

การใช้ไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ที่ได้จากการตัดแปรรูปน้ำมันปาล์ม ทดแทนเนยโกโก้ในช็อกโกแลตชนิดเคลือบ

เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล¹ ก่องกาญจน์ กิจรุ่งโรจน์² และ ชีรวัดน์ ชูทอง³

Abstract

Jitbunjerdkul, S., Kijroongrojana, K. and Chutong, T.
**Replacement of cocoa butter with cocoa butter - like fat from
modified palm oil in coating chocolate**
Songklanakarin J. Sci. Technol., 2007, 29(4) : 1153-1161

Chocolate is a confectionery product, mainly containing cocoa mass or liquor, cocoa butter (CB) and sugar. Nowadays vegetable fats and modified oil are used instead of CB in chocolate products to lower the cost and to obtain the varieties of products with different characteristics and textures. Cocoa butter-like fat from modified palm oil (CBFMPO) at different levels of CB replacement (60,80 and 100%) were used to develop a formulation of coating chocolate. When physical and sensory properties were evaluated, the viscosity and coating ability on biscuit sticks were remarkably decreased with increasing CBFMPO content. Hedonic mean scores of mouthfeel and coating ability of the chocolate containing 100% CBFMPO were greater than those of chocolate containing 60 and 80% CBFMPO ($p < 0.05$). During storage of biscuit sticks dipped in the chocolate coating (chocolate containing 100% CBFMPO) at room temperature (27-29°C) and

Department of Food Technology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand.

¹วท.ม. (เคมีเทคนิค) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ²Ph.D. (Food Technology) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ³นักศึกษาระดับปริญญาโทหลักสูตร วท.ม. สาขาเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail : soawaluck.j@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 4 กรกฎาคม 2549 รับลงพิมพ์ 11 กุมภาพันธ์ 2550

low temperature (20-22°C) for 30 days, blooming (as shown by whiteness index) occurred to a greater extent at higher temperature. At both storage temperatures, the intensity scores of glossiness and hedonic mean scores of overall liking of samples decreased but intensity scores of off-odor increased during the first 6 of days storage ($p<0.05$).

Key words : cocoa butter-like fat from modified palm oil, coating chocolate, cocoa butter

บทคัดย่อ

เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล ก่องกาญจน์ กิจรุ่งโรจน์ และ วีรวัฒน์ ชูทอง
การใช้ไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ที่ได้จากการดัดแปรน้ำมันปาล์มทดแทนเนยโกโก้
ในช็อกโกแลตชนิดเคลือบ

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2550 29(4) : 1153-1161

ช็อกโกแลตเป็นผลิตภัณฑ์ขนมหวานชนิดหนึ่ง ซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นโกโก้แมสหรือโกโก้ลิควอร์ เนยโกโก้ และน้ำตาล ปัจจุบันมีการใช้ไขมันพืชหรือน้ำมันดัดแปรทดแทนเนยโกโก้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีราคาถูก และเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะและเนื้อสัมผัสที่หลากหลายมากขึ้น จากการศึกษาการใช้ไขมันปาล์มดัดแปร (Cocoa butter-like fat from modified palm oil; CBFMPO) ทดแทนเนยโกโก้ด้วยปริมาณทดแทน 60 80 และ 100% ในผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตสำหรับใช้เคลือบแล้วทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อปริมาณ CBFMPO มากขึ้น ผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตที่ได้จะมีความหนืดและปริมาณการเคลือบติดบนแท่งขนมลดลง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคะแนนความชอบด้านความรู้สึกในปากและการเคลือบติดบนแท่งขนมรอบของตัวอย่างที่มีการใช้ CBFMPO 100% มีค่าสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้การทดแทนด้วย CBFMPO 60 และ 80% ($p<0.05$) เมื่อเก็บรักษาช็อกโกแลตที่เตรียมจากการใช้ CBFMPO 100% ไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-20°C) และที่อุณหภูมิต่ำ (20-22°C) เป็นเวลา 30 วัน พบว่า มีการเกิดฝ้าขาวที่ผิว (ใช้ค่าดัชนีความขาวบ่งบอก) ของช็อกโกแลตที่เก็บที่อุณหภูมิสูง คือ 27-29°C จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิการเก็บทั้งสอง มีคะแนนความเข้มด้านความมันวาว และคะแนนความชอบรวมลดลง ส่วนคะแนนความเข้มด้านกลิ่นรสผิดปกติมีค่าเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา 6 วันแรกอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ช็อกโกแลตเป็นผลิตภัณฑ์ขนมหวาน (confectionery product) ชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคกันทั่วโลก ส่วนประกอบพื้นฐานของช็อกโกแลตประกอบด้วยโกโก้แมส (cocoa mass) หรือโกโก้ลิควอร์ (cocoa liquor) เนยโกโก้ (cocoa butter; CB) และน้ำตาล ทั้งนี้ CB มีบทบาทในการให้ความมันวาว (glossiness) เนื้อสัมผัส (texture) กลิ่นรส (flavor) และความรู้สึกในปาก (mouth feel) (Miquel et al., 2001) แต่เนื่องจากการกระบวนการผลิต CB ค่อนข้างยุ่งยาก และราคาของ CB จะแปรปรวนและแพง จึงมีการคิดค้นหาไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ (cocoa butter-like fat; CBF) มาใช้แทน CB เพื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาถูก โดยทั่วไป CBF ที่นิยมใช้ ได้แก่ ไขมันพืชที่ชื่ออิลลิป (illipe) โคคัม (kokum)

นอกจากนี้ยังมีการใช้ส่วนของไขมันแข็งที่ได้จากการแยกส่วนน้ำมันปาล์มซ้ำสองหรือสามครั้ง (palm mid fraction) และไขมันพืชผสม 2-3 ชนิด ทั้งนี้การเลือกใช้ CBF จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีการประยุกต์ใช้ CBF นั้น (Birkett, 2003) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้ CBF มากกว่า 5% จะไม่จัดเป็นช็อกโกแลตแท้ (real chocolate) และมักนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ช็อกโกแลตเป็นส่วนประกอบ เช่น ใช้สอดไส้ และเคลือบผิว เป็นต้น Underraga และคณะ (2001) แนะนำไว้ว่าไขมันที่เหมาะสมที่จะใช้เป็น CBF ในผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตได้แก่ไขมันพืชที่มีปริมาณกรดโอเลอิกสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีอยู่ในตำแหน่งคาร์บอนที่ 2 ของโครงสร้างโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์ นอกจากนี้ราคาต้องไม่

แพ่ง ทาง่าย และมีปริมาณมากพอ Wang และคณะ (2005) ศึกษาการใช้ไขมันจากเมล็ดชา (tea seed oil) มาผ่านกระบวนการอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันกับเมทิลเอสเทอร์ของกรดสเตียริกและพาลมิติกโดยวิธีการใช้เอนไซม์ไลเปส ได้ผลิตภัณฑ์ไขมันที่มีช่วงการหลอมเหลวใกล้เคียงกับช่วงการหลอมเหลวของ CB Ali และ Dimick (1994) ใช้ไขมันแข็งที่ได้จากการแยกส่วนน้ำมันปาล์ม นำมาผสมกับ CB ในอัตราส่วน 1:1 พบว่า ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าดัชนีไขมันแข็ง (solid fat index) ใกล้เคียงกับ CB Nesaretmam และ Razak (1992) ผลิต CBF จากการใช้ไขมันพืชที่ชื่อว่า อิลลิป (illipe) ผสมกับไขมันปาล์ม แล้วนำมาใช้ทดแทน CB ในการผลิตช็อกโกแลต พบว่า ช็อกโกแลตที่ได้มีความมันวาวเท่าเทียมกับที่ใช้ CB แต่มีความแข็งน้อยกว่า และเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ความมันวาวจะลดลง Samsudin และ Ali (1996) ใช้ไขมันปาล์มทดแทน CB ในการผลิตช็อกโกแลตขาว พบว่า ช็อกโกแลตที่ได้มีรูปแบบการหลอมละลายใกล้เคียงกับที่ใช้ CB และสามารถต้านการเกิดฝ้าขาวที่ผิว (bloom) ได้ดีตลอดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ ส่วน Sara และคณะ (1997) ใช้ไขมันแข็งที่ได้จากการแยกส่วนน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ผสมกับไขมันนม นำมาใช้แทน CB ในการผลิตช็อกโกแลต พบว่าช็อกโกแลตที่ได้มีรูปแบบการหลอมละลายใกล้เคียงกับที่ใช้ CB และสามารถเก็บได้นาน 13 สัปดาห์โดยไม่มีการเกิดฝ้าขาวที่ผิว Ali และคณะ (1998) รายงานว่าช็อกโกแลตสูตรที่ใช้ไขมันบอร์เนียว (borneo tallow) ปริมาณ 15% เติมผสมใน CB สามารถเก็บรักษาไว้โดยไม่เกิดฝ้าขาวที่ผิวได้นานกว่าสูตรที่ใช้ CB ส่วน Ali และคณะ (2001) ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัส โครงสร้างผลึก การเกิดฝ้าขาวที่ผิว และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของช็อกโกแลตที่เป็นส่วนเปลือกนอก ระหว่างการเก็บรักษาช็อกโกแลตสอดไส้ที่อุณหภูมิต่างๆ โดยใช้ช็อกโกแลตที่มีส่วนผสมของไขมันแข็งที่ได้จากการแยกส่วนน้ำมันปาล์มซ้ำครั้งที่สอง (palm mid fraction) อยู่ 30% ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส โครงสร้างผลึก และการเกิดฝ้าขาวที่ผิวของช็อกโกแลตอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C พบว่ามีการเคลื่อนย้ายของไขมันจากไส้ไปยังช็อกโกแลตในส่วนเปลือกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปผลึก สูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัส และมีเกิดฝ้าขาวที่ผิวเมื่อ

เก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 3 สำหรับผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้พบว่าช็อกโกแลตที่เก็บที่อุณหภูมิ 18°C มีคุณภาพดีกว่าช็อกโกแลตที่เก็บที่อุณหภูมิ 30°C

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาปริมาณการทดแทนเนยโกโก้ (cocoa butter; CB) ด้วยไขมันที่ได้มาจากการดัดแปรสมบัติของน้ำมันปาล์ม (cocoa butter-like fat from modified palm oil; CBFMPO) เพื่อผลิตช็อกโกแลตสำหรับใช้เคลือบขนมกรอบแท่ง รวมทั้งได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพช็อกโกแลตที่ผลิตจากการใช้ CBFMPO ระหว่างการเก็บรักษาหลังเคลือบขนมกรอบแท่งด้วย

วัตถุประสงค์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ

โกโก้แมส (มีปริมาณเนยโกโก้ประมาณ 45%) และเนยโกโก้ (CB) ชื้อจากบริษัทซีโน-แปซิฟิก เทรคคิง (ไทยแลนด์) จำกัด

ไขมันปาล์มเลียนแบบเนยโกโก้ (CBFMPO) ได้มาจากการเตรียมในห้องปฏิบัติการโดยนำส่วนต่างๆ ของน้ำมันปาล์ม (palm oil fractions) มาผสมกันในสัดส่วนที่พอเหมาะ แล้วดัดแปลงสมบัติโดยใช้กระบวนการอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันด้วยเอนไซม์ไลเปสและปรับสภาวะให้ได้ไขมันที่มีรูปแบบและช่วงการหลอมเหลว (วัดด้วย Differential scanning calorimeter; DSC) ที่ใกล้เคียงกับช่วงการหลอมเหลวของเนยโกโก้ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Lai (1998) และจาก Mojovic (1993)

วิธีการ

1. เลือกสูตรพื้นฐานของช็อกโกแลตที่ใช้ CBFMPO

ผลิตช็อกโกแลตตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Minifie (1989) โดยสูตรประกอบด้วยโกโก้แมส CBFMPO และน้ำตาล ในปริมาณต่างๆ กัน 3 สูตรดังนี้

สูตรที่ 1 ประกอบด้วย โกโก้แมส 40% CBFMPO 10% น้ำตาล 49.6% และเลซิติน 0.4%

สูตรที่ 2 ประกอบด้วย โกโก้แมส 38% CBFMPO 14% น้ำตาล 47.6% และเลซิติน 0.4%

สูตรที่ 3 ประกอบด้วย โกโก้แมส 30% CBFMPO 20% น้ำตาล 49.6% และเลซิติน 0.4%

นำช็อกโกแลตที่ได้มาทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสดังนี้

1) วัดความหนืด ที่อุณหภูมิ 45°C ด้วยเครื่อง Brookfield ใช้หัววัดเบอร์ 6 วัดที่ความเร็ว 10 รอบ/นาที อ่านหน่วยเป็นเซ็นติพอยส์ (cps)

2) วัดปริมาณช็อกโกแลตที่เคลือบติดแท่งขนมกรอบโดยใช้ขนมกรอบแท่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มม. ยาว 12 ซม. จุ่มขนมกรอบแท่งทีละแท่งลงในช็อกโกแลตเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 45°C นาน 2 วินาที พักไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักช็อกโกแลตที่ใช้เคลือบขนมกรอบแท่งหักด้วยน้ำหนักช็อกโกแลตที่เหลือจากการใช้เคลือบ ได้เป็นปริมาณ (กรัม) ช็อกโกแลตที่เคลือบติดบนแท่งขนมกรอบ (coating weight) และใช้ค่าเฉลี่ยต่อแท่ง จากการเคลือบช็อกโกแลตจำนวน 10 แท่ง

3) ทดสอบสมบัติทางประสาทสัมผัสด้วยการใช้ผู้ทดสอบที่คุ้นเคยกับการรับประทานช็อกโกแลต จำนวน 25 คน ชิมแล้วให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 = ชอบมากที่สุด) ในด้านความรู้สึก (หอมละลาย) ในปาก การเคลือบติด (วัดแรงริมฝีปากที่ใช้ในการดึงช็อกโกแลตที่เคลือบ) ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม

คัดเลือกสูตรพื้นฐานของช็อกโกแลตที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดเพื่อใช้ในการศึกษาหาปริมาณ CBFMPO สำหรับช็อกโกแลตชนิดเคลือบต่อไป

2. ศึกษาหาปริมาณ CBFMPO สำหรับผลิตช็อกโกแลตเพื่อใช้เคลือบขนมกรอบแท่ง

ใช้ CBFMPO ทดแทน CB ในปริมาณ 60 80 และ 100% และใช้ CB 100% เป็นสูตรควบคุม โดยใช้สูตรพื้นฐานที่คัดเลือกจากข้อ 1. และทดสอบสมบัติของช็อกโกแลตที่ได้เช่นเดียวกับข้อ 1. แล้วคัดเลือกชุดการทดลองที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดเพื่อใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาต่อไป

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาช็อกโกแลตที่ใช้ CBFMPO ทดแทน CB

นำผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตที่คัดเลือกจากผลการทดลองข้อ 2. มาเคลือบขนมกรอบแท่ง แล้วห่อด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ (ความหนา 45-50 ไมครอน) และบรรจุไว้ในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อน น้ำหนักบรรจุประมาณ 30 กรัมในแต่ละถุง เก็บรักษาไว้ที่

อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27-29°C) และที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 20-22°C เป็นเวลา 30 วัน เก็บตัวอย่างทุก 6 วัน และทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสดังนี้

1) วัดสี ด้วยเครื่องวัดสีใช้ค่า L*, a* และ b* แล้วคำนวณเป็นค่าดัชนีความขาว (whiteness index, WI) ซึ่งใช้ชี้บ่งการเกิดฝ้าขาวที่ผิว (bloom) ตามวิธีในรายงานของ Lohman and Hartel (1994) ดังนี้

$$WI = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

2) ทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุณลักษณะด้านความมันวาว ความรู้สึกในปาก การเคลือบติด และกลิ่นรสที่ผิดปกติด้วยวิธีการใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน (ฝึกโดยให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบช็อกโกแลตที่มีคุณลักษณะต่างกัน จนชำนาญพอที่จะแยกความแตกต่างของคุณลักษณะที่ต้องการทดสอบได้) ให้คะแนนแบบ multi-sample different test สำหรับการทดสอบความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมที่คุ้นเคยกับการรับประทานช็อกโกแลตจำนวน 30 คน ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานสำหรับช็อกโกแลตที่ใช้ CBFMPO เป็นส่วนผสม

ผลการทดสอบคุณลักษณะของช็อกโกแลตที่ใช้ CBFMPO ในสูตรทั้งสามข้างต้นแสดงดัง Table 1 พบว่าความหนืด (วัดที่อุณหภูมิ 45°C) ของช็อกโกแลตมีค่าลดลงเมื่อปริมาณ CBFMPO ในช็อกโกแลตเพิ่มขึ้น เป็นผลจาก CBFMPO ทำให้ผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตมีความอ่อนตัวซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sabariah และคณะ (1998) ที่กล่าวว่า การใช้ CBF ทดแทน CB จะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของช็อกโกแลตเปลี่ยนแปลงไป เช่น ทำให้เกิดการอ่อนตัว เกิดฝ้าขาว สูญเสียความมันวาวและสี เป็นต้น อย่างไรก็ตาม Birkett (2003) กล่าวว่า การใช้ไขมันพืช (vegetable fat; VF) เป็นไขมันเลียนแบบ CB ในผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตนั้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งกว่าหรือจะอ่อนตัวกว่าช็อกโกแลตที่ใช้ CB นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ สมบัติ และปริมาณการใช้ของ VF ด้วย ผลจากการวัดปริมาณการเคลือบติดบนแท่งขนมกรอบของช็อกโกแลตสูตรที่ 1 มีปริมาณช็อกโกแลตเกาะบนแท่งขนม

กรอบสูงที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากความหนืดของช็อกโกแลตที่ใช้เคลือบเป็นตัวกำหนดความหนาหรือความบางของช็อกโกแลตที่เคลือบติด (www.peterschocolate.com/industry/standards.html และ Karnjanolarn *et al.*, 2005) ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงใน Table 2 พบว่า สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันในทุกคุณลักษณะ ($p > 0.05$) ยกเว้นคะแนนความชอบของคุณลักษณะด้านความรู้สึกในปากของช็อกโกแลตสูตรที่ 3 ซึ่งใช้ CBFMPO 20% มีค่าสูงกว่าสูตรอื่น จึงคัดเลือกช็อกโกแลตสูตรที่ใช้ CBFMPO 20% เป็นสูตรพื้นฐานสำหรับช็อกโกแลตที่นำ

มาศึกษาปริมาณการทดแทน CB ด้วย CBFMPO ต่อไป

2. ผลการศึกษาปริมาณการใช้ CBFMPO ในสูตรช็อกโกแลตสำหรับเคลือบ

ผลที่แสดงใน Table 3 พบว่า ช็อกโกแลตสูตรที่ทดแทนด้วย CBFMPO 80 และ 100% มีค่าความหนืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่มีค่าต่ำกว่าสูตรที่ทดแทนด้วย CBFMPO 60% และต่ำกว่าค่าของช็อกโกแลตสูตรควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก CBFMPO และ CB มีองค์ประกอบกรดไขมันแตกต่างกันจึงเกิดความเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ของไขมันทั้งสอง และ CB

Table 1. Viscosity and coating ability of the chocolate with 3 basic formulations

Formulation	% CBFMPO	Viscosity (cps)	Coating weight (g)
I	10	*15650.0±110.0 ^a	*2.02±0.09 ^a
II	14	6446.7±30.6 ^b	1.63±0.07 ^b
III	20	4493.3±212.2 ^c	1.41±0.03 ^c

*Means ± standard deviation with different superscripts indicate the significant differences ($p < 0.05$).

Table 2. Hedonic mean scores of the chocolate-coated biscuit sticks

Formulation	Hedonic scores of sensory attributes			
	Appearance	Coating ability	Mouthfeel	Overall liking
I	*6.76 ^a	*5.94 ^a	*6.47 ^a	*6.47 ^a
II	7.18 ^{ab}	6.65 ^b	6.59 ^a	7.18 ^b
III	7.41 ^b	7.12 ^b	7.12 ^b	7.35 ^b

* Means ± standard deviation with different superscripts in the same column indicate the significant difference ($p < 0.05$). 1 = dislike extremely 9 = like extremely

Table 3. Viscosity and coating ability of the chocolate containing various proportions of CBFMPO replacement

% Replacement	Viscosity (cps)	Coating weight (g)
0 (control)	*7583.3±25.2 ^a	*2.17±0.08 ^a
60	6290.0±36.1 ^b	1.40±0.05 ^b
80	4590.0±45.8 ^c	1.47±0.06 ^b
100	4390.0±30.0 ^c	1.39±0.06 ^b

*Means ± standard deviation with different superscripts in the same column indicate the significant differences ($p < 0.05$).

จะให้ผลลัพธ์เชิงลบกับไขมันอื่นที่เติมลงในส่วนผสมของช็อกโกแลต (fat eutectic) มีผลให้ช็อกโกแลตมีความอ่อนตัวและลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นไข (waxy texture) (Gordon, 2005 และ Dea, 2006) นอกจากนี้การใช้ CBFMPO ซึ่งมีความแข็งตัวน้อยกว่า CB ชั้นของของเหลวในไขมันจึงเพิ่มขึ้น มีผลให้ความหนืดของตัวอย่างที่ใช้ CBFMPO ต่ำกว่าที่ใช้ CB (Miquel *et al.*, 2001) ดังนั้นปริมาณการเคลือบติดบนแท่งขนมกรอบของช็อกโกแลตที่ผลิตจาก CB จึงสูงกว่าปริมาณการเคลือบติดของช็อกโกแลตที่มีส่วนผสมของ CBFMPO อย่างไรก็ตามช็อกโกแลตที่มีส่วนผสมของ CBFMPO ทุกระดับมีความสามารถในการเคลือบติดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) สำหรับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจาก Table 4 พบว่า ช็อกโกแลตสูตรที่ใช้ CBFMPO 100% ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบของคุณลักษณะด้านความรู้สึกในปากและการเคลือบติดสูงกว่า

สูตรที่มีระดับการทดแทนน้อยกว่าแม้ว่าจะเน้นความชอบในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏและความชอบรวม ไม่แตกต่างกันกับสูตรที่ระดับการทดแทน 80% ($P>0.05$) ก็ตาม ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ใช้ CBFMPO ทดแทน CB 100% ในการผลิตผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตชนิดเคลือบและทำการศึกษากการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่อไป

3. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

จากการเก็บรักษาขนมกรอบแท่งเคลือบช็อกโกแลตไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($27-29^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิต่ำ ($20-22^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 30 วัน พบว่า ค่าดัชนีความขาว (WI) ซึ่งบ่งบอกการเกิดฝ้าขาวที่ผิวของผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องมีค่าสูงขึ้นเมื่อเวลาเก็บ 6 วัน และสูงกว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังแสดงใน Table 5 เนื่องจากขนม

Table 4. Hedonic mean scores of the chocolate containing various proportions of CBFMPO replacement

% Replacement	Hedonic scores of sensory attributes			
	Appearance	Mouthfeel	Coating ability	Overall liking
60	*6.67 ^b	*6.39 ^b	*5.89 ^b	*6.44 ^b
80	7.17 ^a	6.56 ^b	6.50 ^b	7.11 ^a
100	7.39 ^a	7.11 ^a	7.17 ^a	7.33 ^a

* Means with different superscripts in the same column indicate the significant differences ($p<0.05$). 1 = dislike extremely 9 = like extremely

Table 5. Whiteness index (WI) of the chocolate-coated biscuit sticks during storage at $20-22^{\circ}\text{C}$ and $27-29^{\circ}\text{C}$ for 30 days.

Storage time (days)	WI at storage temperature of	
	$20-22^{\circ}\text{C}$	$27-29^{\circ}\text{C}$
0	23.42±0.53 ^{ns,A} *	23.74±0.46 ^{a,A} *
6	23.60±0.18 ^{ns,A}	24.52±0.17 ^{a,B}
12	23.48±1.06 ^{ns,A}	24.19±0.28 ^{a,B}
18	23.63±0.37 ^{ns,A}	24.88±0.08 ^{a,B}
24	23.60±0.15 ^{ns,A}	24.26±0.56 ^{a,B}
30	24.03±0.42 ^{ns,A}	25.47±1.02 ^{b,B}

* The first(a) and second (A) superscripts indicate the significant differences of means among storage times and temperature, respectively ($p<0.05$).

ns : not significantly different

กรอบแท่งที่นำมาใช้เคลือบในการทดลองนี้มีไขมันเป็นส่วนประกอบ อาจทำให้มีการเคลื่อนย้ายของไขมันดังกล่าวมาอยู่ในชั้นของช็อกโกแลตที่เคลือบช็อกโกแลตจึงเกิดการอ่อนตัวและมีฝ้าขาวเกิดขึ้น (Ali *et al.*, 2001 และ Dea, 2006) ซึ่งผลการทดลองเป็นไปตามที่คาดหวังเกี่ยวกับบทความของ Peter's chocolate (2006) ที่กล่าวว่า การเก็บรักษาช็อกโกแลตที่ใช้ CBF หากเก็บที่อุณหภูมิเกิน 30-32°C จะเกิดการหลอมละลายและมีฝ้าขาว ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Table 6) พบว่า ที่อุณหภูมิเก็บรักษาทั้งสองระดับคะแนนความเข้มของความมันวาวของช็อกโกแลตลดลงเมื่อเก็บนาน 6 วัน คะแนนความเข้มของการเคลือบติดและความรู้สึกในปากไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บ 30 วัน ขณะที่คะแนนความเข้มของกลิ่นรสผิดปกติเพิ่มขึ้นอย่างมีนัย

สำคัญ ($p < 0.05$) ที่เวลาการเก็บ 6 วัน ทั้งสองอุณหภูมิการเก็บ ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ใช้แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ห่อโดยไม่มีการปิดผนึก นอกจากนี้ถุงพลาสติกชั้นนอกที่ใช้เป็นชนิดพอลิโพรพิลีนซึ่งอากาศซึมผ่านเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้ ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นรสผิดปกติ นอกจากนี้ความชื้นในอากาศที่ซึมเข้าไปสัมผัสกับตัวอย่างอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ช็อกโกแลตมีลักษณะมัว ซึ่งสอดคล้องกับผลของค่า WI ที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่าคะแนนความชอบรวม (Table 7) ของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างการเก็บ 6 วันแรก ที่อุณหภูมิการเก็บทั้งสองระดับ และหลังการเก็บ 12 วัน คะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิสูงมีค่าต่ำกว่าที่อุณหภูมิต่ำ แสดงให้เห็นว่าช็อกโกแลต

Table 6. Sensory mean scores of the chocolate during storage at 20-22 and 27-29°C for 30 days.

Storage time (days)	Intensity scores of sensory attributes							
	Glossiness		Coating ability		Mouthfeel		Off-odor	
	20-22(°C)	27-29(°C)	20-22(°C)	27-29(°C)	20-22(°C)	27-29(°C)	20-22(°C)	27-29(°C)
0	10.92 ^{a, ns}	10.92 ^{a, ns}	8.97 ^{ns, a}	8.97 ^{ns, a}	8.20 ^{ns, ns}	8.20 ^{ns, ns}	0.43 ^{c, ns}	0.43 ^{c, ns}
6	5.01 ^{b, ns}	5.87 ^{b, ns}	9.18 ^{ns, a}	8.86 ^{ns, a}	7.50 ^{ns, ns}	7.22 ^{ns, ns}	0.90 ^{bc, ns}	1.46 ^{b, ns}
12	5.42 ^{b, ns}	5.62 ^{b, ns}	10.69 ^{ns, a}	8.48 ^{ns, b}	7.90 ^{ns, ns}	8.25 ^{ns, ns}	1.15 ^{b, ns}	1.98 ^{ab, ns}
18	6.04 ^{b, ns}	4.66 ^{b, ns}	10.54 ^{ns, a}	9.45 ^{ns, b}	7.16 ^{ns, ns}	6.84 ^{ns, ns}	2.78 ^{a, ns}	3.15 ^{a, ns}
24	6.85 ^{b, ns}	5.97 ^{b, ns}	9.82 ^{ns, a}	9.40 ^{ns, b}	8.46 ^{ns, ns}	7.46 ^{ns, ns}	1.62 ^{b, ns}	2.49 ^{ab, ns}
30	6.00 ^{b, ns}	5.10 ^{b, ns}	10.80 ^{ns, a}	9.45 ^{ns, b}	8.31 ^{ns, ns}	7.46 ^{ns, ns}	1.16 ^{b, ns}	2.45 ^{ab, ns}

The first and second superscripts indicate the significant differences of means among storage times and temperature, respectively ($p < 0.05$). ns : not significantly different

Table 7. Hedonic mean scores of the chocolate during storage at 20-22 and 27-29°C for 30 days.

Storage time (days)	Overall liking	
	20-22(°C)	27-29(°C)
0	8.00 ^{a, A}	8.00 ^{a, A}
6	7.30 ^{b, A}	7.40 ^{b, A}
12	7.00 ^{b, A}	6.40 ^{c, B}
18	6.80 ^{b, A}	5.80 ^{c, B}
24	6.60 ^{b, A}	5.50 ^{c, B}
30	6.60 ^{b, A}	5.70 ^{c, B}

The first and second superscripts indicate the significant differences of means among storage times and temperature, respectively ($p < 0.05$).

ที่ใช้ CBFMPO มีความทนต่อความร้อนได้ถึงอุณหภูมิ 27-29°C จึงไม่หลอมละลายติดมือในสภาพอากาศปกติของประเทศเขตร้อน

สรุป

การศึกษาการใช้ไขมันปาล์มเลียนแบบเนยโกโก้ (CBFMPO) ทดแทนเนยโกโก้ (CB) ในช็อกโกแลตเคลือบขนมกรอบแท่ง ได้เลือกใช้สูตรที่ประกอบด้วยโกโก้แมส 30% ไขมันปาล์มเลียนแบบเนยโกโก้ (CBFMPO) 20% น้ำตาล 49.6% และเลซิทิน 0.4% ช็อกโกแลตที่ได้มีความหนืด 4390.0 ± 30.0 cps มีปริมาณช็อกโกแลตเคลือบติด 1.39 ± 0.06 กรัมและได้รับคะแนนความชอบรวม 7.33 (ชอบปานกลาง) และการเก็บรักษาขนมกรอบแท่งเคลือบช็อกโกแลตที่อุณหภูมิ 20-22°C ค่าดัชนีความขาวไม่เปลี่ยนแปลง แต่คะแนนความชอบด้านความมันวาวลดลงหลังจากเก็บไว้เพียง 6 วัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนต่อเนื่องจากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และได้รับทุนวิจัยสำหรับบัณฑิตศึกษา จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Ali, A. and Dimick, P.S. 1994. Thermal Analysis of Palm mid fraction, cocoa butter and milkfat blends by differential scanning calorimetry. *JAOCS*. 71: 803-806.

Ali, A., Moi, L., Faisal A.A., Nazaruddin, R. and Sabariah, S. 1998. The application of Borneo tallow in dark chocolate shell. *J Sci Food Agric* 76, 285-288.

Ali, A., Selamat, J., Che Man, Y.B. and Suria, A.M. 2001. Effect of storage temperature on texture, polymorphic structure, bloom formation and sensory attributes of filled dark chocolate. *Food Chem*. 72: 491-497.

Birkett, J. 2003. The formulation of chocolate vegetable fats. *Sci Lecture Papers Series*. www.soci.org.

Dea, P. 2006. Secrets of chocolate and confectionery coatings. www.foodproductdesign.com/articles/463/463_5c1feat5.html.

Gordon, C. 2005. FAQ : Why does some chocolate have a "waxy" taste? www.Chocophile.com/Index.php/critic/comments/faq-meltdip.

Karnjanolarn, R., McCarthy, M.J., McCarthy, K.L. 2005. Coating thickness of an enrobed chocolate system as a function of melt viscosity. *IFT Annual Meeting*, July 15-20 - New Orleans, Louisiana, USA.

Lai, O.M., Ghazali, H.M. and Chong, C.L. 1998. Physical properties of *Pseudomonas* and *Rhizomucor miehei* lipase-catalyzed transesterified blend of palm stearin: palm kernel olein. *JAOCS*. 75: 953-960.

Lohman, M.H. and Hartel, R.M. 1994. Effect of milk fat fraction on fat bloom in dark chocolate. *JAOCS*. 71: 267-276.

Minifie, B.W. 1989. *Chocolate Cocoa and Confectionery : Science and Technology*. 3th ed. AVI Book Publishing Company. Inc. New York.

Miquel, M.E., Carti, S., Couzens, P.J., Wille, H.J. and Hall, D. 2001. Kinetics of the migration of lipids in composite chocolate measured by magnetic resonance imaging. *Food Res. Int.* 34: 773-781.

Mojovic, L., Siler-Marinkovic, S., Kukic, G and Vunjak-Novakovic, G. 1993. Rhizopus arrhizus Lipase-Catalyzed Interesterification of the Midfraction of Palm Oil to a Cocoa Butter Equivalent Fat. *Enzyme Microb, Technol.* 15(May): 438-443.

Nesaretnam, K. and Ali, A.R.B.M. 1992. Engkabang (Illipe): An excellent component for cocoa butter equivalent fat. *J. Sci. Food Agric.* 60(1): 15-20.

Peter's chocolate-Fine chocolate manufacturer. 2006. www.Peterchocolate.com/industry/standards.html- Sabariah, S., Ali, A. and chong, C.L. 1998. Chemical and Physical characteristics of cocoa butter substitutes milkfat and Malaysain cocoa butter blends. *JAOCS*. 75(8) : 905- 910.

Samsudin, S. and Ali, Md.A.R. 1996. Use of palm mid-fraction in white chocolate formulation. *J. Sci Food. Agric.* 71: 483-490.

- Sara, D., Kelly, L. and Richard, W. 1997. Mixture of palm kernel oil with cocoa butter and milk fat compound coating. *JAACS* 74 : 357-366.
- Undurraga, D., Markouits, A. and Erazo, S. 2001. Cocoa butter equivalent through enzymic interesterification of palm oil midfraction. *Process Biochem.* 36: 933-939.
- Wang,H-X., Wu,H., Ho,C-T., Weng,X-C. 2006. Cocoa butter equivalent from enzymatic interesterification of tea seed oil and fatty acid methyl esters. *Food Chem.* 97: 661-665.