การพัฒนาขนมฝอยทองพลังงานต่ำด้วยน้ำตาลแอลกอฮอล์

The Development of Low Calorie Foy-Thong with Sugar Alcohol

อุมาพร อาลัย* สุพิชฌาย์ ป้องจันลา และเจริญพงศ์ จันทิพย์วงษ์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
**aeh351@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาขนมฝอยทองน้ำตาลต่ำด้วยสารทดแทนความหวานกลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์ โดยศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของซอร์บิทอล และมอลติทอลต่อการผลิตฝอยทอง แปรระดับการแทนที่เป็น 0 25 50 75 และ 100% ของปริมาณของแข็งทั้งหมด ติดตามค่าสี (L, a*, b*) ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล ความต่างของสี (ΔE) กิจกรรมของน้ำ (Aw) เนื้อสัมผัสด้านความยืดหยุ่น และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มปริมาณ ซอร์บิทอล ส่งผลให้กิจกรรมของน้ำ ค่าสีแดง (a*) และความต่างของสี ลดลง ในขณะที่ ค่าความสว่าง (L*) สีเหลือง (b*) และความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น การเพิ่มปริมาณมอลติทอล ส่งผลให้ค่าสีเหลือง และความต่างของสีเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความสว่าง ค่าสีแดง กิจกรรมของน้ำ และความยืดหยุ่นลดลง น้ำตาลแอลกอฮอล์ทั้งสองชนิดไม่ส่งผลต่อดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของฝอยทอง ฝอยทองพลังงานต่ำที่ได้รับการยอมรับดีที่สุดคือ ซอร์บิทอล และมอลติตอลที่ทดแทนน้ำตาลทรายได้ 100% โดยมีคะแนนการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 4.86 และ 6.26*

คำสำคัญ: ขนมไทย น้ำตาลแอลกอฮอล์ สารทดแทนความหวาน ฝอยทอง

Abstract

The research aimed to develop low sugar Foy-thong by added sugar alcohol as sweetener. The optimal sweetener concentrations i.e. sorbitol and maltitol were varied as 0, 25, 50 and 100% total solid content. The color (L, a*, b*), browning index, color different (ΔE), water activity (Aw), texture in elasticity value and sensorial evaluation were monitored. The results were found that increasing of the sorbitol concentrations affected the water activity, redness (a*) and color different decreased meanwhile the lightness (L*), yellowness (b*) and elasticity were increased. The rise up of maltitol levels induced the yellowness and color difference to increase while the lightness, redness, water activity and elasticity to go down. Both sweeteners did not affect the browning index value. The best concentration of sorbitol and maltitol to produce low sugar Foy-thong was 100% of total solid. Herewith the overall acceptability of sorbitol and maltitol was 4.86 and 6.26 respectively.*

Keywords: Thai dessert, sugar alcohol, sweetener, Foy-thong

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาด้านสาธารณสุข โดยเฉพาะอุบัติการณ์ของโรคเรื้อรัง (NCDs) เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ ปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคเรื้อรัง คือ การบริโภคน้ำตาลที่มากเกินความต้องการของร่างกาย โดยเฉพาะประชากรไทยซึ่งมีพฤติกรรมการบริโภคน้ำตาลเพิ่มขึ้นจากเดิม ผลการสำรวจ พ.ศ. 2549 พบว่าคนไทยมีอัตราการบริโภคน้ำตาล 28.1 กิโลกรัม/คน/ปี และปี 2553 เพิ่มขึ้นเป็น 33.8 กิโลกรัม/คน/ปี (ขนิษฐ์ , 2555) ซึ่งมากกว่าปริมาณที่แนะนำบริโภคต่อวันคือไม่เกิน 6 ช้อนชา (24 กรัม) สอดคล้องกับองค์การณ์เพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา และองค์การอนามัยโลกที่รายงานว่าอัตราการบริโภคน้ำตาลต่อประชากรใน 5 ประเทศ ได้แก่ ไทย เวียดนาม อินโดนีเซีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ในปี 2555 - 2575 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ปรารถนา, 2557) วิธีลดปริมาณน้ำตาลสามารถทำได้โดยการปรับพฤติกรรมของผู้บริโภค หรือ การรับประทานสารทดแทนความหวานแทนการบริโภคน้ำตาล สารให้ความหวานแทนน้ำตาล (sweetener) เป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ใช้มากเนื่องจากให้รสหวาน แต่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ (nonnutritive sweetener) และไม่ให้พลังงาน โดยนิยมใช้แทนน้ำตาลซึ่งผู้ป่วยโรคเบาหวานบริโภคไม่ได้ จึงเป็นสารที่มีคุณค่าทางการแพทย์ นอกจากนั้นยังใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหารสำหรับผู้เป็นโรคอ้วน และใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหาร เพื่อลดต้นทุนการผลิต (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2558) สารให้ความหวานที่จัดอยู่ในกลุ่มของน้ำตาลแอลกอฮอล์ เป็นสารให้พลังงานต่ำกว่า 4 กิโลแคลอรี่ โดยทั่วไปนิยมนำมาใช้เพิ่มเนื้อ (bulking agent) ให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ฟรุกโทสมอลติทอล และซอร์บิทอล (nutrition, 2015) ซอร์บิทอล และมอลติทอลมีรสชาติหวาน และเมื่อละลายจะให้ความรู้สึก เย็น ซ่า(cooling effect) เนื่องจากระหว่างพลังงานจะดูดพลังงานความร้อนเพื่อใช้เป็นความร้อนแฝงของการละลายให้พลังงาน 2.6 แคลอรี่ต่อกรัม (เทียบกับน้ำตาลทรายซึ่งให้ 4 แคลอรี่ต่อกรัม) ร่างกายจะย่อยและดูดซึมได้ช้ากว่าน้ำตาล จึงไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ไม่ทำให้ฟันผุ สามารถใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ แยม และผสมเครื่องดื่มต่าง ๆ ที่ต้องการรสหวานแต่ให้พลังงานต่ำ นอกจากนี้ มอลติทอลยังช่วยในการป้องกันการตกผลึกและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ใช้ในลูกอมและลูกกวาดโดยไม่เกิดสีน้ำตาลไหม้และไม่ตกผลึกเหนียว (siam sorbitol, 2016) มนัญญาและคณะ (2559) ศึกษาผลของสารให้ความหวานฟรุกโตสไซรัปและซูคราโลสที่มีต่อคุณลักษณะบางประการของแยมผลไม้ผสม โดยพบว่าสารทดแทนความหวานสามารถทดแทนน้ำตาลในแยมได้ 50% นอกจากนี้ยังพบการใช้สารทดแทนความหวานในกลุ่มของซอร์บิทอล ไอโซมอล และมอลติทอลในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ขนมโมจิ คุ้กกี้ และวุ้นกะทิ (เอกพันธ์และเอมนิกา, 2557; ปิยนุสร์ และนคร, 2558; จิรวัฒน์และคณะ, 2551; Pinheiro et al, 2005) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สารให้ความหวานกลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์ทดแทนน้ำตาลในขนมฝอยทอง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคและใช้ในงานมงคลต่าง ๆ การพัฒนาขนมฝอยทองด้วยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลนี้ นอกจากสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเด็ก ผู้สูงวัย ผู้ป่วยเบาหวานและผู้รักสุขภาพได้ แล้วยังสามารถเพิ่มมูลค่าทางการตลาดของขนมไทยทั้งในและต่างประเทศได้

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

2.1 การเตรียมฝอยทองและสารทดแทนความหวาน

กระบวนการผลิตฝอยทองทำโดยนำไข่แดงผสมกับไข่น้ำค้างอัตราส่วน 4:1 คนให้เข้ากัน แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นขึ้นรูปฝอยทองโดยวนฝอยทองบนน้ำเชื่อมที่ 1 ความเข้มข้น 75 °Bx อุณหภูมิ 130 °C นาน จำนวน 10 รอบ จากนั้นพักไว้ที่ขอบกระทะ 15 วินาที แล้วนำไปวนในน้ำเชื่อมที่ 2 ความเข้มข้น 51°Bx จำนวน 2 ครั้ง จากนั้นสะเด็ดน้ำเชื่อมเป็นระยะเวลา 20 วินาที

ศึกษาชนิดสารทดแทนความหวานในน้ำเชื่อมทั้ง 2 น้ำเชื่อม แปรชนิดของสารทดแทนความหวานเป็นซอร์บิทอลหรือมอลติทอล โดยน้ำเชื่อมที่ 1 ความเข้มข้น 75 °Bx แปรระดับการแทนที่ของสารทดแทนความหวามแต่ละชนิด เป็น 0 25

50 75 และ100 % ของของแข็ง ในขณะที่น้ำเชื่อมที่ 2 ความเข้มข้น 51 °Bx กำหนดให้ใช้สารทดแทนความหวานชนิดเดียวกับน้ำเชื่อมที่ 1 โดยให้มีปริมาตรของแข็งเท่ากับน้ำเชื่อมปกติ

2.2 ค่าสีและดัชนีเกิดสีน้ำตาล

วัดสีในระบบ CIE Lab (L*, a*, b*) และค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ด้วยเครื่องวัดสี hunter lab (color quest XE) (AOAC, 2002) โดย L* คือ ค่าความสว่าง ถึงดำ a* คือ ค่าสีเขียวถึงสีแดง b* คือสีน้ำเงินถึงเหลือง

ค่าดัชนีสีน้ำตาล (browning index) โดยการคำนวณค่าดัชนีสีน้ำตาล (BI) จาก BI = [100 (x – 0.31) / 0.172 .....(1) ; เมื่อ x = (a+1.75L) / (5.645L+ a-3.012b)

2.3 กิจกรรมของน้ำ และค่าเนื้อสัมผัส

ค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity; Aw) วัดด้วยเครื่องวัดกิจกรรมของน้ำ (Aqua lab รุ่น series 3 เนื้อสัมผัสด้านค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) วัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT.plus) ใช้หัววัด Spaghetti / Noodle Tensile Rig Part code : A / SPR กำหนดอัตราเร็วก่อนวัด (pre-test speed) 1.0 mm/s ระหว่างการทดลอง (test speed 3.0 mm/s หลังการทดลอง (post-test speed) 10 mm/s และระยะทางการดึงของหัววัด 25 mm

2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory) ด้านกลิ่นขณะเคี้ยว เนื้อสัมผัสขณะเคี้ยว ลักษณะปรากฏ รสชาติแปลกปลอม ความหวานและความชอบโดยรวม ด้วยแบบทดสอบชนิด 7 hedonic scale เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองของการวัดคุณภาพทางเคมีแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ในขณะที่การทดสอบทางประสาทสัมผัสถูกออกแบบการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randominzed Completely Block Design) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95% ทดลอง 3 ซ้ำ

3. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 ค่าสีและดัชนีเกิดสีน้ำตาล

ค่าสี (L*, a*, b*) ของฝอยทองที่ใช้ซอร์บิทอล และมอลติทอลแสดงดังตารางที่ 1 จากผลการทดลองพบว่าการใช้ซอร์บิทอลและมอลติทอล ส่งผลทำให้ฝอยทองมีค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าสีแดง(a*)ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับฝอยทองสูตรควบคุมที่ใช้น้ำตาลทราย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลแอลกอฮอล์คุณสมบัติในการทนต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Rozzi, 2007, Lin et al, 2003) แต่เมื่อเพิ่มระดับของซอร์บิทอลและมอลติทอลพบว่า การเพิ่มปริมาณซอร์บิทอลไม่ส่งผลต่อค่าความสว่างและค่าสีแดง แต่ส่งผลทำให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) การเพิ่มระดับของมอลติทอลไม่ส่งผลต่อค่าสีแดง แต่ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความสว่างลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารทดแทนความหวานขัดขวางการจัดเรียงตัวของผลึกซูโครส ส่งผลทำให้เกิดการกระเจิงแสงมากขึ้น (ณัฐรัตน์, 2559) จากการทดลองฝอยทองที่ใช้สารทดแทนความหวานมีความสว่างกว่าฝอยทองที่ใช้น้ำตาลทราย โดยฝอยทองที่ใช้มอลติทอลให้ลักษณะสีเหลืองคล้ำกว่าฝอยทองที่ได้จากซอร์บิทอล เมื่อพิจารณาค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลและความต่างของสีแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า การใช้ซอร์บิทอล และมอลติทอล ส่งผลต่อค่าความต่างของสี แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล โดยการเพิ่มปริมาณซอร์บิทอลส่งผลให้ค่าความต่างของสีลดลง ในขณะที่การเพิ่มปริมาณมอลติทอล ส่งผลให้ค่าความต่างของสีเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากสมบัติการกระเจิงแสง และการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างในฝอยทองที่ใช้มอลติทอลมีค่าสูงกว่า

ตารางที่ 1 ค่าสี (L*, a*, b*) ของฝอยทองที่ใช้ซอร์บิทอล และมอลติทอล แปรระดับเป็น 0, 25, 50, 75 และ 100%

ระดับการแทนที่(%)	ซอร์บิทอล			มอลติทอล		
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a*)	ค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง (b*)	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a*)	ค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง (b*)
0	58.35 ^{b} ±0.71	17.34 ^{a} ±0.87	51.40 ^{b} ±2.38	58.35 ^{a} ±0.71	17.34 ^{a} ±0.87	51.40 ^{b} ±2.38
25	59.63 ^{a} ±0.71	16.81 ^{b} ±0.77	54.03 ^{a} ±2.19	56.28 ^{b} ±0.95	15.23 ^{b} ±0.69	51.67 ^{b} ±2.34
50	59.69 ^{a} ±0.63	16.29 ^{b} ±1.10	53.13 ^{b} ±3.24	56.01 ^{b} ±0.97	15.00 ^{b} ±0.60	51.48 ^{ab} ±1.92
75	59.90 ^{a} ±0.83	16.34 ^{b} ±0.52	51.90 ^{b} ±2.21	55.89 ^{ab} ±1.45	15.42 ^{b} ±0.89	52.63 ^{a} ±2.28
100	59.81 ^{a} ±0.57	16.18 ^{b} ±0.84	52.42 ^{b} ±2.24	56.38 ^{b} ±0.94	16.19 ^{b} ±0.73	52.04 ^{b} ±2.70

^{a,b,c,d} ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ความต่างของสี(ΔE) และ ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (BI)ของฝอยทองที่ใช้ซอร์บิทอล และมอลติทอล แปรระดับเป็น 0, 25, 50, 75 และ 100%

ระดับการแทนที่(%)	ซอร์บิทอล		มอลติทอล	
	ความต่างของสี (ΔE)	ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (BI)^{ns}	ความต่างของสี (ΔE)	ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (BI)^{ns}
0	2.56 ^{b} ±1.75	507.83 ±40.41	2.56 ^{b} ±1.75	507.80 ±40.44
25	3.33 ^{a} ±1.62	501.58 ±49.60	2.56 ^{b} ±1.41	502.24 ±56.25
50	3.86 ^{a} ±2.50	505.95 ±53.52	2.37 ^{b} ±1.45	505.19 ±59.05
75	2.19 ^{b} ±1.37	505.90 ±47.25	3.74 ^{b} ±2.17	504.81 ±60.31
100	2.40 ^{b} ±1.41	499.72 ±57.21	4.27 ^{a} ±2.80	500.39 ±52.02

^{a,b,c,d} ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

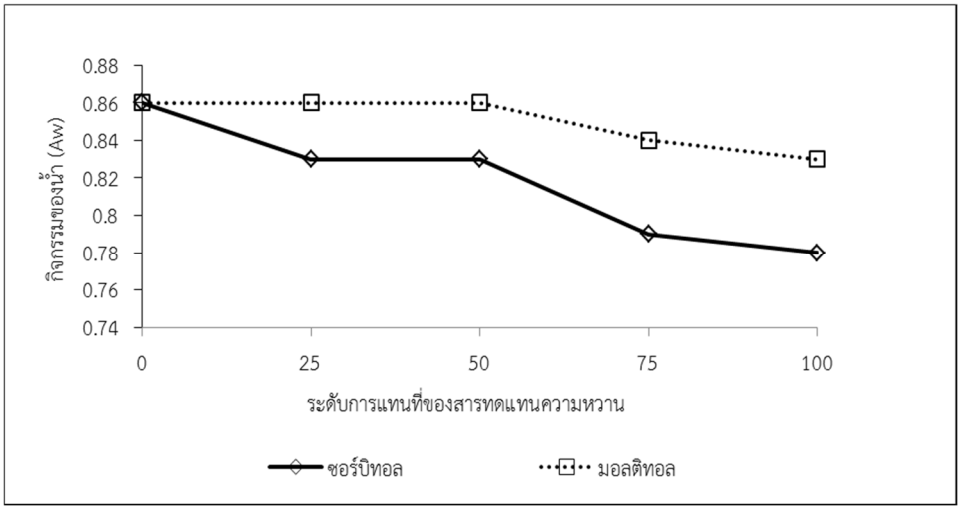
^{ns} ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ระดับการแทนที่(%)	0	25	50	75	100
ซอร์บิทอล					
มอลติทอล					

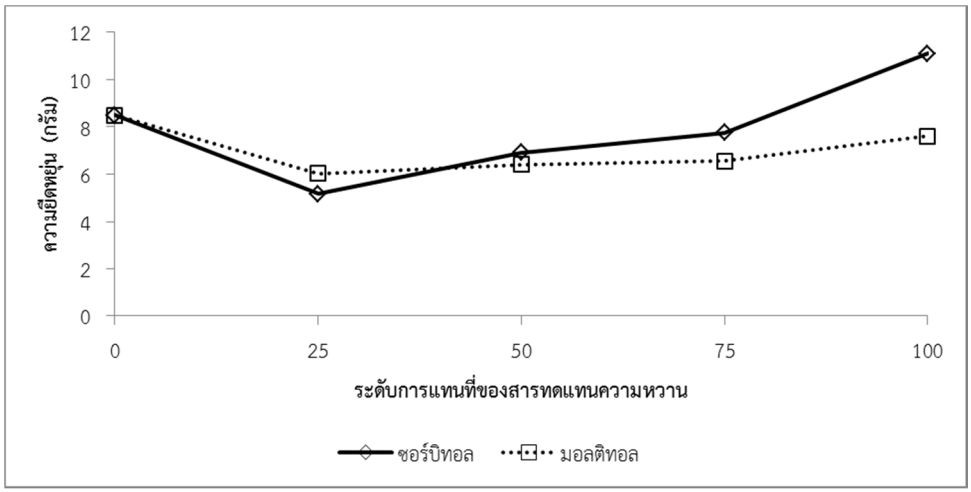
ภาพที่ 1 ฝอยทองที่ใช้ซอร์บิทอล และมอลติทอล แปรระดับเป็น 0, 25, 50, 75 และ 100%

3.2 กิจกรรมของน้ำ และค่าเนื้อสัมผัส

ค่ากิจกรรมของน้ำ และความยืดหยุ่นแสดงดังภาพที่ 2 และ 3 พบว่า การเพิ่มระดับของสารทดแทนความหวานมส่งผลทำให้ค่ากิจกรรมของน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารประกอบกลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์ มีหมู่ไฮดรอกซิลที่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำในฝอยทองได้ จึงทำให้ค่ากิจกรรมของน้ำลดลง โดยเฉพาะซอร์บิทอล ซึ่งจัดเป็นกลุ่มพอลิไอดรอกซีแอลกอฮอล์ (polyhydroxy alcohol) จึงทำให้ค่ากิจกรรมของน้ำลดลงได้มาก (Chen,1987 ; Carvain and Young, 2000) จากสมบัติดังกล่าวส่งผลทำให้ค่าความยืดหยุ่นของฝอยทองเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับของซอร์บิทอล และมอลติทอล สอดคล้องกับ เอกพันธ์ และเอมนิกา (2557) ที่รายงานว่าสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลมีแนวโน้มทำให้ค่าความแข็งของเจลลดลงตามระดับของการแทนที่ที่เพิ่มมากขึ้นในวุ้นกะทิ



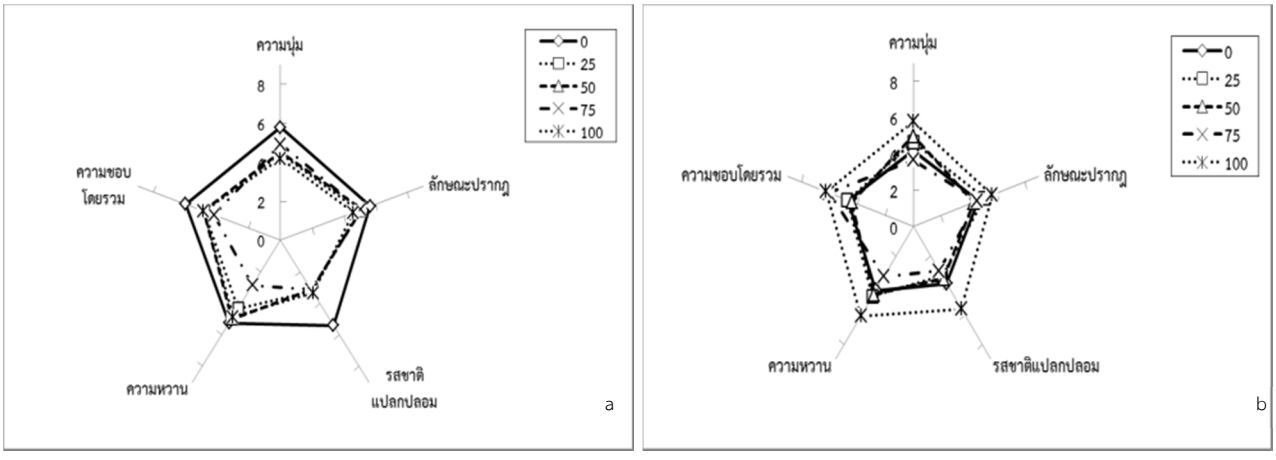
ภาพที่ 2 ค่ากิจกรรมของน้ำของฝอยทองที่ใช้ซอร์บิทอล และมอลติทอล แปรระดับเป็น 0, 25, 50, 75 และ 100



ภาพที่ 3 ค่าความยืดหยุ่นของฝอยทองที่ใช้ซอร์บิทอล และมอลติทอล แปรระดับเป็น 0, 25, 50, 75 และ 100%

3.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังภาพที่ 4 ผลการทดสอบพบว่า การเพิ่มระดับของซอร์บิทอล ทำให้ผู้ทดสอบชิมรับรู้ถึงรสชาติแปลกปลอมของฝอยทอง ส่งผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมของฝอยทองที่ใช้ซอร์บิทอลลดลง ในขณะที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบโดยรวมของฝอยทองที่ใช้มอลติทอลสูงกว่าฝอยทองสูตรควบคุมที่ใช้น้ำตาลทราย โดยให้ความเห็นว่า ฝอยทองสีสวย ไม่หวานจนเกินไป และไม่สามารถรับรสชาติแปลกปลอมของมอลติทอลได้ สอดคล้องกับการวัดค่าสี ที่พบว่าฝอยทองที่ใช้สารทดแทนความหวานมีความสว่างกว่าฝอยทองที่ใช้น้ำตาลทราย โดยฝอยทองที่ใช้มอลติทอลให้ลักษณะสีเหลืองคล้ำกว่าฝอยทองที่ได้จากซอร์บิทอล สูตรที่ดีที่สุดของฝอยทองน้ำตาลต่ำที่ใช้ซอร์บิทอล และมอลติทอล คือระดับการแทนที่ 100% โดยมีคะแนนการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 4.86 และ 6.26 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของฝอยทองที่ใช้ซอร์บิทอล (a) และมอลติทอล (b) แปรระดับเป็น 0, 25, 50, 7และ 100%

4. สรุปผลการทดลอง

การเพิ่มปริมาณสารให้ความหวานส่งผลต่อค่าสีและความต่างของสี โดยไม่ทำให้ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเปลี่ยนแปลง การใช้สารทดแทนความหวานมีผลทำให้ค่าความยืดหยุ่นของฝอยทองเพิ่มขึ้น แต่ค่ากิจกรรมของน้ำลดลง ฝอยทองพลังงานต่ำที่ได้รับการยอมรับ และถูกทดแทนน้ำตาลทรายได้มากที่สุด คือ ซอร์บิทอล และมอลติตอลที่ทดแทนน้ำตาลทรายได้ 100%

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

ขนิษฐ์ รัตนรังสิมา. (2555). สถานการณ์การบริโภคน้ำตาลของประชากรไทย ปี 2540-2553. **วิทยาสารทันตสาธารณสุข**, 17 (2), 23-30.

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์ สุธาสินี ชูจิตร ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ และวรพจน์ สุนทรสุข.(2551). **การลด water activity ผลิตภัณฑ์ขนมโมจิด้วยสารฮิวเมกเตนท์.** เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพ.

ณัฐรัตน์ ศรีสังวาลย์.(2553). **การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการโดยสารทดแทนความหวาน.** ค้นเมื่อ กรกฎาคม 20, 2558, จากhttp://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Nuttarat_Srisangwan/fulltext.pdf

มนัญญา คาวชิระพิทักษ์ พะยอม รอดเล็ก มรกต กิจเจา สุวิชญา สิงห์ทอง เบญจางค์ อัจฉริยะโพธา จุฑารัตน์ พงษ์โนรี กนกวรรณ ปุณณะตระกูล ทรงพลธนฤทธ์ มฤครัฐอินแปลง เบญจพรรณ บุรวัฒน์. (2559). ผลของสารให้ความหวานฟรุกโตสไซรัป และซูครา โลส ที่มีต่อคุณลักษณะบางประการของแยมผลไม้ผสม. **วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**, 11 (2), 15-23.

ปิยนุสร์ น้อยด้วง และนคร บรรดิจ.(2558). **การใช้มอลทิทอล และซูคาโลสในการผลิตคุ้กกี้เนยแคลอรี่ต่ำ.** สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารี, 4 (2), 42-51.

ปรารถนา อึ้งชูศักดิ์. (2557). **สถานการณ์การผลิตและบริโภคน้ำตาลในกลุ่มประเทศอาเซียน.** กรุงเทพ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปานนท์. (2558). **ไฮโดรคอลลอยด์ hydrocolloid**. ค้นเมื่อ พฤษภาคม29, 2558. จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0375/hqydrocolloid-ไฮโดรคอลลอยด์

เอกพันธ์ แก้วมณีชัย และเอมนิกา เทียนไสว. (2557). **การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในวุ้นกะทิ**. บทคัดย่อการประชุมใหญ่โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา ครั้งที่ 2 โดยความร่วมมือของ 70 มหาวิทยาลัย. หน้า 298. กรุงเทพ :สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

AOAC. (2002). **Official Method of Analysis**. 16th Edition, Washington DC :Association of Official Analytical.

Cauvian, S.P. and Young, L.S. (2000**). Bakery Food Manufacturing and Quality: Water Control and Effects**. Oxford: Blackwell Science.

Chen, C.S. (1987). Relationship between water activity and freezing point depression of food systems. **Journal of Food Science**, 52 (2), 433-435.

Lin, S.D., Hwang, C.F. and Yeh, C.H. (2003). Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. **Journal of Food Science**, 68, 2107-2110.

Nutrition (2015). **สารทดแทนความหวาน ซูคราโลส.** ค้นเมื่อกรกฎาคม 20,2558,จาก nutrition. anamai. moph. go.th/temp/files/Training_center/54/.../work.pdfprn.2015,doc/SASIPORN__RATTANASUWAN_G1.doc utcc2,2015.

Pinheiro, M. V. S., Oliveira, M. N., Penna, A. L. B., and Tamime, A. Y. (2005). The effect of different sweeteners in low-calorie yogurts a review. **International Journal of Dairy Technology**, 58, 193-199.

Rozzi, N.L. (2007). **Sweet Facts about Maltitol**. Retrieved November 11, 2014, from http://nfscfaculty.tamu. edu/talcott/courses/FSTC605/Food%20Product%20Design/Maltitol.pd**f.**

Siam sorbitol.(2016). **Maltitol Syrup (มอลทิทอลไซรัป).** ค้นเมื่อ พฤษภาคม 29 , 2558 จากhttp://www. siamsorbitol.com/Default.aspx?pageid=5.