

การศึกษาการใช้โรซ์บัตเตอร์ในการผลิตอิมัลชัน

Study of the Production of Emulsion using Rice Butter

บุญยวีร์ รุ่งประเสริฐผล^{1*} และ โสภาค สอนไว¹

Poonyawee Rungprasertphol^{1*} and Sopark Sonwai¹

บทคัดย่อ

โรซ์บัตเตอร์ หรือ น้ำมันรำข้าวส่วนแข็ง เป็นผลพลอยได้ จากกระบวนการผลิตน้ำมันรำข้าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของโรซ์บัตเตอร์และสมบัติของอิมัลชันที่ผลิตโดยใช้โรซ์บัตเตอร์เป็นส่วนผสม โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับสมบัติทางเคมีกายภาพของเชบัตเตอร์และสมบัติของอิมัลชันที่ผลิตโดยใช้เชบัตเตอร์เป็นส่วนผสม จากการศึกษาพบว่าสมบัติทางเคมีกายภาพของโรซ์บัตเตอร์มีความใกล้เคียงกับเชบัตเตอร์ กล่าวคือมีลักษณะเป็นไขมันค่อนข้างแข็งที่อุณหภูมิห้องและละลายได้ดีที่อุณหภูมิร่างกายทำให้ไม่ทิ้งคราบไขมันแข็งที่ผิวหลังทา ผลึกมีขนาดเล็กทำให้เนื้อสัมผัสอิมัลชันเรียบเนียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้โรซ์บัตเตอร์เป็นส่วนผสมในการผลิตอิมัลชันแทนเชบัตเตอร์ จึงนำไปผลิตเป็นอิมัลชัน พบว่าอิมัลชันที่ผลิตโดยใช้โรซ์บัตเตอร์เป็นส่วนผสม มีสมบัติไม่แตกต่างจากอิมัลชันที่ผลิตโดยใช้เชบัตเตอร์เป็นส่วนผสม คือเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) ที่มีความคงตัว ไม่พบการแยกชั้น และมีพฤติกรรมการไหลแบบ non-Newtonian แบบ shear-thinning ซึ่งเป็นพฤติกรรมของอิมัลชันประเภทครีมทั่วไป แสดงให้เห็นว่าโรซ์บัตเตอร์มีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางแบบครีมหรือโลชั่นได้

ABSTRACT

Rice butter or rice bran oil stearin is a by-product from rice bran oil production process. This work focused on characterizing the physicochemical properties of rice butter and the emulsion produced using rice butter compared with the properties of shea butter and the emulsion produced using shea butter. It was found that rice butter was solid-like at room temperature but melted almost completely at the body temperature (no greasy skin) and exhibited small crystal size which would provide the emulsion with a smooth texture. The physicochemical properties of the rice butter were very similar to those of shea butter. The properties of the emulsions produced using both fats were the same in terms of emulsion type (O/W emulsion), stability (no separation), flow behavior (shear-thinning). The results demonstrated that rice butter has a great potential to be used as an ingredient for the production of cosmetics such as creams or lotions.

Key Words: rice butter, shea butter, emulsion

* Corresponding author; e-mail address: p.rungprasertphol@gmail.com

¹ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000

¹Department of Food Technology, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000

คำนำ

เชบัตเตอร์ (shea butter) เป็นไขมันจากพืชที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอาง และด้านเภสัชกรรม (Warra, 2011) เนื่องจากมีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง แต่สามารถหลอมเหลวได้เกือบหมดที่อุณหภูมิร่างกาย จึงช่วยให้เกิดความคงตัวของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยเฉพาะลิปสติก หรือ body butter และช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสมบัติในด้าน plastic และเนื้อสัมผัสที่ดี นอกจากนี้ มีสรรพคุณที่ดีในการต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) ให้ความชุ่มชื้น รักษารอยขี้และโรคผิวหนัง รวมถึงการนวดบำบัด (Dennie, 2012) ด้วยองค์ประกอบสำคัญต่างๆ จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ shea butter ถูกนำมาใช้ในด้านอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและเภสัชกรรม อย่างไรก็ตามต้องมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้มีราคาแพง ทางบริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด เป็นผู้ผลิตน้ำมันรำข้าว และมีไรซ์บัตเตอร์ (rice butter หรือ rice bran oil stearin) เป็น by-product จากกระบวนการผลิตประมาณ 20 ตัน/เดือน ที่ได้จากกระบวนการทางกายภาพที่ไม่ใช้สารเคมี และไม่มีการเติมไฮโดรเจน จึงเป็นวัตถุดิบที่มีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง เนื้อสัมผัสมีลักษณะเป็นครีมสีขาวนวล มีจุดหลอมเหลวอยู่ระหว่าง 38-42 °C จึงคาดว่าจะเหมาะสมสำหรับใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเช่น ลิปสติก ลิปบาล์ม ครีม และโลชั่น เช่นเดียวกับ shea butter จากการศึกษาของ Shi *et al.* (2016) พบว่า rice butter มีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดเดียวกันกับที่พบใน shea butter และมีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่หลายชนิด อาทิ tocopherol, phytosterol และ oryzanol เป็นต้น (Ham *et al.*, 2015) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ rice butter ทดแทน shea butter ในการผลิตอิมัลชัน โดยจะศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของ rice butter และสมบัติของอิมัลชัน (ความคงตัวของอิมัลชัน ชนิดของอิมัลชัน ลักษณะอนุภาคของอิมัลชัน และสมบัติกระแสวิทยา) ที่ผลิตโดยใช้ rice butter เป็นส่วนผสม ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับทางเคมีกายภาพของ shea butter และสมบัติของอิมัลชันที่ผลิตโดยใช้ shea butter เป็นส่วนผสม

ครีมจัดเป็นอิมัลชันชนิด semi-solid มีหลากหลายรูปแบบ อาทิ cleansing & cold cream, vanishing & formulation cream, night & massage cream, hand & body cream, all purpose cream, moisturizing cream เป็นต้น (Kumar *et al.*, 2014) ครีมที่ดีควรจะปาดเกลี่ยได้ง่าย และดูดซึมได้รวดเร็ว กระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาสูตรครีมคือกระบวนการผลิตอิมัลชัน โดยทำการผสมระหว่างสองเฟสที่ต่างกันคือเฟสกระจายตัวและเฟสต่อเนื่อง และใช้แรงเฉือนที่เพียงพอ ทำให้วัฏภาคกระจายตัวมีขนาดเล็กที่เพียงพอกระจายตัวในวัฏภาคต่อเนื่อง (Smaoui *et al.*, 2012) นอกจากนี้ความคงตัวของอิมัลชันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ที่เหมาะสม (Varka *et al.*, 2012)

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ

Refined Rice Butter ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด Refined Shea Butter ประเทศฝรั่งเศส ซื้อมาจากห้างหุ้นส่วนจำกัด เจเคเค เคมีคอล ซึ่งเป็นผู้นำเข้ามาจำหน่ายในประเทศ

การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของ rice butter เปรียบเทียบกับ shea butter

ศึกษาสมบัติในการหลอมเหลวและการตกผลึก โดยใช้เครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC) รุ่น DSC 8000 PerkinElmer ตามวิธีของ AOCS (Cj 1-94) (AOCS, 1998) โดยให้ความร้อนกับตัวอย่างเพื่อหลอมเหลว ($\sim 80^{\circ}\text{C}$) แล้วชั่งตัวอย่างประมาณ 3-5 มิลลิกรัม ใส่ aluminium pan แล้วปิดฝาจากนั้นนำตัวอย่างใส่เครื่อง DSC ให้ความร้อนตัวอย่างที่ 80°C เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ผลึกหลอมเหลวอย่างสมบูรณ์ ลดอุณหภูมิลงมาที่ -40°C ด้วยอัตรา $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ แล้วคงไว้ที่ -40°C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิไปที่ 80°C ด้วยอัตรา $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ บันทึกผลเป็นกราฟ (thermogram) ของการหลอมเหลวและการตกผลึก

ศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์การเป็นของแข็งในรูปผลึกที่อุณหภูมิต่างๆ ด้วย Pulsed-Nuclear Magnetic Resonance หรือ p-NMR ตามกรรมวิธีของ Fiebig and Luttko (2003) เพื่อให้ทราบค่าที่อุณหภูมิต่างๆ ตั้งแต่ $10-50^{\circ}\text{C}$ นั้น ตัวอย่างไขมัน มีของแข็งในรูปผลึกคิดเป็นกิโลกรัมของตัวอย่างทั้งหมดโดยน้ำหนัก และเพื่อให้ทราบพฤติกรรมหรือลักษณะการหลอมเหลวของตัวอย่างว่าที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น จาก 0°C ไปยัง 50°C นั้น ตัวอย่างเกิดการหลอมละลายอย่างรวดเร็วหรืออย่างช้าๆ

ศึกษาลักษณะปรากฏ ขนาด และจำนวนของผลึก ด้วยเทคนิค polarized-light microscopy (PLM) ร่วมกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัล ประยุกต์ใช้วิธีของ Sonwai *et al.* (2014) โดยนำตัวอย่างไปหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 80°C พร้อมกวนผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ผลึกหลอมเหลวอย่างสมบูรณ์ จากนั้นเปิดตัวอย่างที่หลอมเหลวแล้วปริมาตร $10\ \mu\text{l}$ หยดลงบนกระจกสไลด์และปิดด้วยกระจกปิดสไลด์นำไปเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาส่องดูลักษณะรูปร่าง จำนวน และขนาดผลึกด้วยเครื่อง PLM ร่วมกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุเท่ากับ 100

การเตรียมตัวอย่างอิมัลชัน

เตรียมตัวอย่างในปิกเกอร์ โดยแยกเป็น 2 เฟส คือ เฟสน้ำมันและเฟสน้ำ ตามสัดส่วนใน Table 1 แต่ละเฟสถูกเตรียมเป็นสารละลายที่อุณหภูมิ 80°C แล้วลดอุณหภูมิลงมาที่ 60°C เติมน้ำมันลงในเฟสน้ำเพื่อผสมเป็นอิมัลชัน ด้วยความเร็ว $10,000\ \text{rpm}$ เป็นระยะเวลา 3 นาที จากนั้นกวนผสมต่อที่ความเร็ว $600\ \text{rpm}$ จนอุณหภูมิตัวอย่างลดลงประมาณ 50°C เพื่อเติมวัตถุกันเสีย (preservative) จากนั้นกวนผสมด้วยความเร็ว $50\ \text{rpm}$ ตลอดเวลาจนเย็นลงที่อุณหภูมิประมาณ $35-40^{\circ}\text{C}$ นำไปบรรจุลงบรรจุภัณฑ์

การทดสอบสมบัติของอิมัลชัน

ศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมี โดยสังเกตการแยกชั้นด้วย creaming index และ วัดค่าความเป็นกรดต่างด้วย pH meter โดยอาศัยหลักการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นระหว่าง combination pH electrode (ยี่ห้อ Hanna Instruments รุ่น HI1053B) แล้วเปลี่ยนเป็นค่า pH

การทดสอบชนิดอิมัลชัน ด้วยวิธี Dye solubility test ประยุกต์ใช้วิธีของ Savrikar and Lagad (2016) โดยที่ผสมสีแดงเลือนนกผง, Carmoisine: E122, ซึ่งมีสมบัติ คือสามารถละลายในน้ำ ลงในตัวอย่าง แล้วนำตัวอย่างส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าอนุภาคกระจายตัวไม่มีสี และเฟสต่อเนื่องมีสีแดง แสดงว่าเป็นอิมัลชันชนิด O/W ในทางกลับกันถ้าอนุภาคกระจายตัวมีสีแดง และเฟสต่อเนื่องไม่มีสี แสดงว่าเป็นอิมัลชันชนิด W/O

ศึกษาลักษณะอนุภาคของอิมัลชันภายใต้กล้องจุลทรรศน์ร่วมกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัล

ศึกษาสมบัติกระแสวิทยา (rheological properties) ด้วยเครื่อง rheometer ประยุกต์ใช้วิธีของ Kwak *et al.* (2015) โดยศึกษา steady shear flow behavior หรือ steady rate sweep test โดยใช้หัววัดคือ Parallel-plate ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm; PP 25, gap หรือช่องว่างระหว่างตัวอย่างกับฐานวัด 2 mm ขณะที่อัตราเฉือน (shear rate) เพิ่มขึ้นแบบ ramp log จาก 0.02 ไปยัง 300 1/s ที่อุณหภูมิคงที่ที่ 37.5 °C ซึ่งเป็นการจำลองอุณหภูมิผิวหนังร่างกาย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ศึกษาทดลอง 2 ตัวอย่าง โดยทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SPSS version 16.0

Table 1 Formulations for emulsion

Ingredients		Wt. (%)	
		rice butter formula	shea butter formula
Oil phase	Rice butter	10.0	-
	Shea butter	-	10.0
	Rice bran oil	5.0	5.0
	Thickener 1	3.0	3.0
	Emollient 1	3.0	3.0
	Emollient 2	3.0	3.0
	Emulsifier 1	3.0	3.0
Water phase	Humectant 1	10.0	10.0
	Humectant 2	5.0	5.0
	Emulsifier 2	2.0	2.0
	Thickener 2	1.0	1.0
	Chelating agent	0.1	0.1
	Distilled water	53.9	53.9
Preservative		1.0	1.0

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

พฤติกรรมการตกผลึกและการหลอมเหลว

การศึกษสมบัติในการตกผลึกและการหลอมเหลวของ rice butter เปรียบเทียบกับ shea butter ด้วยเทคนิค DSC ได้ผลการทดลองดังแสดงใน Figure 1 พบว่า rice butter และ shea butter มีช่วงการหลอมเหลวใกล้เคียงกันแต่ shea butter หลอมเหลวหมดช้ากว่า rice butter เล็กน้อย (ประมาณ 43 และ 42 °C ตามลำดับ) ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1a) และเมื่อพิจารณาพฤติกรรมการตกผลึกของ rice butter

พบว่าลักษณะของ thermogram โดยรวมมีความใกล้เคียงกับ shea butter มาก โดยที่ rice butter เริ่มตกผลึกก่อนที่อุณหภูมิประมาณ 33 °C ส่วน shea butter เริ่มตกผลึกประมาณ 26 °C ทั้งนี้เนื่องจาก rice butter มีส่วนที่มีจุดหลอมเหลวสูง (high melting fraction) อยู่จึงตกผลึกก่อน แต่มีปริมาณน้อยจึงปรากฏพีคขนาดเล็ก

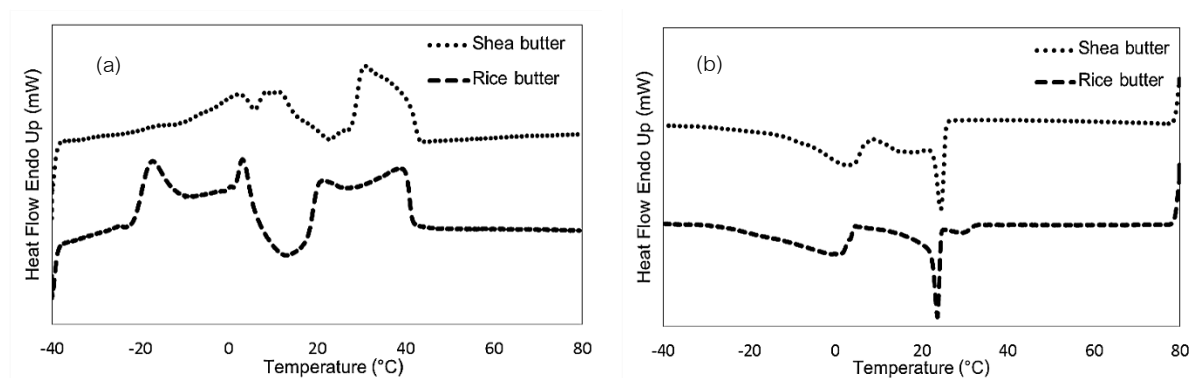


Figure 1 DSC thermograms of rice butter and shea butter (a) melting and (b) crystallization

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันที่เป็นของแข็งที่อยู่ในรูปผลึกตามอุณหภูมิ

การศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์การเป็นของแข็งในรูปผลึก (solid fat content: %SFC) ที่อุณหภูมิต่างๆ (10-50 °C) ของ rice butter และ shea butter ด้วยเทคนิค p-NMR ให้ผลแสดงดัง Figure 2 จากผลการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิ 10 °C ค่า %SFC ของ shea butter สูงกว่า rice butter มากถึงประมาณ 24% และค่า %SFC ของทั้ง 2 ตัวอย่างลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และที่อุณหภูมิร่างกาย (37.5 °C) มีค่า %SFC ใกล้เคียงกัน โดยที่ shea butter และ rice butter มี SFC เหลืออยู่น้อยมากที่ประมาณ 5 และ 3% ตามลำดับ และหลอมเหลวหมดที่อุณหภูมิ 43 °C ค่า %SFC ที่ต่ำที่อุณหภูมิร่างกายทำให้เมื่อนำไปผลิตเป็นอิมัลชันแล้ว อิมัลชันไม่ทิ้งคราบไขมันแข็งบนผิวเมื่อทา

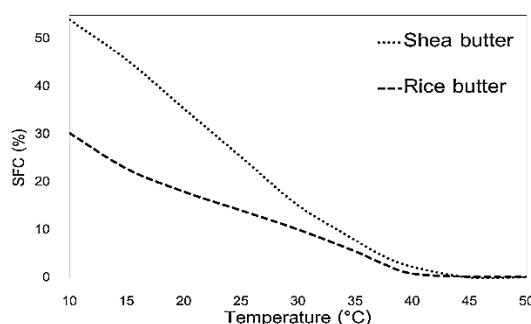


Figure 2 Solid fat content measured at 10-50 °C of rice butter and shea butter

ลักษณะปรากฏ ขนาด และจำนวนของผลึก

การศึกษาลักษณะปรากฏ ขนาด และจำนวนของผลึกของ rice butter และ shea butter ด้วยเทคนิค polarized-light microscopy (PLM) ร่วมกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่กำลังขยาย 100 เท่า ที่อุณหภูมิคงที่ที่ 25 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้ผลดังแสดงใน Figure 3 ซึ่งพบว่า รูปร่างผลึกของ rice butter และ shea

butter มีลักษณะเป็นเม็ด (granular) เหมือนกัน แต่ขนาดของ shea butter เล็กกว่าและมีจำนวนผลึกมากกว่า rice butter ขนาดผลึกที่เล็กของทั้ง 2 ตัวอย่างจะทำให้เมื่อนำไปผลิตเป็นอิมัลชันแล้วได้เนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน

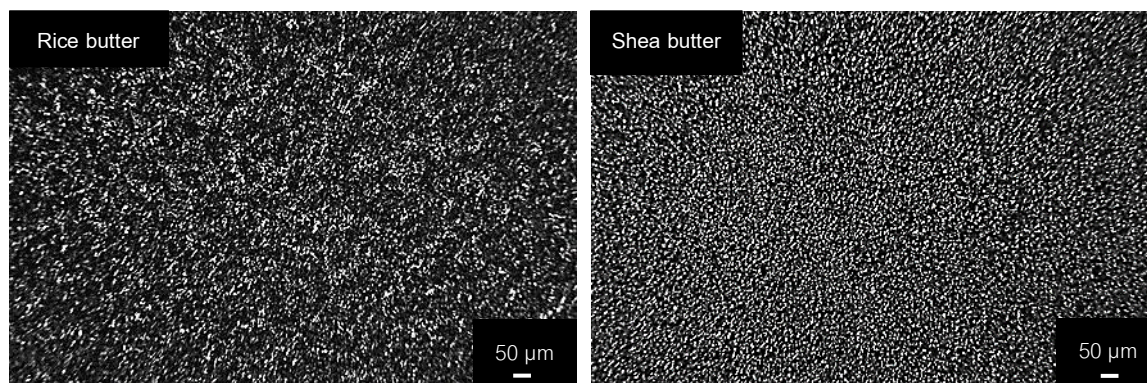


Figure 3 Morphology of rice butter and shea butter crystallized for 24 h at 25 °C captured with polarized light microscopy at magnification of 100x

สมบัติของอิมัลชัน

จากการนำ rice butter และ shea butter มาผลิตเป็นอิมัลชันดังสูตรที่แสดงใน Table 1 แล้วศึกษา ลักษณะปรากฏ, ค่าความเป็นกรดต่าง (pH), ชนิดของอิมัลชัน, ลักษณะอนุภาคของอิมัลชัน และสมบัติกระแส วิทยา ได้ผลการศึกษาลักษณะปรากฏดังแสดงใน Figure 4 ซึ่งพบว่าอิมัลชันทั้ง 2 สูตรมีความเสถียร ไม่พบการ แยกชั้น และมีค่า pH เฉลี่ยใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เฉลี่ยอยู่ที่ 4.69 ± 0.01 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อผิวหนัง เมื่อพิจารณาภาพถ่ายลักษณะอนุภาคกระจายตัว (droplet) ของ อิมัลชัน ด้วยเทคนิค PLM (Figure 5) แสดงให้เห็นถึงอนุภาคกระจายตัวอยู่ในเฟสต่อเนื่อง ซึ่งบ่งบอกถึงสภาวะที่ เป็นอิมัลชัน โดยจากการทดสอบพบว่าเป็นชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) และในส่วนของการศึกษา Steady shear flow behavior พบว่าอิมัลชันทั้ง 2 สูตร มีพฤติกรรมการไหลแบบ non-Newtonian shear-thinning behavior (Figure 6) ทั้งนี้เนื่องจากความหนืดลดลงโดยเปลี่ยนแปลงตามอัตราเฉือนที่เพิ่มขึ้น (Kwak *et al.*, 2015)

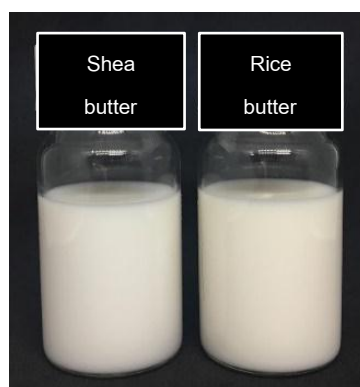


Figure 4 Emulsion of rice butter formula and shea butter formula

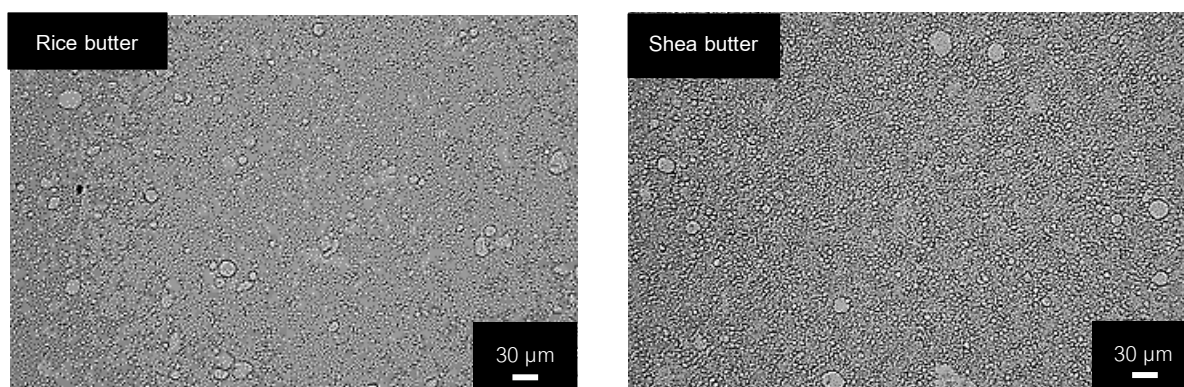


Figure 5 Droplet of rice butter and shea butter emulsion captured with polarized light microscopy at magnification of 200x

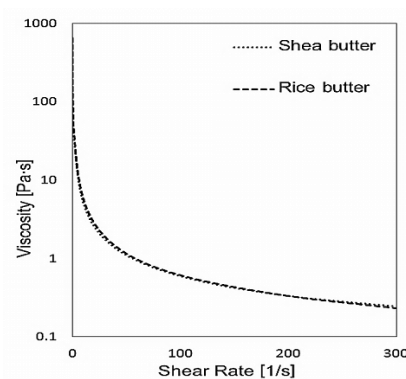


Figure 6 non-Newtonian shear-thinning behavior of rice butter and shea butter

สรุป

Rice butter มีพฤติกรรมการหลอมเหลวและตกผลึกใกล้เคียงกับ shea butter แต่มีค่า solid fat content ต่ำกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง อีกทั้งมีรูปร่างผลึกแบบ granular ที่คล้ายกัน จากการศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของไขมันพบว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้น้ำมันรำข้าวส่วนแข็งเพื่อผลิตอิมัลชัน จึงนำไปผลิตเป็นอิมัลชัน แล้วนำไปทดสอบสมบัติด้านต่างๆ เทียบกับอิมัลชันที่ผลิตจาก shea butter พบว่ามีสมบัติด้านต่างๆ เหมือนกัน คือเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) ที่มีความคงตัวไม่แยกชั้น และมีพฤติกรรมการไหลแบบ non-Newtonian shear-thinning ซึ่งเป็นพฤติกรรมของอิมัลชันแบบครีมทั่วไป แสดงให้เห็นว่า rice butter มีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางแบบครีมหรือโลชั่นแทน shea butter ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัทน้ำมันบริโภคไทย จำกัด ที่สนับสนุนน้ำมันรำข้าวส่วนแข็ง (rice butter) และสนับสนุนทุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม ระดับปริญญาโท สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- AOCS. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, DSC Melting of fats and oils, Method Cj 1-94; American Oil Chemists' Society: Champaign, IL.
- Dennie, M. N. 2012. **Medical Benefits of the Shea Nut Tree**. Biology Student Research in Biological sciences, Tennessee State University.
- Fiebig, H. J. and J. Luttkke. 2003. Solid fat content in fats and oils – determination by pulsed nuclear magnetic resonance spectroscopy [C-IV 3g (2003)]. **European Journal of Lipid Science and Technology** 105: 377-380.
- Ham, H., J. Sung. and J. Lee. 2015. Effect of rice bran unsaponifiables on high-fat diet-induced obesity in mice. **Journal of Food Biochemistry** 39 (6): 673-681.
- Kumar, K. K., K. Sasikanth, M. Sabareesh and N. Dorababu. 2014. Formulation and evaluation of diacerein cream. **International Journal of Pharmaceutical Research and Bio-Science** 3 (2): 990-1008.
- Kwak, M. S., H. J. Ahn and K. W. Song. 2015. Rheological investigation of body cream and body lotion in actual application conditions. **Korea-Australia Rheology Journal** 27 (3): 241-251.
- Savrikar, S. S. and C. E. Lagad. 2016. Study of preparation and standardization of '*Maadhutailika Basti*' with special reference to emulsion stability. **An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda** 31 (1): 1-6.
- Shi, C., R. Liu, M. Chang, Q. Jin and X. Wang. 2016. Composition of rice bran stearin from various refineries across china. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 93 (6): 869-877.
- Smaoui, S., H. B. Hlima, R. Jarraya, N. G. Kamoun, R. Ellouze and M. Damak. 2012. Cosmetic emulsion from virgin olive oil: Formulation and bio-physical evaluation. **African Journal of Biotechnology** 11 (40): 9664-9671.
- Sonwai, S., P. Kaphueakngam and A. Flood. 2014. Blending of mango kernel fat and palm oil mid – fraction to obtain cocoa butter equivalent. **Journal of Food Science and Technology** 51 (10): 2357-2369.
- Varka, E. M., E. Tsatsaroni, N. Xristoforidou and A. M. Darda. 2012. Stability study of o/w cosmetic emulsions using *Rosmarinus officinalis* and *Calendula officinalis* extracts. **Open Journal of Applied Sciences** 2: 139-145.
- Warra, A. A. 2011. Cosmetic potentials of african shea nut (*Vitellaria paradoxa*) butter. **Current Research in Chemistry** 3 (2): 80-86.