

การวิเคราะห์ปริมาณเบตาแคโรทีน โทโคฟีรอล และกรดไขมันในน้ำมันปาล์มแดง เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่

Analysis of Beta-Carotene, Tocopherol and Fatty Acid in Red Palm Oil for Development as Soap Products

นิภาพรณ มีพันธุ์^{1*} และ พงษ์ศักดิ์ นพรัตน์²

Nipaporn Meepun^{1*} and Pongsak Noparat²

¹ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย

² สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย

¹ Department of chemistry, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Thailand

² Department of Natural resources and environment, Faculty of Science and Technology,

Suratthani Rajabhat University, Thailand

Received : 30 January 2024, Received in revised form : 24 September 2024, Accepted : 27 October 2024

Available online : 5 November 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา : น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันชนิดหนึ่งที่สามารถใช้เป็นแหล่งเกลือของกรดไขมันซึ่งเป็นสารทำความสะอาดที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของไขมันกับด่างได้ น้ำมันปาล์มแดงเป็นน้ำมันปาล์มดิบชนิดแยกที่บดได้จากการหีบเฉพาะเนื้อปาล์มเป็นน้ำมันปาล์มดิบที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการฟอกสี มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวที่สมดุลและอุดมด้วยสารสำคัญ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเบตาแคโรทีน โทโคฟีรอล และกรดไขมันในน้ำมันปาล์มแดงที่ได้จากการหีบเปลือกเนื้อผลปาล์มร่วง และนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ก่อน ผลจากการศึกษาจึงเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการสร้างรายได้ และเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตปาล์มน้ำมันร่วงมันในบางช่วงที่ราคาปาล์มน้ำมันผันผวนตามกลไกของตลาด

วิธีดำเนินการวิจัย : น้ำมันปาล์มแดงที่ได้จากการสกัดถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเบตาแคโรทีน และโทโคฟีรอลด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี จากนั้นน้ำมันถูกนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ก่อน สบู่ที่ได้ทำการทดสอบความพึงพอใจจากผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ และทดสอบลักษณะทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของสบู่

ผลการวิจัย : จากการวิเคราะห์น้ำมันปาล์มแดง พบว่ามีปริมาณเบตาแคโรทีน และโทโคฟีรอลเท่ากับ 60.89 และ 21.67 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ปริมาณกรดไขมัน ได้แก่ กรดลอริก กรดไมริสติก กรดปาลมิติก กรดสเตียริก กรดอะราซิดิก กรดปาลมิโทเลอิก กรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิกพบร้อยละ 0.25, 1.15, 39.11, 3.80, 0.36, 0.17, 9.96 และ 0.35 โดยมวล ตามลำดับ ผลการทดสอบความพึงพอใจด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสประกอบด้วยปริมาณฟอง การทำความสะอาดผิว ความชุ่มชื้นผิว กลิ่น สีสัมผัส และความแข็งแรงของเนื้อสบู่จากผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์สบู่จำนวน 30 คน พบว่าสบู่สูตร C มีความพึงพอใจโดยภาพรวมสูงสุดเท่ากับ 6.92 เมื่อทดสอบลักษณะทางกายภาพ พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 9.76 ± 0.02 ปริมาตรของฟองสบู่หลังการเขย่าทันทีเท่ากับ 27.00 ± 2.00 มิลลิลิตร มีค่าร้อยละการสึกกร่อนเท่ากับ



15.25±1.53 สำหรับคุณสมบัติทางเคมี พบว่ามีค่าสารที่ไม่ละลายในเอทานอลร้อยละ 1.92±0.35 ปริมาณไขมันทั้งหมดร้อยละ 64.57±1.29 และตรวจไม่พบปริมาณไฮดรอกซีคีโตน

สรุปผลการวิจัย : น้ำมันปาล์มแดงอุดมด้วยเบตาแคโรทีน โทโคฟีรอล และกรดไขมันทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว เมื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่และพิจารณาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของสบู่ พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีความปลอดภัยต่อการใช้และเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการสร้างรายได้ สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับน้ำมันปาล์ม

คำสำคัญ : น้ำมันปาล์มแดง ; ปาล์มน้ำมัน ; เบตาแคโรทีน ; โทโคฟีรอล ; สบู่

Abstract

Background and Objectives : Palm oil is a type of oil that can be used as a source of fatty acids, which are cleaning agents produced from the reaction of fats with strong alkalis. Red palm oil is a crude palm oil obtained specifically from pressing the fruit's flesh and has not undergone bleaching. It has a balanced composition of saturated and unsaturated fatty acids and is rich in important nutrients. Therefore, the aim of this research is to analyze the amount levels of beta-carotene, tocopherols, and fatty acids in red palm oil obtained from pressing the pulp of fallen oil palm fruit, and to develop bar soap products from it. The results of this study can provide a pathway for generating income and increasing the value of palm oil products during periods when palm oil prices fluctuate according to market dynamics.

Methodology : Red palm oil obtained from extraction was analyzed for beta-carotene and tocopherols using high-performance liquid chromatography techniques. The fatty acid content was analyzed using gas chromatography. The oil was then used to develop bar soap products. The resulting soap was tested for user satisfaction and evaluated for its physical characteristics and chemical properties.

Main Results : The analysis of red palm oil found that the amount of beta-carotene and tocopherol was 60.89 and 21.67 mg/100g, respectively. The fatty acid content included lauric acid, myristic acid, palmitic acid, stearic acid, arachidic acid, palmitoleic acid, linoleic acid, and linolenic acid, found at percentages of 0.25, 1.15, 39.11, 3.80, 0.36, 0.17, 9.96, and 0.35 by mass, respectively. User satisfaction testing regarding sensory characteristics, including foam quantity, skin cleansing ability, skin moisture, fragrance, color, and soap hardness, was conducted with 30 users. The results indicated that formulation C had the highest overall satisfaction score of 6.92. Physical testing showed a pH value of 9.76±0.02, an immediate foam volume of 27.00±2.00 mL after shaking, and corrosion percentage of 15.25±1.53. For the chemical properties, the insoluble matter in ethanol was found to be 1.92±0.35%, total fat matter content was 64.57±1.29%, and no free caustic alkali content was detected.

Conclusions : Red palm oil is rich in beta-carotene, tocopherols, and both saturated and unsaturated fatty acids. When developed into soap products and assessed for their physical and chemical properties, they were found

to meet the criteria of community product standards and industrial product standards. This ensures safety for use and serves as a pathway for generating income, adding value to palm oil.

Keywords : red palm oil ; oil palm ; beta-carotene ; tocopherol ; soap

*Corresponding author. E-mail : nipaporn.mee@sru.ac.th

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยโดยปลูกมากในภาคใต้ น้ำมันปาล์มเป็นผลผลิตน้ำมันพืชรูปแบบหนึ่งที่ใช้วัตถุดิบตั้งต้นจากผลปาล์ม น้ำมันปาล์มสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์มดิบ (Crude palm oil: CPO) เป็นน้ำมันที่สกัดได้จากส่วนเปลือกสดของผลปาล์ม และน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (Crude palm kernel oil: CPKO) ซึ่งสกัดได้จากเมล็ดในของผลปาล์ม น้ำมันปาล์มดิบยังแบ่งตามกระบวนการผลิตได้ 2 ชนิดคือ น้ำมันปาล์มดิบชนิดแยกหีบ และแบบหีบน้ำมันผสม น้ำมันปาล์มดิบมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ กลีเซอไรด์ร้อยละ 95 โดยปริมาตร กรดไขมันร้อยละ 3-5 โดยปริมาตร และสารอื่น ๆ ประมาณร้อยละ 1 โดยปริมาตร ได้แก่ โทโคเฟอรอล (Tocopherols) โทโคโทรีนอล (Tocotrienols) แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) สเตอรอล (Sterols) ฟอสโฟลิพิด (Phospholipids) ไกลโคลิพิด (Glycolipids) เทอพินิก (Terpenic) โคเอนไซม์คิวเทน (Co-enzyme Q10) สควอลีน (Squalene) ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbons) และแว็กซ์ (Waxes) (Nagendran *et al.*, 2000) กรดไขมันในน้ำมันปาล์มมีส่วนของกรดปาล์มิติกสูงกว่ากรดไขมัน อื่น ๆ (Imoisi *et al.*, 2015; Tan *et al.*, 2021) น้ำมันปาล์มมีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นวัตถุดิบในการผลิตสบู่แทนไขมันสัตว์ ใช้ในการผลิตยาง เครื่องสำอาง ยา ใช้เพื่อการดูแลผิว รักษาโรคผิวหนังต่าง ๆ นอกจากนี้ยังอุดมด้วยสารออกฤทธิ์ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอางต่อต้านริ้วรอย น้ำมันที่สกัดได้จากปาล์มน้ำมันและอนุพันธ์จึงถูกนำไปเตรียมเป็นระบบนำส่งยาหรือสารประกอบออกฤทธิ์ (Ramli *et al.*, 2017; Mahdi *et al.*, 2011; Ilomuanya *et al.*, 2020; Abbasalipourkabir *et al.*, 2012) และสารสกัดจากปาล์มน้ำมันยังสามารถช่วยในการรักษาบาดแผลอีกด้วย (Owoyele *et al.*, 2014)

สบู่เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันบางชนิดและด่างโดยผ่านกระบวนการสaponification กรดไขมันที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตสบู่ ได้แก่ C16-C18 เป็นกรดไขมันที่ช่วยในการชำระล้าง ในขณะที่กรดไขมัน C12-C14 มีส่วนช่วยในการเกิดฟอง (Intahphuak *et al.*, 2010;) แหล่งของกรดไขมัน C16-C18 ส่วนใหญ่ได้จากไขมันสัตว์ ส่วนกรดไขมัน C12-C14 มาจากน้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่มีกรดลอริกเป็นหลักมีคุณสมบัติโดดเด่นในการลดการอักเสบและการติดเชื้อที่ผิวหนัง และฆ่าแบคทีเรีย บนผิวหนัง (Intahphuak *et al.*, 2010) น้ำมันปาล์มมีกรดไขมัน C16-C18 จึงสามารถใช้ทดแทนไขมันสัตว์ได้ (Kifli *et al.*, 1988; Kuntom & Kifli, 1994) สำหรับการผลิตสบู่สัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันควรอยู่ที่ประมาณร้อยละ 60 การลดปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวจะช่วยลดการใช้ด่างในการผลิตสบู่และสบู่จะให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว ช่วยลดความแข็งของเนื้อสบู่และความเสี่ยงต่อการระคายเคืองผิวหนัง (Benjamin & Abbass 2019) กรดไขมันที่มีส่วนทำให้สบู่เกิดฟองและมีคุณสมบัติในการซักล้าง ได้แก่ กรดสเตียริก กรดปาล์มิติก กรดไมริสติก กรดลอริก และกรดโอเลอิก (Kuntom *et al.*, 1996) น้ำมันแต่ละชนิดมีกรดไขมันต่างกันจึงส่งผลต่อคุณสมบัติของสบู่ซึ่งน้ำมันปาล์มช่วยให้สบู่ก้อนแข็ง มีฟองครีม น้ำมันมะกอกช่วยให้ความชุ่มชื้น นุ่ม น้ำมันสวีทอัลมอนต์มีคุณสมบัติ

ในการให้ความชุ่มชื้น เพิ่มฟองครีมที่ น้ำมันละหุ่งมักใช้ในปริมาณเล็กน้อยเพื่อให้เกิดฟองที่คงที่และปรับสภาพผิว (Soni *et al.*, 2024) เพื่อช่วยให้ความชุ่มชื้น และลดความหยابกร้านของผิวมีการเติมนมแพะลงในสูตรเพิ่ม (There *et al.*, 2022) น้ำมันปาล์มแดง (Red palm oil; RPO) เป็นน้ำมันปาล์มดิบชนิดแยกหีบที่ได้จากการหีบเฉพาะเนื้อปาล์มเป็นน้ำมันปาล์มดิบที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการฟอกสีเพื่อให้ยังคงปริมาณแคโรทีนอยด์ (Sinaga *et al.*, 2018) น้ำมันปาล์มแดงประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 50 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวร้อยละ 40 และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนร้อยละ 10 เป็นน้ำมันพืชที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวที่สมดุลทั้งที่ผ่านกระบวนการแปรรูปและแบบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ (Edem & Akpanabiatu, 2006; Ayeleso *et al.*, 2012) นอกจากนี้ น้ำมันปาล์มแดงยังมีแอลฟาและเบตาแคโรทีนซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ปกป้องเซลล์เนื้อเยื่อ และผิวหนังชั้นนอกของมนุษย์จากการทำลายของอนุมูลอิสระ (Lademann *et al.*, 2011) ช่วยปกป้องผิวจากการถูกแดดเผา รักษาความชุ่มชื้นของผิวหนัง ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย (Sinaga & Siahaan, 2019) และการป้องกันการติดเชื้อ (Leow *et al.*, 2022) ขณะเดียวกันวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ปกป้องเยื่อไขมันจากเปอร์ออกซิเดชัน (Osuala *et al.*, 2021) โทโคฟีรอล และโทโคไตรอีนอลเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดความเสียหายของผิวและการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (Lademann *et al.*, 2011) ทำให้น้ำมันปาล์ม น้ำมันเมล็ดในปาล์ม และอนุพันธ์ถูกนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางมากถึงร้อยละ 50 มีการใช้น้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมันเมล็ดในปาล์มผลิตสบู่เหลวด้านเชื้อแบคทีเรียทำความสะอาดผิวหนัง (Nainggolan & Sinaga, 2021) ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดโดยทั่วไปใช้โซเดียมลอริลซัลเฟตเพื่อให้ทำหน้าที่เป็นสารลดแรงตึงผิวแบบประจุลบ (Sar *et al.*, 2008) อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของโซเดียมลอริลซัลเฟตที่สูงจะเป็นอันตรายต่อดวงตาทำให้เกิดอาการเจ็บปวดคันระคายเคืองและตาบอด (Bondi *et al.*, 2015) กลีเซอรอลไขมันจึงเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจในการเป็นสารทำความสะอาดเนื่องจากมีคุณสมบัติที่ขบ้น้ำและกลุ่มไขมัน กลีเซอรอลไขมันสามารถเกิดขึ้นได้จากปฏิกิริยาของน้ำมันไขมันกับด่าง เรียกว่า สaponifikasi (Vidal *et al.*, 2018) น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันชนิดหนึ่งที่สามารถใช้เป็นแหล่งกลีเซอรอลไขมันได้ ด้วยคุณสมบัติและสารองค์ประกอบที่มีในน้ำมันปาล์มแดงทำให้ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเบตาแคโรทีน โทโคฟีรอล และกรดไขมันในน้ำมันปาล์มแดงที่ได้จากการหีบเปลือกเนื้อผลปาล์มร่วง และนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน ผลจากการศึกษาจึงเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการเพิ่มรายได้ และเพิ่มมูลค่าน้ำมันปาล์มในบางช่วงที่ราคาปาล์มน้ำมันผันผวน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสกัดน้ำมันปาล์มแดงและการกำจัดยางเหนียว

ผลปาล์มน้ำมันสุกนำมาหนึ่งที่อุณหภูมิ 134 องศาเซลเซียส ความดัน 2.1 บาร์ เป็นเวลา 30 นาที นำส่วนของเปลือกเนื้อปาล์มที่แยกได้ไปอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปสกัดน้ำมันด้วยเครื่องหีบแบบเกลียวอัดคู่ น้ำมันปาล์มที่ได้นำไปกำจัดยางเหนียวตามวิธีดัดแปลงจาก Chompoo *et al.* (2019) โดยนำน้ำมันปาล์มดิบทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 0.05 โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำมันไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกส่วนของน้ำมันออกจากยางเหนียว จากนั้นนำน้ำมันไปวิเคราะห์ปริมาณเบตาแคโรทีน โทโคฟีรอล และกรดไขมัน

2. การวิเคราะห์หาปริมาณเบตาแคโรทีน โทโคฟีรอล และกรดไขมันในน้ำมันปาล์มแดง

วิเคราะห์หาปริมาณเบตาแคโรทีน และโทโคฟีรอลด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High performance liquid chromatography) ใช้คอลัมน์ Hypersil ODS เมทานอลต่อน้ำในอัตราส่วน 90:10 ทำหน้าที่เฟสเคลื่อนที่ ใช้ Diode array detector เป็นตัวตรวจวัด และวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography; GC) ใช้ตัวตรวจวัดชนิดเปลวไฮดรอกซิล (Flam ionization detector) ตั้งที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ทำการโปรแกรมอุณหภูมิของตัวเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส คงไว้เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 210 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 10 องศาเซลเซียสต่อนาที คงไว้เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 250 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 20 องศาเซลเซียสต่อนาที และคงไว้เป็นเวลา 8 นาที ปริมาตรการฉีดสารตัวอย่าง 1 ไมโครลิตร ตั้งอุณหภูมิของส่วนฉีดสารที่ 260 องศาเซลเซียส ใช้คอลัมน์เป็น Select Biodiesel for FAME (30 มิลลิเมตร x 0.32 มิลลิเมตร x 0.25 ไมโครเมตร)

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน

กระบวนการผลิตสบู่ใช้วิธีกวนเย็น (Cold process) จำนวน 4 สูตร (Table 1) สบู่ที่ผลิตได้บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 วัน เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสaponification อย่างสมบูรณ์ จากนั้นนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale โดยการใช้ผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน

Table 1 Composition of handmade soaps

Materials (g)	Soaps			
	A	B	C	D
Red palm oil	-	140	140	140
Palm olein oil	140	-	-	-
Coconut oil	245	245	245	245
Rice bran oil	210	210	210	210
Olive oil	56	56	56	56
Castor oil	49	49	49	49
Goat milk	-	-	30	30
Turmeric	-	-	-	10
H ₂ O	100.19	100.19	70.19	60.19
NaOH	266	266	266	266

*A; Control, B; red palm oil, C; red palm oil mixed with goat milk, D; red palm oil mixed with goat milk and turmeric.

4. การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของสบู่

นำสบู่ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 สูตร และสบู่ทางการค้ามาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 94-2546 ประกอบด้วย

1) ลักษณะทั่วไป ลักษณะเนื้อสบู่ สี และกลิ่นโดยการสังเกตด้วยตาเปล่า

2) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter

3) ปริมาตรฟอง (Flash foam) ทดสอบปริมาตรฟองโดยดัดแปลงจากวิธีของ Tripetchkul *et al.* (2013) โดยตัดสบู่เป็นก้อนสี่เหลี่ยมลูกเต๋าให้มีน้ำหนักประมาณ 10 กรัม เติมน้ำกระด้าง (ประกอบด้วย $MgCl_2$ ความเข้มข้นร้อยละ 0.0139 โดยมวล และ $CaCl_2$ ความเข้มข้นร้อยละ 0.0304 โดยมวล) จำนวน 50 มิลลิลิตร เขย่าด้วยความเร็ว 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ตวงน้ำสบู่จำนวน 30 มิลลิลิตร โดยใช้กระบอกขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าคว่ำขึ้น-ลง จำนวน 5 ครั้ง อ่านปริมาณฟองที่ได้ทันที (ทำซ้ำ 3 ครั้ง)

4) การกร่อน ทดสอบการกร่อนโดยดัดแปลงจากวิธีของ Tripetchkul *et al.* (2013) โดยตัดสบู่เป็นก้อนสี่เหลี่ยมลูกเต๋าให้มีน้ำหนักประมาณ 10 กรัม นำสบู่ไปแช่ในน้ำกระด้างปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ซับน้ำออก นำก้อนสบู่มาผึ่งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำสบู่ไปชั่งน้ำหนักที่หายไป (ทำซ้ำ 3 ครั้ง) จากนั้นคำนวณหาความกร่อน

$$\text{ร้อยละการกัดกร่อน} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนทดสอบ} - \text{น้ำหนักหลังทดสอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนทดสอบ}} \quad (1)$$

5. การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของสบู่

นำสบู่ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 สูตร และสบู่ทางการค้ามาทดสอบคุณลักษณะทางเคมีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 29-2545 ประเภทสบู่ถูตัวทั่วไป ประกอบด้วย

1) ปริมาณไฮดรอกไซด์อิสระ

วิเคราะห์หาปริมาณไฮดรอกไซด์โดยวิธีดัดแปลงจากวิธีตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 2822-2560 (ISO 456:1973) การทดสอบทำโดยเตรียมเอทานอลให้มีอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส จำนวน 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 4 หยด และทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นชั่งสบู่จำนวน 10 กรัม ใส่ลงไปในขวดและนำไปให้ความร้อนจนกระทั่งสบู่ละลายหมด ทิ้งให้สารละลายมีอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกจนถึงจุดยุติ (ทำซ้ำ 3 ครั้ง) คำนวณหาปริมาณไฮดรอกไซด์อิสระ

ร้อยละไฮดรอกไซด์อิสระ =

$$\frac{\text{ความเข้มข้นของสารละลายกรดมาตรฐาน(นอร์มอล)} \times \text{ปริมาตรสารละลายกรดที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)}}{\text{น้ำหนักสบู่ตัวอย่าง (กรัม)}} \times 4 \quad (2)$$

2) ปริมาณไขมันทั้งหมด

วิเคราะห์หาปริมาณไขมันทั้งหมดโดยวิธีดัดแปลงจากวิธีตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 2824-2560 (ISO 685:1975) ทดสอบโดยชั่งสบู่หนักประมาณ 5 กรัม เติมน้ำร้อนจำนวน 100 มิลลิลิตร สารละลายกรดซัลฟิวริก 0.5

โมลาร์ จำนวน 10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนและทิ้งให้เย็น จากนั้นแยกส่วนของไขมันใส่ลงในกรวยแยก เติมนิโตรเลียมอีเทอร์ จำนวน 100 มิลลิลิตร เก็บส่วนของชั้นล่างทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยใช้นิโตรเลียมอีเทอร์จำนวน 50 มิลลิลิตร นำส่วนที่สกัดได้ไปทำการระเหยที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักและคำนวณหาร้อยละของไขมันทั้งหมด (ทำซ้ำ 3 ครั้ง)

$$\text{ร้อยละไขมันทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันที่สกัดได้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100 \quad (3)$$

3) ปริมาณสารที่ไม่ละลายในเอทานอล

วิเคราะห์หาปริมาณสารที่ไม่ละลายในเอทานอลโดยวิธีดัดแปลงจากวิธีตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 2823-2560 (ISO 673:1981) การทดสอบทำโดยชั่งน้ำหนักประมาณ 5 กรัม เติมน้ำเอทานอลจำนวน 100 มิลลิลิตร ให้ความร้อนประมาณ 70 องศาเซลเซียส กรองสารละลายขณะร้อน นำกระดาษไปอบที่ 103 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก (ทำซ้ำ 3 ครั้ง) จากนั้นคำนวณหาปริมาณสารที่ไม่ละลายในเอทานอล

$$\text{ร้อยละสารที่ไม่ละลายในเอทานอล} = \frac{\text{น้ำหนักของของแข็งที่เหลือ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100 \quad (4)$$

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณเบตาแคโรทีน โทโคฟีรอล และกรดไขมันในน้ำมันปาล์มแดง

น้ำมันปาล์มแดงที่ได้จากการสกัดด้วยเครื่องหีบแบบเกลียวอัดคู่และผ่านการแยกยางเหนียว เมื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเบตาแคโรทีน และโทโคฟีรอลด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง พบว่ามีปริมาณเบตาแคโรทีน และโทโคฟีรอลเท่ากับ 60.89 และ 21.65 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ปริมาณกรดไขมันเมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี พบว่าในน้ำมันปาล์มแดงประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว จำนวน 5 ชนิด คือ กรดลอริก (C 12:0) กรดไมริสติก (C 14:0) กรดปาลมิติค (C 16:0) กรดสเตียริก (C 18:0) และกรดอะราซิดิก (C 20:0) กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ตรวจพบจำนวน 3 ชนิด คือ กรดปาลมิโตเลอิก (C 16:1) กรดลิโนเลอิก (C 18:2) และกรดลิโนเลนิก (C 18:3) (Figure 1) ปริมาณกรดไขมันที่ตรวจพบแสดงใน Table 2

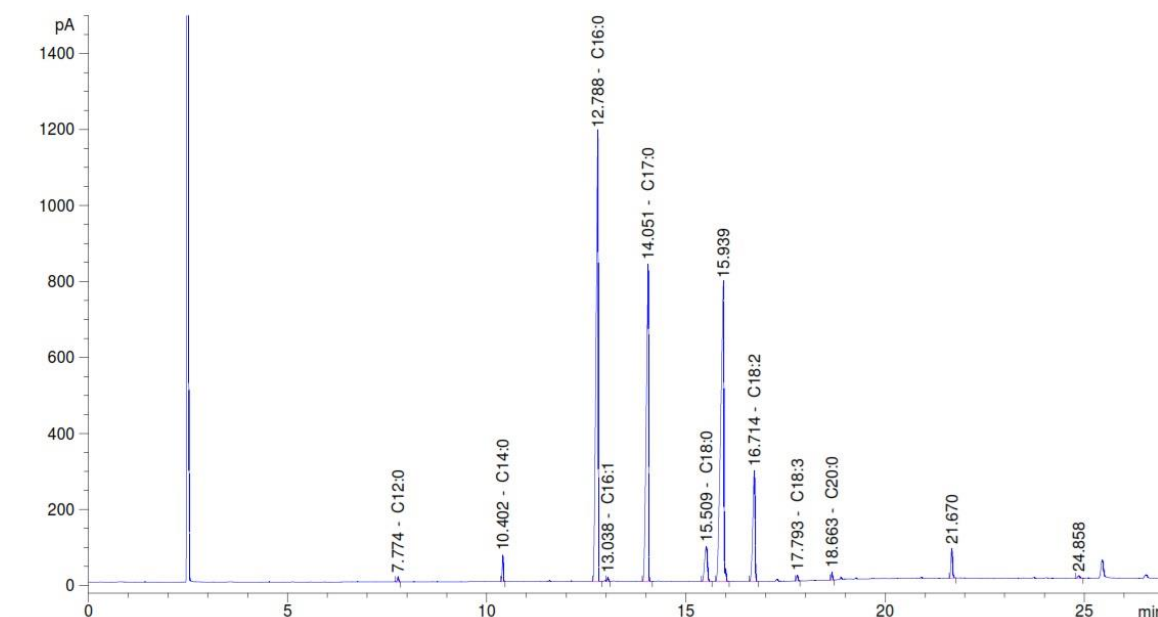


Figure 1 Chromatogram of fatty acid in red palm oil

Table 2 Fatty acid composition in red palm oil

Fatty acid	% w/w
Lauric acid; C 12:0	0.25
Myristic acid; C 14:0	1.15
Palmitic acid; C 16:0	39.11
Palmitoleic acid; C 16:1	0.17
Stearic acid; C 18:0	3.80
Linoleic acid; C 18:2	9.96
Linolenic acid; C 18:3	0.35
Arachidic acid; C 20:0	0.36

2. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน

กระบวนการผลิตสบู่ในงานวิจัยมีปริมาณของน้ำมันที่ทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน 700 กรัม โดยส่วนผสมแต่ละสูตรจะถูกนำมาผสมจนให้เข้ากันโดยให้อุณหภูมิของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อยู่ระหว่าง 40-45 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำผสมลงในส่วนของน้ำมัน สบู่ที่เตรียมได้ทิ้งไว้ 20 วัน เพื่อให้ปฏิกิริยาการเกิดสบู่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ และให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการนำไปใช้ สบู่ทั้ง 4 สูตร คือ สูตร A, B, C และ D (Figure 2) เนื้อของสบู่ทั้ง 4 สูตรมีความแข็งไม่มาก สบู่สูตร A มีความลักษณะนิ่มเป็นก้อนสีขาว สบู่สูตร B และ C มีลักษณะเป็นสีเหลือง และสูตร D มีสีเหลืองอมน้ำตาล



Figure 2 Physical characteristics of handmade soap A, B, C and D

จาก Figure 2 จะพบว่าสบู่สูตร A มีลักษณะเป็นก้อนสีขาวเนื่องจากน้ำมันที่ใช้ในสูตรใช้น้ำมันปาล์มโอเลอิน ซึ่งมีสีอ่อนกว่าน้ำมันปาล์มแดงมาก สบู่สูตร B มีลักษณะสีเหลืองเนื่องจากสีที่มากจากสีของน้ำมันปาล์มแดง สบู่สูตร C สบู่มีสีเหลืองที่เข้มกว่าสูตร B เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ในสูตรทำให้น้ำตาลในนมแพะ เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดทำให้มีสีน้ำตาล และสบู่สูตร D มีสีเหลืองอมน้ำตาลเข้มกว่าสูตร C ด้วยสีของสมุนไพร (ขมิ้นชัน) เพิ่มเข้ามาด้วย เนื้อของสบู่ทั้ง 4 สูตร มีความแข็งไม่มาก สบู่สูตร A มีความนุ่มมากที่สุด

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของการยอมรับของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

การประเมินความพึงพอใจของการยอมรับของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ต่อผลิตภัณฑ์สบู่ทั้ง 4 สูตร จากผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยให้คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด 8 หมายถึง ชอบมาก 7 หมายถึง ชอบปานกลาง 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก และคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 70.0 อายุระหว่าง 20-29 ปี ร้อยละ 30.0 ต้องการสบู่ที่มีคุณสมบัติดูแล บำรุงผิวพรรณ คิดเป็นร้อยละ 56.7 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจการยอมรับของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ต่อผลิตภัณฑ์สบู่ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส ประกอบด้วยปริมาณฟอง การทำความสะอาดผิว ความชุ่มชื้นต่อผิว กลิ่น สี สัน และความแข็งของเนื้อสบู่ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) พบว่ามีระดับความพึงพอใจในด้านปริมาณฟองอยู่ในช่วง 5.93-6.57 การทำความสะอาดผิวอยู่ในช่วง 6.87-7.33 ความชุ่มชื้นต่อผิว

อยู่ในช่วง 7.10-7.27 กลิ่นมีค่าอยู่ในช่วง 6.43-7.50 สีสันมีค่าอยู่ในช่วง 6.73-7.27 และความแข็งของสบู่มีความพึงพอใจอยู่ในช่วง 5.63 – 7.53 (Table 3) และพบว่าผู้ทดสอบใช้ผลิตภัณฑ์มีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมสูงสุด คือ สบู่สูตร C (6.92) รองลงมาคือสบู่สูตร B (6.86) สูตร D (6.85) และสูตร A (6.69) ตามลำดับ

Table 3 Sensory attributes of different handmade soaps using cold saponification.

Parameter	Soaps			
	A	B	C	D
Bubble volume ^{ns}	5.93 ±2.04	6.30±1.84	6.57±1.69	6.27±1.65
Cleansing ^{ns}	6.87±1.53	7.20±0.95	7.33±0.88	7.17±1.05
Moisturizing ^{ns}	7.10±1.07	7.10±0.82	7.13±1.11	7.27±0.92
Fragrance	7.50 ^b ±1.39	7.03 ^{ab} ±1.35	6.70 ^a ±1.12	6.43 ^a ±1.13
Color ^{ns}	6.73±1.31	6.80±1.12	7.17±0.99	7.27±1.29
Hardness	5.63 ^a ±1.31	6.40 ^b ±0.99	7.07 ^c ±1.14	7.53 ^c ±1.33

*Data are expressed as mean ± SD. Eans among the same column followed with the same letters not significantly using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at $p>0.05$. Means were the determination of thirty replication (n = 30)

4. ผลการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี

จากการทดสอบคุณภาพสบู่ในด้านลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของสบู่ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 สูตร และสบู่ทางการค้า ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาตรฟอง ร้อยละการกร่อน ปริมาณไฮดรอกไซด์อิสระ ปริมาณของไขมันทั้งหมด และปริมาณสารที่ไม่ละลายในเอทานอล ตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สบู่ก้อน มผช. 94/2552 และคุณลักษณะทางเคมีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 29-2545 ประเภทสบู่ตัวทั่วไป ผลการทดสอบพบว่าสบู่ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 สูตร คือ สูตร A, B, C และ D มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 9.64-9.78 มีเพียงสบู่สูตร A ที่มีความเป็นกรด-ด่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างไรก็ตามยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้คือที่ pH ประมาณ 8-10 ปริมาณฟองหลังการเขย่าทันที สบู่สูตร D มีปริมาณฟองมากที่สุด (29.67 ± 1.25) แต่มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสูตร B และ C ร้อยละการกร่อนของสูตร A และ B มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตร C และ D สำหรับคุณสมบัติทางเคมี พบว่าสบู่สูตร D มีร้อยละของปริมาณไขมันทั้งหมดสูงสุด (64.57 ± 1.29) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตร D (59.25 ± 1.74) ร้อยละของปริมาณสารที่ไม่ละลายในเอทานอล พบว่าสบู่สูตร D (4.19 ± 0.20) มีปริมาณสูง และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสบู่สูตรอื่น ๆ ยกเว้นสบู่ทางการค้า ปริมาณที่มากอาจเนื่องจากผงสบุนไฟที่ใช้เป็นผสม และไม่พบไฮดรอกไซด์อิสระในสบู่ทั้ง 4 สูตร รวมทั้งสบู่ทางการค้า นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบสบู่ทั้ง 4 สูตร กับสบู่ทางการค้า พบว่าลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี มีเพียงค่าร้อยละของปริมาณสารที่ไม่ละลายในเอทานอลของสบู่สูตร D เท่านั้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสบู่ทางการค้า (Table 4) จากผลการทดสอบลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีจะเห็นว่า

สรุปสูตร C มีร้อยละปริมาณปริมาณไขมันทั้งหมดสูงสุดจึงมีส่วนช่วยให้ผิวมีความชุ่มชื้นกว่าสูตรอื่น ๆ และสรุปสูตร C ยังเป็นสูตรที่มีผลการประเมินความพึงพอใจโดยภาพรวมสูงสุดอีกด้วย

Table 4 Physical and Chemical properties of red palm oil and commercial soaps

Properties	Soaps				
	A	B	C	D	Commercial
pH	9.64 ^a ±0.02	9.75 ^b ±0.01	9.76 ^{bc} ±0.02	9.78 ^{bc} ±0.02	9.95 ^d ±0.01
Flash foam (mL)	23.33 ^a ±1.53	26.67 ^{ab} ±4.51	27.00 ^{ab} ±2.00	29.67 ^b ±1.25	38.56 ^c ±4.35
Corrosion (%)	21.16 ^c ±0.69	18.46 ^c ±2.43	15.25 ^b ±1.53	12.95 ^b ±1.97	1.82 ^a ±0.33
Free caustic alkali	Not found	Not found	Not found	Not found	Not found
Total fatty matter (%)	54.27 ^b ±1.76	55.19 ^b ±1.84	64.57 ^d ±1.29	59.25 ^c ±1.74	43.72 ^a ±2.48
Ethanol insoluble matter (%)	0.34 ^a ±0.02	0.29 ^a ±0.01	1.92 ^b ±0.35	4.19 ^c ±0.20	4.32 ^c ±0.11

*Data are expressed as mean $\pm$ SD. Eans among the same column followed with the same letters not significantly using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at $p>0.05$. Means were the determination of three replication ($n = 3$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการตรวจวิเคราะห์น้ำมันปาล์มแดงภายหลังจากการแยกยางเหนียว พบว่าปริมาณเบตาแคโรทีนที่ตรวจพบในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ (60.89 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) มีปริมาณที่สูงกว่าเมื่อเทียบจากรายงานวิจัยของ Khongcharean *et al.* (2014) ที่วิเคราะห์หาปริมาณเบตาแคโรทีนในน้ำมันปาล์มที่สกัดจากผลปาล์มน้ำมันที่เก็บจากจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร ซึ่งพบอยู่ในช่วง 5.32-15.42 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ยังพบในปริมาณที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับผลการวิจัยของ Dauqan *et al.* (2011) ที่พบปริมาณเบตาแคโรทีนว่าในน้ำมันปาล์มแดงเพียง 54.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณเบตาแคโรทีนอาจมีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นกับสายพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ระยะเวลาในการเก็บ หรือในกระบวนการผลิตที่มีการให้ความร้อนทำให้แคโรทีนอยด์ถูกทำลายได้ (Fabien *et al.*, 2014; Khongcharean *et al.*, 2014) จากการที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชันของเบตาแคโรทีน และแคโรทีนอยด์ตัวอื่น ๆ ยังช่วยลดอัตราการเกิดโรคมะเร็ง (Tanumihardjo, 2002) ทำให้น้ำมันปาล์มสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง

วิตามินอีเป็นสารที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน วิตามินอีทั้งในรูปของโทโคฟีรอล และโทโคไตรอีนอลในน้ำมันปาล์มมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันความผิดปกติที่เกิดจากปฏิกิริยาของออกซิเจน จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ปริมาณวิตามินอีในรูปของโทโคฟีรอลที่พบในน้ำมันปาล์มแดง (21.65 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) มีปริมาณที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Choo *et al.* (1993) และ Dauqan *et al.* (2011) ที่พบปริมาณวิตามินอีเท่ากับ 16.6 และ 17.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ สำหรับปริมาณกรดไขมัน พบว่าในน้ำมันปาล์มแดงมีปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ได้แก่ กรดลอริก (0.25 ร้อยละโดยมวล) กรดไมริสติก (1.15 ร้อยละโดยมวล) กรดปาล์มิติก (39.11 ร้อยละโดยมวล) กรดสเตียริก (3.80 ร้อยละโดยมวล) และกรดอะราซิดิก (0.36 ร้อยละโดยมวล) นอกจากนี้พบกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดปาล์มิโตเลอิก (0.17 ร้อยละโดยมวล) กรดลิโนเลอิก (9.96 ร้อยละ

โดยมวล) และกรดลิโนเลนิก (0.35 ร้อยละโดยมวล) จากปริมาณของกรดไขมันที่ตรวจพบจะมีปริมาณที่สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Mba *et al.* (2015); Nagendarn *et al.* (2000) และ Nainggolan & Sinaga (2021) ที่ตรวจวิเคราะห์พบในน้ำมันปาล์มแดงเช่นกัน

การผลิตสบู่จะอาศัยการเกิดปฏิกิริยาสaponification ระหว่างกรดไขมันกับด่างเรียกการทำสบู่ในรูปแบบนี้ว่า Hand made มีจุดเด่นคือทำให้ได้สบู่ที่มีคุณสมบัติตามที่ผู้บริโภคต้องการ ด้วยน้ำมันแต่ละชนิดมีสรรพคุณที่แตกต่างกัน เมื่อนำมารวมกันจึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ สบู่ที่ได้จะให้ความชุ่มชื้นต่อผิวเนื่องจากกลีเซอรินซึ่งเป็นสารที่ให้ความชุ่มชื้นยังคงอยู่ทั้งหมดไม่ได้ถูกแยกออกไป ซึ่งแตกต่างจากสบู่ที่มีขายอยู่โดยทั่วไปที่มีกลีเซอรินอยู่เพียงเล็กน้อย สบู่จะผลิตจากสารจำพวกซัลเฟตซึ่งจะทำให้รู้สึกผิวแห้ง ขาดความชุ่มชื้น (Hosni & Rus, 2021) จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าสบู่ทั้ง 4 สูตร มีปริมาณฟอง การทำความสะอาดผิว ความชุ่มชื้นต่อผิว และสีสันทันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กลิ่นของสบู่สูตร B, C และ D ผู้ทดสอบมีระดับความพึงพอใจ อยู่ระหว่าง 6.43-7.03 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่กลิ่นของสบู่สูตร A มีระดับความพึงพอใจสูงสุดคือ 7.50 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสบู่สูตรอื่น ๆ สำหรับความแข็งของเนื้อสบู่ พบว่าสบู่สูตร C มีค่าระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 7.07 ± 1.14 และ สูตร D มีระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 7.53 ± 1.33 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสบู่สูตร A และ B และพบว่าผู้ทดสอบใช้มีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมสูงสุด คือ สบู่สูตร C ประกอบคาร์บอนของไขมันทั้งหมดของสบู่สูตร C มีมากที่สุดจึงช่วยบำรุงผิว และให้ความชุ่มชื้นกับผิวได้มากสูตรอื่นซึ่งประเภทของน้ำมันที่ใช้ทำสบู่สามารถส่งผลต่อคุณสมบัติของสบู่ได้อย่างมาก น้ำมันแต่ละชนิดมีองค์ประกอบของกรดไขมันต่างกัน ซึ่งจะกำหนดคุณสมบัติในการทำให้เกิดฟอง ความชุ่มชื้นและการทำความสะอาดของสบู่ ซึ่งน้ำมันปาล์มนั้นมีความสมดุลระหว่างกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวจึงทำให้ได้สบู่ที่มีฟองและคุณสมบัติในการทำความสะอาดที่ดี ผู้ผลิตสบู่สามารถผสมน้ำมันต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อสร้างสบู่ที่มีคุณสมบัติที่ต้องการได้ โดยทั่วไปการผสมผสานระหว่างน้ำมันที่มีคุณสมบัติเป็นฟองและการทำความสะอาดสูงร่วมกับน้ำมันที่มีคุณสมบัติให้ความชุ่มชื้นที่ดีคือส่วนผสมที่ผู้ผลิตคาดหวัง

ผลจากการทดสอบลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมี พบว่าสบู่มีลักษณะเป็นก้อน ไม่มีสิ่งแปลกปลอม เนื้อสบู่มีความแข็งไม่มาก กลิ่นหอม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 9.64-9.78 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับการนำไปใช้ถ้าสบู่เป็นด่างมากเกินไปอาจทำให้ผิวระคายเคืองได้ (Oluwatoyin, 2011) ขณะเดียวกันสบู่เชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่จะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 9-10 (Tarun *et al.*, 2014) สีของสบู่ (สูตร C และ D) มีลักษณะเหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาลเป็นผลเนื่องมาจากสีของน้ำมันปาล์มแดงและส่วนหนึ่งเกิดจากการที่ในระหว่างกระบวนการเกิดสบู่ความร้อนเนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ในสูตรทำให้น้ำตาลในนมแพะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดขึ้นทำให้สบู่มีสีน้ำตาล (There *et al.*, 2022) ปริมาตรฟอง (Flash foam) สบู่หลังการเขย่าทันทีของสูตร C มีค่าเท่ากับ 27.00 ± 2.00 มิลลิลิตร ซึ่งน้อยกว่าสูตร D อย่างไรก็ตามปริมาณฟองของทั้งสองสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปัจจัยที่ทำให้ปริมาณฟองมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนของคาร์บอนอะตอมในน้ำมันที่นำมาผลิตสบู่ โดยจำนวนฟองจะมีเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนของคาร์บอนอะตอมลดลง (Kuntom *et al.*, 1996) กรดไขมันที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเกิดฟองและการทำความสะอาดของสบู่คือ กรดลอริก และกรดไมริสติก (Phanstiel *et al.*, 2009;) การที่ฟองมีความคงทนอาจเกิดจากกรดปาล์มิติกและกรดไมริสติกในสบู่ (Widyasanti *et al.*, 2018) กรดปาล์มิติกและกรดไมริสติกที่มากขึ้น ทำให้สบู่มีปริมาณความชื้นลดลง ความคงทนของฟองจะสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณความชื้น

ของสบู่ (Ogunsuyi & Akinawo, 2012) มีการสึกกร่อนที่เวลา 5 นาที คิดเป็นร้อยละ 15.25 ± 1.53 (สูตร C) สำหรับคุณลักษณะทางเคมีของสบู่ พบว่ามีปริมาณสารที่ไม่ละลายในเอทานอลร้อยละ 0.29-4.19 ซึ่งพบว่ามีความสูงในสบู่สูตร C ทั้งนี้เนื่องจากผงของสบู่ที่เติมลงที่ไม่ได้ละลายในแอลกอฮอล์ ขณะเดียวกันสบู่สูตร C มีค่าเท่ากับ 1.92 ± 0.35 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตร D สารที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดความบริสุทธิ์ของสบู่ซึ่งเป็นการวัดส่วนผสมที่ไม่ใช่สบู่ที่เรียกว่าสารสร้างหรือสารตัวเติม และส่วนประกอบอื่น ๆ สบู่ที่มีค่าสารที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์สูงแสดงให้เห็นว่ามีสิ่งเจือปนในระดับสูง ซึ่งอาจมาจากระดับของสิ่งเจือปนของผงที่ใช้ในการผลิตสบู่ (Viorica *et al.*, 2011) ปริมาณของไขมันทั้งหมดร้อยละ 64.57 ± 0.27 โดยน้ำหนัก ปริมาณของไขมันทั้งหมดหากมีปริมาณต่ำแสดงว่าไม่เหมาะสมสำหรับผิวแห้ง (There *et al.*, 2022) ดังนั้นปริมาณไขมันทั้งหมดที่มากขึ้นจะมีผลดีต่อผิวหนังในแง่ของการคืนความชุ่มชื้นและคุณสมบัติในการทำความสะดวกโดยรวมที่เพิ่มขึ้น (Betsy *et al.*, 2012) และตรวจไม่พบปริมาณไฮดรอกซีดีอีเอส ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ There *et al.* (2022) ที่ผลิตสบู่โดยใช้น้ำมันปาล์มผสมกับน้ำมัน มะพร้าว นมแพะ และสารประกอบอื่น ๆ จากผลการทดสอบสบู่สูตร C ที่เป็นสูตรที่มีค่าคะแนนผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมสูงสุดมีลักษณะทางกายภาพเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสบู่ก่อน มพช. 94/2552 และมีเพียงปริมาณไขมันทั้งหมดเท่านั้นที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 29-2545 ประเภทสบู่ตัวทั่วไป

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเบตาแคโรทีน และโทโคฟีรอล พบว่ามีปริมาณร้อยละ 60.89 และ 21.65 โดยมีผลตามลำดับ พบปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ได้แก่ กรดลอริก กรดไมริสติก กรดปาล์มิติก กรดสเตียริก และกรดอะราดิก กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดปาล์มิโทเลอิก กรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับด้านปริมาณฟอง การทำความสะอาดผิว ความชุ่มชื้นผิว กลิ่น สีสัมผัส และความแข็งแรงของเนื้อสบู่ พบว่าสบู่ที่มีความพึงพอใจโดยภาพรวมสูงสุดคือ สบู่สูตร C ผลิตภัณฑ์สบู่ช่วยบำรุงและให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด การใช้ผลผลิตจากการหีบเปลือกเนื้อผลปาล์มร่วนนอกจากช่วยขยะและเพิ่มมูลค่าให้กับปาล์มน้ำมันในช่วงที่ราคาปาล์มน้ำมันมีความผันผวนแล้วผลิตภัณฑ์สบู่ที่ได้ยังสามารถเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่มองหาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

เอกสารอ้างอิง

Abbasalipourkabir, R., Salehzadeh, A., & Abdullah, R. (2012). Characterization and stability of nanostructured lipid carriers as drug delivery system. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 15(3), 141-146.



- Ayeleso, A.O., Oguntibeju, O.O., & Brooks, N.L. (2012). Effects of dietary intake of red palm oil on fatty acid composition and lipid profiles in male Wistar rats. *African Journal of Biotechnology*, 11(33), 8275-8279.
- Benjamin, S.E., & Abbass, A. (2019). Effect of superfatting agents on soaps properties. *Journal of Oil Palm Research*, 31(2), 304-314.
- Betsy, K.J., Jilu, M., Fathima, R., & Varkey, J.T. (2012). Determination of Alkali Content & Total Fatty Matter in Cleansing Agents. *Asian Journal of Science and Applied Technology*, 2(1), 8-12.
- Bondi, C.A.M., Marks, J.L., Wroblewski, L.B., Raatikainen, H.S., Lenox, S.R., & Gebhardt, K.E. (2015). Human and environmental toxicity of sodium lauryl sulfate (SLS): Evidence for safe use in household cleaning products. *Environmental Health Insights*, 9, 27-32.
- Chompoo, M., Damrongwattanakool, N., & Raviyan, P. (2019). Effect of chemical degumming process on physicochemical properties of red palm oil. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 41(3), 513-521.
- Choo Y.M., Ma, A.N., Ooi, C.K., Yap, S.C., & Basiron, Y. (1993). Red palm oil : A carotene rich nutritious oil. *PORIM Information Series No. 11*. Palm Oil Research Institute of Malaysia: Kuala Lumpur, Malaysia.
- Dauqan, E., Sani, H.A., Abdullah, A., Muhamad, H., & Top, Ab.G.Md. (2011). Vitamin E and beta carotene composition in four different vegetable oils. *American Journal of Applied Sciences*, 8(5), 407-412.
- Edem, D.O., & Akpanabiatu, M.I. (2006). Effects of palm oil-containing diets on enzyme activities of rats. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(4), 301-305.
- Fabien, D.D.F., N.N. Annie, N.N., Adélaide, D.M., Florian, S., & Inocent, G. (2014). Effect of heating and of short exposure to sunlight on carotenoids content of crude palm oil. *Journal of Food Processing & Technology*, 5(4), 1-6.
- Hosni, M.H., & Rus, A.Z.M. (2021). The Physical characteristics of handmade soap with plant-based additives. *Research Progress in Mechanical and Manufacturing Engineering*, 2(2), 848-859.
- Intahphuak, S., Khonsung, P., Panthong, A. (2010). Antiinflammatory, analgesic, and antipyretic activities of virgin coconut oil. *Pharmaceutical Biology*, 48(2), 151-171.



- Ilomuanya, M.O., & Oforkaja, C.A. (2020). Formulation and characterization of palm olein/caprylic triglycerides ester based emulgel for topical use. *African Journal of Pharmaceutical Research & Development*, 12(2), 172-180.
- Imoisi, O., Ilori, G., Agho, I., & Ekhaton, J. (2015). Palm oil, its nutritional and health implications (review). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 19(1), 127-133.
- Khongcharean, S., Sridokchan, W., Tanya, P., Liengsakul, P., & Ritiron, R. (2014). Rapid assessment of beta-carotene content in oil palm fruit. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 42(1), 375-381. (in Thai)
- Kifli, H., & Krishnan, S. (1988). Palm oil products in soap making including measurement of properties of the soap developed, in *proceedings of the 1987 international oil palm/palm oil conference-progress and prospects. Conference II: Technology*. (pp. 304-315). Palm Oil Research Institute of Malaysia (PORIM). Selangor.
- Kuntom, A., & Kifli, H. (1994). *Palm-based soap in selected readings on palm oil and its uses*. (pp.183-196). Palm Oil Research Institute of Malaysia (PORIM), Malaysia.
- Kuntom, A., Kifli, H., & Lim, P.K. (1996). Chemical and physical characteristics of soap made from distilled fatty acids of palm oil and palm kernel oil. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 73, 105-108.
- Lademann, J., Schanzer, S., Meinke, M., Sterry, W., & Darvin, M.E. (2011). Interaction between carotenoids and free radicals in human skin. *Skin Pharmacology and Physiology*, 24(5), 238-244.
- Leow, S., Fairus, S., & Sambanthamurthi, R. (2022). Water-soluble palm fruit extract: Composition, biological properties, and molecular mechanisms for health and non-health applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(32), 9076-9092.
- Mahdi, E.S., Noor, A.M., Sakeena, M.H., Abdullah, G., Abdulkarim, M.F., & Sattar, M.A. (2011). Formulation and in vitro release evaluation of newly synthesized palm kernel oil esters-based nanoemulsion delivery system for 30% ethanolic dried extract derived from local *Phyllanthus urinaria* for skin antiaging. *International Journal of Nanomedicine*, 6, 2499-2512.
- Mba, O.I., Dumont, M.J., & Ngadi, M. (2015). Palm oil: Processing, characterization, and utilization in the food industry- a review. *Food BioScience*, 10, 26-41.



- Nagendran, B., Unnithan, U.R., Choo, Y.M., & Kalyana, S. (2000). Characteristics of red palm oil, a carotene- and vitamin E-rich refined oil for food uses. *Food and Nutrition Bulletin*, 21(2), 189-194.
- Nainggolan, M., & Sinaga, A.G.S. (2021). The modification of red palm oil and palm kernel oil as antibacterial liquid soap. *Rasayan Journal of Chemistry*, 14(1), 36-40.
- Ogunsuyi, H.O., & Akinawo, C.A. (2012). Quality assessment of soaps produced from palm bunch ash-derived alkali and coconut oil. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 16(4), 363-366.
- Oluwatoyin, S.M. (2011). Quality of soaps using different oil blends. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*, 1(1), 29-34.
- Osuala, N., Ezechukwu, L.A., & Tony, P.O. (2021). Screening of wound healing effect of elaeis guineensis oil, extract of vernonia amygdalina mixed with dried egg albumin on burn wound inflicted guinea pig. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 8(1), 13-28.
- Owoyele, B.V., & Owolabi, G.O. (2014). Traditional oil palm (*Elaeis guineensis* jacq.) and its medicinal uses: A review. *Tang Humanitas. Medicine*, 4(3), e16.
- Phanstiel, O., Dueno, E., & Wang, Q.X. (2009). Synthesis of exotic soaps in the chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 75(5), 612-614.
- Ramli, S., Norhman, N., Zainuddin, N., Ja'afar, S.M., & Rahman, I.A. (2017). Nanoemulsion based palm olein as vitamin E carrier. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 21(6), 1399-1408.
- Sar, S.K., Verma, C., & Pandey, P.K. (2008). Spectrophotometric determination of sodium lauryl sulfate as a prime anionic surfactant and contaminant in central east Chhattisgarh (Durg-Bilal region). *Rasayan Journal Chemistry*, 1(2), 236-245.
- Sinaga, A. G. S., & Siahaan, D. (2019). Antioxidant activity of bioactive constituents from crude palm oil and palm methyl ester. *International Journal of Oil Palm*, 2(1), 46-52.
- Sinaga, A.G.S., Siahaan, D., & Sinaga, K.R. (2018). Potensi minyak sawit merah dan karotenoid sebagai suplemen antioksidan dalam pengujian toleransi glukosa pada tikus putih (Preliminary Study). *TALENTA Conference Series*. 1, 251-256.
- Soni, H., Kaur, M., & Verma, M. (2024). Recent advances in the production of soap from used cooking oil for environment remediation. *E3S Web of Conferences*, 03014, 1-8.



- Tan, C.H., Lee, C.J., Tan, S.N., Poon, D.T.S., Chong, C.Y.E., & Pui, L.P. (2021). Red palm oil; a review on processing, health benefits and its application in food. *Journal of Oleo Science*, 70(9), 1201-1210.
- Tanumihardjo, S.A. (2002). Factor influencing the conversion of carotenoids to retinol: bioavailability to bioconversion to bioefficacy. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 72(1), 40-45.
- Tarun, J., Susan, J., Jacob Suria, V.J.S., & Criton, S. (2014). Evaluation of pH of bathing soaps and shampoos for skin and hair care. *Indian Journal of Dermatology*, 59(2), 442-444.
- There, U.G., Kalambe, S., & Choudhary, V. (2022). Formulation of hand made soap by using goat milk. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 10(2), 955-960.
- Tripetchkul, S., Pundee, K., & Akeprathymchai. (2013). Utilization of by-products Derived from the Virgin Coconut Oil Manufacturing Process for Soap Preparation. *KMUTT Research and Development Journal*, 36(4), 439-450. (in Thai)
- Viorica, P., Alina, S., & Simona, D. (2011) Quality Control and Evaluation of Certain Properties for Soap Made in Romania. *Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 12(3), 257-261.
- Vidal, N.P., Adigun, O.A., Pham, T.H., Mumtaz, A., Manful, C., Callahan, G., Stewart, P., Keough, D., & Thomas, R.H. (2018). The Effects of cold saponification on the unsaponified fatty acid composition and sensory perception of commercial natural herbal soaps. *Molecules*, 23(9), 2356-2376.
- Widyasanti, A., Ginting, A.M.L., Asyifani, E., & Nurjanah, S. (2018). The production of paper soaps from coconut oil and virgin coconut oil (VCO) with the addition of glycerine as plasticizer. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 141(1), 1-13.