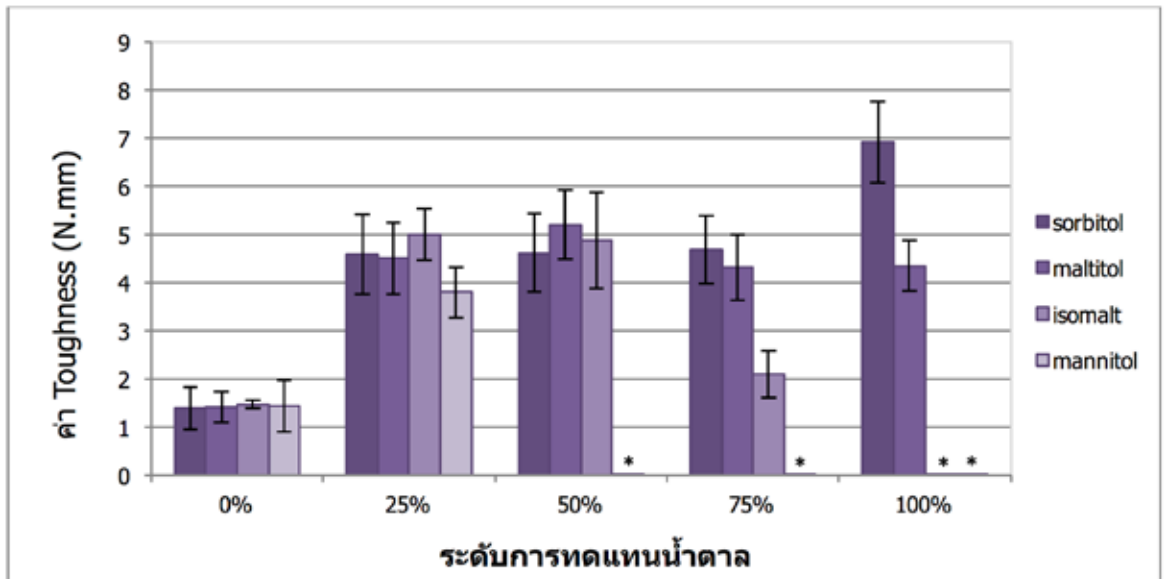
3.2.5 ผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) ของฝอยทองสด

จากผลการทดลอง การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อค่า Tensile strength (การทนต่อแรงดึง) แสดงถึงความแข็งแรงของเส้นฝอยทองสด ถ้ามี ค่า Tensile strength มากแสดงว่ามีความแข็งแรงมาก การใช้สารให้ความหวานทำให้ฝอยทองสดมีค่า Tensile strength มากกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทดแทนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่า Tensile strength เพิ่มมากขึ้นแสดงว่าเส้นฝอยทองสดมีความแข็งแรงมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกันทดแทนน้ำตาลทรายในระดับเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกระดับการทดแทนด้วยน้ำตาลทราย ยกเว้นการใช้ซอร์บิทอลทดแทนที่ระดับ 100% และพบว่าการใช้ซอร์บิทอลมีแนวโน้มทำให้มีค่า Tensile strength มากกว่าการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่น แสดงว่าเส้นฝอยทองมีความแข็งแรงมากขึ้น เนื่องจากน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลเล็ก (ซอร์บิทอล) สามารถแทรกตัวระหว่างพอลิเมอร์ของโปรตีน เกิดพันธะไฮโดรเจนเป็นพันธะที่มีความแข็งแรงทำให้เจลของโปรตีนมีความแข็งแรง เส้นฝอยทองจึงมีค่า Tensile strength สูง ถึงแม้ว่าน้ำตาลซูโครส มอลทิทอล และไอโซมอลที่มีขนาดโมเลกุลใกล้เคียงกัน แต่มอลทิทอล และไอโซมอลที่ถูกรีดิวซ์หมู่แอลดีไฮด์ไปเป็นหมู่ไฮดรอกซิลที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างสายพอลิเมอร์ของโปรตีนได้ดีกว่า จึงทำให้มีค่า Tensile strength มากกว่าสูตรควบคุม ดังรูปที่ 3



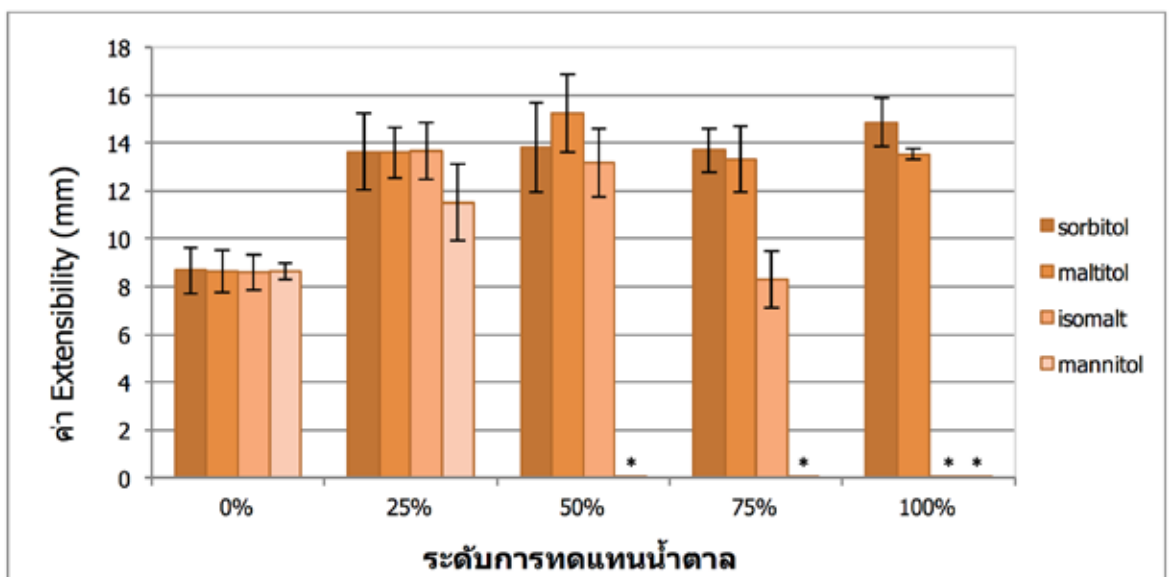
รูปที่ 3 ค่า Tensile strength (N) ของฝอยทองที่เติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายแตกต่างกัน
หมายเหตุ * ไม่เป็นเส้นฝอยทอง

จากผลการทดลอง การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อค่า Toughness (ความเหนียว) แสดงถึงความเหนียวของเส้นฝอยทองสด ถ้ามีค่า Toughness มากแสดงว่าเส้นฝอยทองมีความเหนียวมาก การใช้สารให้ความหวานทำให้ฝอยทองมีค่า Toughness มากขึ้น และเมื่อทดแทนในปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้มีค่า Toughness เพิ่มขึ้นด้วย ยกเว้นการใช้มอลทิทอลทดแทนที่ระดับ 100% ส่วนการใช้ไอโซมอลท์ที่ระดับ 75% และ ใช้แมนนิทอลที่ระดับ 50% ค่า Toughness ลดลงสอดคล้องกับค่า Extensibility ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ค่า Toughness (N.mm) ของฝอยทองที่เติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายแตกต่างกัน
หมายเหตุ * ไม่เป็นเส้นฝอยทอง

จากผลการทดลอง การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อค่า Extensibility (การยืดตัว) แสดงถึงความยืดหยุ่นของเส้นฝอยทองสด ถ้ามีค่า Extensibility มากแสดงว่าเส้นฝอยทองมีความยืดหยุ่นมาก การใช้สารให้ความหวานทำให้ฝอยทองมีค่า Extensibility เพิ่มขึ้น และเมื่อทดแทนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้มีค่า Extensibility เพิ่มขึ้นด้วย ยกเว้นการใช้ไอโซมอลท์ที่ระดับ 100% และใช้แมนนิทอลที่ระดับ 50% ค่า Extensibility ลดลงเนื่องจากการตกผลึกของไอโซมอลท์ และ แมนนิทอล ทำให้เจลของโปรตีนไข่แดงเกิดการฉีกขาด ส่งผลให้เส้นขนมมีความแข็งแต่เปราะ ขาดง่าย ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ค่า Extensibility (mm) ของฝอยทองที่เติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายแตกต่างกัน
หมายเหตุ * ไม่เป็นเส้นฝอยทอง

3.2.6 ผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อความชอบด้านประสาทสัมผัสของฝอยทอง

จากผลการทดสอบ พบว่าผู้ประกอบการขนมไทยเลือกการใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในระดับที่ 100% ในการผลิตผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงสูตรควบคุมทั้งด้านลักษณะของเส้น สี และเนื้อสัมผัสของฝอยทองสดใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน

3.3 ผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด

จากผลการทดลองของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดพบว่า ฝอยทองสดสูตรควบคุม (ไม่มีการใช้สารให้ความหวาน) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 15 CFU/g มีปริมาณเชื้อ *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, ยีสต์และรา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แต่มีแนวโน้มปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด โดยมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 4 วัน ดังตารางที่ 9 และเมื่อเปรียบเทียบฝอยทองสดที่มีการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล พบว่า การใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลทรายที่ระดับร้อยละ 100 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดที่อุณหภูมิห้องได้นานมากกว่า 1 สัปดาห์ ดังตารางที่ 9 โดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ทดสอบด้านจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่องขนมไทย (มพช. 1/2552) [2] เนื่องจากซอร์บิทอลช่วยลดปริมาณ a_w ดังตารางที่ 5 ส่งผลให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดลดลง เป็นสาเหตุทำให้อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ลดลงผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดจึงสามารถเก็บได้นานขึ้น

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดสอบจุลินทรีย์ ตามระยะเวลาของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฝอยทองสดสูตรควบคุม (ที่ไม่มีการเติมสารทดแทนน้ำตาล) และใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลในระดับร้อยละ 100

รายการทดสอบ	ปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ฝอยทองสด							
	Control				100% Sorbitol			
	0 วัน	4 วัน	8 วัน	12 วัน	0 วัน	4 วัน	8 วัน	12 วัน
Total viable plate count (CFU/g)	15	4.4x10 ³	*	*	4.0x10 ^{est}	3.4x10 ³	4.9x10 ³	*
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	< 3.0	< 3.0	*	*	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0
<i>Salmonella spp.</i> (MPN/g)	ไม่พบ	ไม่พบ	*	*	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	<10	<10	*	*	<10	<10	<10	<10
<i>Bacillus cereus</i> (CFU/g)	<10	<10	*	*	<10	<10	<10	5.0
Yeast (CFU/g)	<10	<10	*	*	2.0x10 ^{est.}	2.1x10 ^{2est.}	5.8x10 ^{2est.}	1.3x10 ^{3est.}
Mold (CFU/g)	<10	<10	*	*	<10	<10	4.6x10 ²	*

หมายเหตุ * คือ ปริมาณจุลินทรีย์เกินมาตรฐานกำหนด

4. สรุป (Conclusion)

การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายที่แตกต่างกัน 4 ชนิด คือ ซอร์บิทอล มอลทิทอล ไอโซมอลท์และแมนนิทอล แต่ละชนิดทดแทนน้ำตาลทรายที่ระดับร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ตามลำดับ พบว่าการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ผลิตภัณฑ์ฝอยของสดมีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทีวิตีที่ลดลงมีความสว่าง (L^*) ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ค่าสีแดง (a^*) มีค่าเพิ่มขึ้นค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าลดลงและยังทำให้ฝอยของสดมีลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแข็งแรง (Tensile strength) ความยืดตัว (Extensibility) และความเหนียว (Toughness) เพิ่มขึ้นนอกจากนี้ พบว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ฝอยของสดที่มีการใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลทรายที่ระดับร้อยละ 100 จึงนำมาศึกษาผลของการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฝอยของสด พบว่า การใช้ซอร์บิทอลทดแทนน้ำตาลทรายที่ร้อยละ 100 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฝอยของสดที่อุณหภูมิห้องได้นานขึ้นจากเดิม 4 วัน เป็นมากกว่า 1 สัปดาห์ โดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ทดสอบด้านจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่องขนมไทย (มผช. 1/2552) [2] การพัฒนาการผลิตฝอยของสด โดยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทราย ช่วยลดค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทีวิตีของฝอยของสด ทำให้ชะลอการเจริญของจุลินทรีย์สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฝอยของสดได้นานขึ้น โดยคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเป็นการเพิ่มช่องทางในการขยายตลาดผลิตภัณฑ์ขนมไทยให้กว้างขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกรมวิทยาศาสตร์บริการที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณกลุ่มงานคุณภาพทางประสาทสัมผัสในอาหาร ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการวิเคราะห์ทดสอบด้านเนื้อสัมผัส และค่าสี และขอบคุณกลุ่มผู้ประกอบการขนมไทยในลักษณะที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] นิดดา หงษ์วิวัฒน์. *เส้นทางขนมไทย*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี, 2553. หน้า 110-111.
- [2] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มผช. 1/2552. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย*. หน้า 1-4.
- [3] MORR, C. V. and E. Y. W. HA. Whey-protein concentrates and isolates-Processing and functional-properties. *CRC Critical Review in Food Science and Nutrition*. 1993, 33(6): 431-476.
- [4] LOWE, B. *Experimental cookery*. 4th ed. New York : John Wiley and Sons, 1955, 573 p.
- [5] LEE, J. C. and S. N. TIMASHEFF. The stabilization of proteins by sucrose. *Journal of Biological Chemistry*. 1981, 256(14): 7193-7201.
- [6] STADELMAN, W. J. and O. J. COTTERILL. *Egg Science and Technology*. 4th ed. New York : Food Produce Press, 1990, 591 p.
- [7] GHOSH, SANDSUDHA, M. L. A review on polyols: new frontier for health-based bakery products. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2012, 63, 1-8.
- [8] KINSELLA, J. E. Functional properties of food protein: thermal modification involving denaturation and gelation, In: *Research in Food and Nutrition Volume 5*. Kinsella, J. E. (editor). Dublin : Book Press, 1983, pp. 226-246.