Published Online: 4 JUL 2022

การพัฒนาตำรับสบู่ก้อนที่มีส่วนผสมของน้ำมันเมล็ดมะขามป้อม
Development of Bar Soap Containing Amla Seed Oil

หทัยกร กิตติมานนท์
อีเมล: 6251701294@lamduan.ac.th
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชาวิทยาศาสตรเครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
รองศาสตราจารย์ ดร. ณัฐยา เหล่าฤทธิ์
อีเมล: nattayal@mfu.ac.th
สำนักวิชาวิทยาศาสตรเครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การค้นคว้าอิสระนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับสบู่ก้อนที่มีส่วนผสมของน้ำมันเมล็ดมะขามป้อมที่มีความคงตัว ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำมันเมล็ดมะขามป้อม ด้วย GC-MS พบว่า มีกรดเพนตาเดคาโนอิก กรดเฮกซาเดคาโนอิก กรดไลโนเลอิกและกรดโอเลอิก ร้อยละ 0.24, 0.24, 0.75 และ 0.54 ตามลำดับ การวิเคราะห์ด้วย HPLC ไม่พบ vitamin E วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเทคนิค ICP พบว่า มีเหล็กและตะกั่ว 17.6 - 22.4 และ 8.4 - 9.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ไม่พบโลหะหนักต้องห้ามทางเครื่องสำอาง ได้แก่ สารหนู แคดเมียม ปรอท แมงกานีส และสังกะสี ตั้งตำรับสบู่น้ำมันเมล็ดมะขามป้อม ที่มีองค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าว เมล็ดในปาล์ม ปาล์ม รำข้าว และเชียบัตเตอร์ ทำสบู่ด้วยวิธีกระบวนการความร้อนและกระบวนการความเย็น ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทดสอบความคงตัว พบว่า ตำรับที่ดีที่สุด ประกอบด้วยน้ำมันเมล็ดมะขามป้อม เมล็ดในปาล์ม ปาล์ม และเชียบัตเตอร์ ร้อยละ 50, 35, 10 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งเตรียมด้วยวิธีกระบวนการความเย็น โดยให้ผลการทดสอบของปริมาณฟองในน้ำกลั่น ค่าอัตราการสึกกร่อนของสบู่ ค่าความเป็นกรดด่างและค่าสี ก่อนและหลังการทดสอบความคงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่าร้อยละความแตกต่างก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวน้อยที่สุด

คำสำคัญ: น้ำมันเมล็ดมะขามป้อม, สบู่ก้อน, สมบัติทางกายภาพ, ความคงตัว

Published Online: 4 JUL 2022

Abstract

The objective of this independent study was to develop a stable bar soap containing amla seed oil. The chemical components of amla seed oil was analysed by GC-MC and shown to be composed with pentadecanoic acid, hexadecanoic acid, linoleic acid and oleic acid in amount of 0.24, 0.24, 0.75 and 0.54 % respectively. Vitamin E was analysed by HPLC, which was undetected in the oil. Heavy metal in the oil was analysed by ICP. The oil contained with 17.6 - 22.4 μg/kg of Fe and 8.4 - 9.0 μg/kg of Pb, while As, Cd, Hg, Mn and Zn were undetectable. The bar soaps constituted of amla seed oil, coconut oil, palm kernel, palm, rice bran and shea butter were made with hot and cold processes and were tested for stability and physical properties. The best formular of bar soap was made by amla seed oil, palm kernel, palm and shea butter in amount of 50, 35, 10 and 5 % respectively, with cold process. The stability test including lather in distilled water, wear rate, pH and color were insignificant difference ($p > 0.05$), compared between before and after stability testing.

Keywords: Amla Seed Oil, Soap Bar, Physical Properties, Stability

บทนำ/หลักการและเหตุผล

สบู่เป็นผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวและเป็นสินค้าส่งออกสำคัญของไทย ในปี 2561-2563 มีมูลค่า 8,717.4, 8,614.9 และ 10,686.2 ล้านบาท ตามลำดับ โดยมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 11.41, -1.18 และ 24.04 ตามลำดับ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, ม.ป.ป.) โดยอาเซียนเป็นตลาดส่งออกอันดับหนึ่ง มีสัดส่วนการส่งออกสูงถึงร้อยละ 49 (โควิทดันตลาดสบู่คึกคักแนะใช้เอฟทีเอขยายส่งออก, 2563) สบู่ก้อนธรรมชาติได้รับความนิยม เนื่องจากแนวโน้มการใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ผุสดี แสงศิริฉาย, 2557) น้ำมันเมล็ดมะขามป้อมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ และให้ความชุ่มชื้นผิว (Ge et al., 2017; McCusker & Grant-kels, 2010; Wen-Wen et al., 2019) วิธีการทำสบู่มี 2 วิธี คือ กระบวนการความร้อน เมื่อทำเสร็จแล้วสามารถนำไปใช้ได้เลย แต่กระบวนการความร้อนจะทำให้เสียคุณสมบัติสำคัญของน้ำมัน ส่วนกระบวนการความเย็น เนื้อสบู่จะเนียน แต่ต้องทิ้งไว้ให้เกิดการซาพอนนิฟิเคชั่น นาน 6-8 สัปดาห์ จึงนำมาใช้ได้

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาสูตรสบู่ก้อนที่มีส่วนผสมของน้ำมันเมล็ดมะขามป้อมที่มีความคงตัว ทดสอบสมบัติทางกายภาพของสบู่และทดสอบความคงตัวของสบู่ โดยทำสบู่ทั้งสองวิธีเปรียบเทียบกัน ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การคัดเลือกน้ำมัน เพื่อให้สบู่มีความแข็งและปริมาณฟองที่เหมาะสมจากสัดส่วนระหว่างกรดลอริกและกรดโอลิอิก (Hall, 2016)
2. การวิเคราะห์กรดไขมันในน้ำมันเมล็ดมะขามป้อม ด้วย GC-MS (Lourith et al., 2016; Parnsamut et al., 2017)
3. การวิเคราะห์ Vitamin E โดยวิธี HPLC (Japan Customs Analysis, 2003)
4. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำมันเมล็ดมะขามป้อม ด้วยเทคนิค ICP-OES (ณพัฐอร บัวฉุน, 2559)
5. การตั้งตำรับสบู่ โดยกระบวนการความร้อนและกระบวนการความเย็น

ตารางที่ 1 ตำรับสบู่

องค์ประกอบ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4
น้ำมันเมล็ดมะขามป้อม (ร้อยละ)	50	50	50	100
น้ำมันมะพร้าว (ร้อยละ)	35	35	-	-
น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (ร้อยละ)	-	-	35	-
น้ำมันปาล์ม (ร้อยละ)	10	10	10	-
น้ำมันรำข้าว (ร้อยละ)	5	-	-	-
เชียบัตเตอร์ (ร้อยละ)	-	5	5	-
การเตรียมโดยกระบวนการความร้อน น้ำ (กรัม)	171.00	171.00	171.00	171.00
การเตรียมโดยกระบวนการความเย็น น้ำ (กรัม)	148.50	148.50	148.50	148.50
ด่าง (กรัม)	70.58	70.44	69.59	72.09
สัดส่วน กรดลอริกต่อกรดโอเลอิก	**0.77:1**	**0.75:1**	**0.69:1**	**0:1**
ผลรวมของกรดปาล์มิติกและกรดสเตียริก	**58.75**	**63.25**	**60.09**	**24.30**

Published Online: 4 JUL 2022

6. การทำสบู่ วิธีกระบวนการความร้อน (Hot process; H) ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 80 °C 30 นาที และวิธีไม่ใช้ความร้อน หรือกระบวนการความเย็น (Cold process; C) (มยุรา ชินบุราวัตน์, 2560; Grosso, 2007)

7. ศึกษาลักษณะภายนอกและทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การทดสอบปริมาณฟอง ทดสอบร้อยละของน้ำหนักของสบู่ที่หายไปหลังแช่น้ำ ทดสอบอัตราการสึกกร่อนของสบู่ ทดสอบรอยแยกของสบู่ ทดสอบความเป็นกรดด่าง วัดสีด้วยเครื่องวัด colorimeter (Ghaim & Volz, 2001; Li & Lee, 1996)

8. การทดสอบความคงตัวภายใต้สภาวะเร่ง โดยวิธี heating-cooling cycles (Estanqueiro et al., 2014) และประเมินสมบัติทางกายภาพในข้อ 7 อีกครั้ง หลังการทดสอบความคงตัว

ผลวิจัย

1. ผลการคัดเลือกน้ำมัน น้ำมันที่เลือกใช้ได้แก่ น้ำมันเมล็ดมะขามป้อม ประกอบด้วย กรดโอลิอิกร้อยละ 26.4 (Arora et al., 2011) น้ำมันมะพร้าวประกอบด้วย กรดลอริกร้อยละ 48 (มยุรา ชินบุราวัตน์, 2560; Osman, 2019) น้ำมันเมล็ดในปาล์มประกอบด้วย กรดลอริกร้อยละ 49 กรดโอลิอิกร้อยละ 15 น้ำมันปาล์มประกอบด้วย กรดปาล์มิติกร้อยละ 40 กรดโอลิอิกร้อยละ 43 (มยุรา ชินบุราวัตน์, 2560; Edem, 2002) น้ำมันรำข้าวประกอบด้วย กรดปาล์มิติกร้อยละ 22 กรดโอลิอิกร้อยละ 38 (มยุรา ชินบุราวัตน์, 2560; Dunford, 2019) เชียบัตเตอร์ประกอบด้วย กรดปาล์มิติกร้อยละ 5 กรดสเตียริกร้อยละ 40 กรดโอลิอิกร้อยละ 48 (มยุรา ชินบุราวัตน์, 2560; Andersson & Alander, 2015)

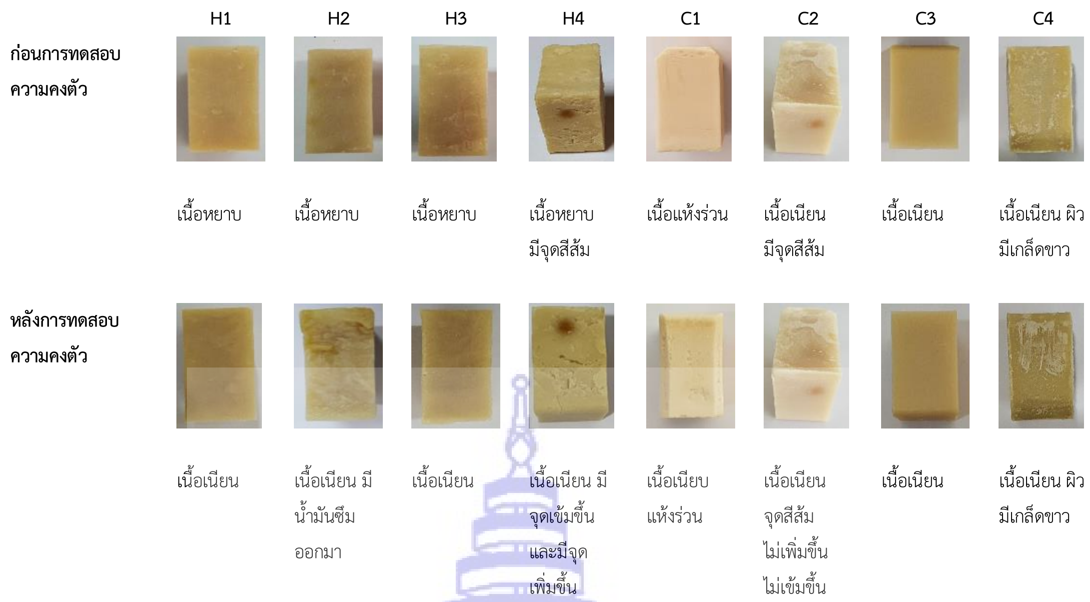
2. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของน้ำมันเมล็ดมะขามป้อม ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่า มีกรดเพนตาเดคาโนอิกร้อยละ 0.24 กรดเฮกซาเดคาโนอิกร้อยละ 0.24 กรดไลโนเลอิกร้อยละ 0.75 และกรดโอเลอิกร้อยละ 0.54

3. ผลการวิเคราะห์ Vitamin E โดยวิธี HPLC ไม่พบ Vitamin E ในน้ำมันเมล็ดมะขามป้อม

4. ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำมันเมล็ดมะขามป้อม ไม่พบ สารหนู (As) แคดเมี่ยม (Cd) ปรอท (Hg) แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) พบตะกั่ว (Pb) และเหล็ก (Fe) ปริมาณ 8.4 – 9.0 และ 17.6 - 22.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2559) มีความปลอดภัย

5. ผลการตั้งตำรับสบู่น้ำมันเมล็ดมะขามป้อม 4 ตำรับ ได้สบู่ที่มีลักษณะภายนอกและมีสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1) ลักษณะภายนอกของสบู่ ดังแสดงในภาพที่ 1



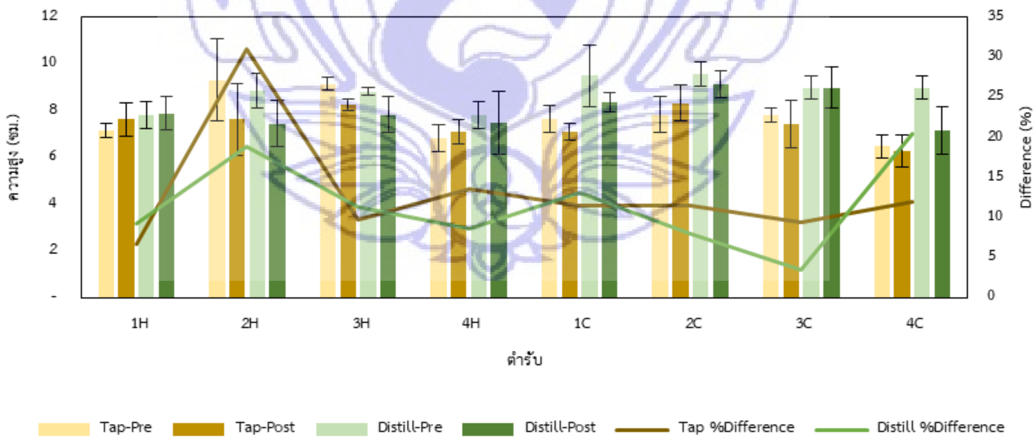
ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของสบู่ที่ทำด้วยวิธีกระบวนการความร้อนและกระบวนการความเย็น

2) ผลทดสอบสมบัติทางกายภาพ

ก. การทดสอบปริมาณฟอง

ก) การทดสอบปริมาณฟองในน้ำประปา ตำรับที่ 2H ให้ปริมาณฟองสูงที่สุด (9.33 $\pm$ 1.76) แต่ปริมาณฟองไม่คงตัว (ภาพที่ 2)

ข) การทดสอบปริมาณฟองในน้ำกลั่น ตำรับที่ 2C ให้ปริมาณฟองสูงที่สุด (9.60 $\pm$ 0.53) และปริมาณฟองคงตัว (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ปริมาณฟองในน้ำประปาและน้ำกลั่น

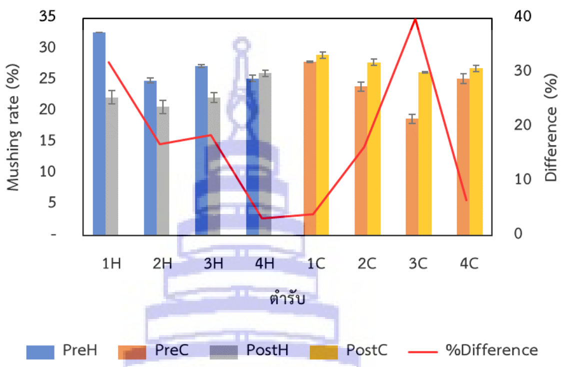
ข. ทดสอบร้อยละของน้ำหนักของสบู่ที่หายไปหลังแช่น้ำ ตำรับที่ 3C มีค่าน้อยที่สุด (18.85 ± 0.71) (ภาพที่ 3)

ค. ทดสอบอัตราการสึกกร่อนของสบู่ ตำรับที่ 1H มีค่าน้อยที่สุด (11.50 ± 0.57) (ภาพที่ 4)

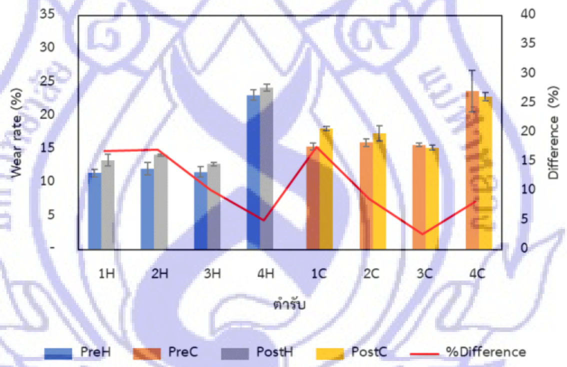
ง. ทดสอบรอยแยกของสบู่ ทุกตำรับไม่มีรอยแยก

จ. ทดสอบความเป็นกรดด่าง ตำรับที่ 2H มีค่าน้อยที่สุด (9.92 ± 0.05) (ภาพที่ 5)

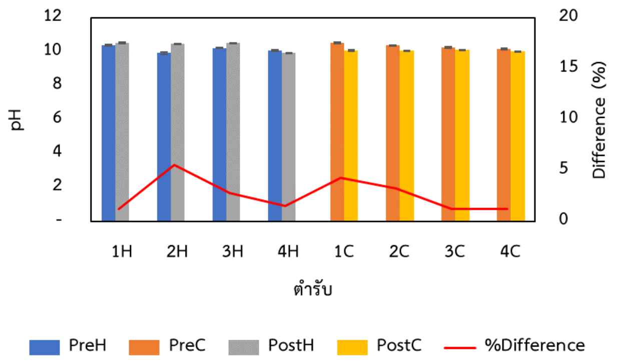
ฉ. การวัดสี ค่า L* a* b* ใกล้เคียงกัน ยกเว้น ตำรับที่ 1C ให้ค่า L* สูงสุด



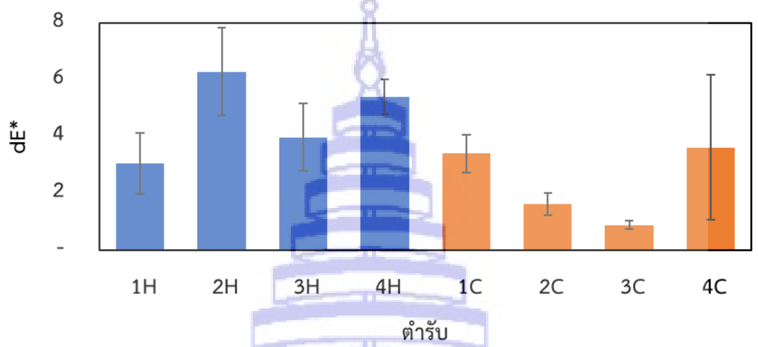
ภาพที่ 3 ร้อยละของน้ำหนักของสบู่ที่หายไปหลังแช่น้ำ



ภาพที่ 4 อัตราการสึกกร่อนของสบู่



ภาพที่ 5 ค่าความเป็นกรดด่าง



ภาพที่ 6 ค่าความแตกต่างของสี

6. ผลการทดสอบความคงตัว

1) การทดสอบปริมาณฟอง

ก. การทดสอบปริมาณฟองในน้ำประปา ตำรับที่ 1H มีค่าร้อยละความแตกต่างระหว่างค่าปริมาณฟองในน้ำประปาก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวน้อยที่สุด (6.67 ± 11.55) (ภาพที่ 2)

ข. การทดสอบปริมาณฟองในน้ำกลั่น ตำรับที่ 3C มีค่าร้อยละความแตกต่างระหว่างค่าปริมาณฟองในน้ำกลั่นก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวน้อยที่สุด (3.61 ± 3.13) (ภาพที่ 2)

2) ทดสอบร้อยละของน้ำหนักของสบู่ที่หายไปหลังแช่น้ำ ตำรับที่ 4H มีค่าร้อยละความแตกต่างของน้ำหนักของสบู่ที่หายไปหลังแช่น้ำก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวน้อยที่สุด (3.27 ± 1.00) (ภาพที่ 3)

3) ทดสอบอัตราการสึกกร่อนของสบู่ ตำรับที่ 3C มีค่าร้อยละความแตกต่างของอัตราการสึกกร่อนของสบู่ก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวน้อยที่สุด (2.71 ± 3.52) (ภาพที่ 4)

4) ทดสอบรอยแยกของสบู่ ทุกตำรับไม่มีรอยแยก

5) ทดสอบความเป็นกรดด่าง ทุกตำรับมีค่าความเป็นกรดด่างของสบู่ก้อนอยู่ในช่วง 10-11 (Johnson et al., 2015) ตำรับที่ 3C มีค่าร้อยละความแตกต่างของค่าความเป็นกรดด่างก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวน้อยที่สุด (1.22 $\pm$ 0.36) (ภาพที่ 5)

6) การวัดสี ตำรับที่ 3C มีค่าร้อยละความแตกต่างของสีก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวน้อยที่สุด (0.89 $\pm$ 0.14) (ภาพที่ 6)

จากผลการทดสอบทางกายภาพของสบู่ ตำรับที่ 3C เป็นตำรับที่ดีที่สุด ให้ผลการทดสอบของปริมาณฟองในน้ำกลั่น ค่าอัตราการสึกกร่อนของสบู่ ค่าความเป็นกรดด่างและค่าสี ก่อนและหลังการทดสอบความคงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่าร้อยละความแตกต่างก่อนและหลังการทดสอบความคงตัวน้อยที่สุด

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ (Discussion and Suggestion)

ผลการวิเคราะห์กรดไขมันของน้ำมันเมล็ดมะขามป้อม แตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดพืช ได้แก่ การปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการสกัด เป็นต้น ส่งผลต่อองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันและคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและความเสถียรทางออกซิเดชันของน้ำมันที่สกัดได้ อย่างมีนัยสำคัญ (Kaseke et al., 2020)

ลักษณะภายนอกของสบู่ที่เกิดจุดสีส้ม เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน การใช้น้ำมันเก่ามาทำสบู่ การใช้น้ำที่ไม่บริสุทธิ์ ความชื้นในก้อนสบู่จากการตากสบู่ไม่แห้ง ปริมาณกรดไลโนเลอิกของตำรับมากกว่าร้อยละ 7 - 14 และซุปเปอร์แฟทมากกว่าร้อยละ 6 (Soap & Cosmetic Guide, 2005; Rustic Wise, 2021) ซึ่งทั้ง 4 ตำรับ ตั้งซุปเปอร์แฟทร้อยละ 10

ตำรับที่ 1 ตำรับที่ 2 และตำรับที่ 3 ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าว เมล็ดในปาล์ม ซึ่งมีกรดไขมันที่มีความยาวโซ่ C12 (กรดลอริก) ถึง C14 (กรดไมริสติก) จะทำให้เกิดปริมาณฟองสูง ลักษณะฟองใหญ่ น้ำมันปาล์ม รำข้าวและเชียบัตเตอร์ มีกรดไขมันที่มีความยาวโซ่ที่ยาว C16 (กรดปาล์มิติก) ถึง C18 (กรดสเตียริก) ให้ลักษณะฟองละเอียดเป็นเนื้อครีม (Chupa et al., 2017; Hall, 2016) และตำรับที่ 4 น้ำมันเมล็ดมะขามป้อมที่วิเคราะห์สมบัติทางเคมีพบว่ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวทำให้ลักษณะฟองเป็นเนื้อครีม

ความแข็งของสบู่ขึ้นกับปริมาณกรดปาล์มิติกและกรดสเตียริก (Hall, 2016) และขึ้นกับความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณฟองและการละลายของสบู่ ถ้าการละลายสูงจะให้ปริมาณฟองสูง (Yarovoy & Post, 2016) นอกจากนี้ยังขึ้นกับกระบวนการตกผลึก (crystalline states of soap) ของโมเลกุลสบู่ ได้โครงสร้างจุลภาค (microstructure) ของสบู่แตกต่างกัน ส่งผลให้สมบัติทางกายภาพ

มีความแตกต่างกัน เช่น ความคงตัวของสบู่ น้ำหนักของสบู่ที่หายไปหลังแช่น้ำ การสึกกร่อนของสบู่ รอยแตก และปริมาณฟอง (Nadarajan & Ismail, 2011)

เนื่องจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดมะขามป้อมมีกรดไขมันในปริมาณน้อย ทำให้สมบัติทางกายภาพของสบู่ยังไม่คงตัว ควรเพิ่มน้ำมันชนิดอื่น เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันเมล็ดในปาล์ม เป็นต้น เพื่อให้สบู่แข็งและมีปริมาณฟองมากขึ้น

รายการอ้างอิง

โควิทดันตลาดสบู่คึกคักแนะใช้เอฟทีเอขยายส่งออก. (2563, 26 เมษายน). https://www.dailynews.co.th/economic/771132https://www. dailynews.co.th/economic/771132

ณพัฐอร บัวฉุน. (2559). การวิเคราะห์หนักในเครื่องสำอาง. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 3*, 1-9.

ผุสดี แสงศิริฉาย. (2557). *แผนการตลาดสบู่ก้อนธรรมชาติแฮนด์เมด "Bath Bistro".* https://www.car.chula.ac.th/display7.php?bib=b2122871

มยุรา ชินบุรารัตน์. (2560). *สบู่ก้อนทำมือ ทำสบู่ง่าย ๆ.* เปเปอร์ เพลส.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. (ม.ป.ป.). *สินค้าส่งออกสำคัญของไทยตามโครงสร้างสินค้าส่งออก.* http://tradereport. moc.go.th/TradeThai.aspxhttp: //tradereport.moc.go.th/TradeThai.aspx

Andersson, A. C., & Alander, J. (2015). Shea butter extract for bioactive skin care. *Cosmetics &Toiletries, 130*, 18-25.

Ge, S. S., Zhang, W. W., Li, K., Xu, J., Liu, L. X., Zheng, H., . . . Zhang, H. (2017). Antioxidant activity and mechanism *in vitro* of *Phyllanthus emblica* L. seed oil. *Food Science, 38*(15), 127–134.

Ghaim, J. B., & Volz, E. D. (2001). Skin cleansing bars. In O. A. Barel, M. Paye, & I. H. Maibach (Eds.), *Cosmetic Science and Technology* (pp. 485-497). Marcel Dekker.

Grosso, A. (2007). *The Everything Soapmaking Book* (2nd ed.). Adams Media.

Hall, N. (2016). 1 - Implications of soap structure for formulation and user properties. In L. Spitz (Ed.), *Soap Manufacturing Technology* (2nd ed., pp. 1-33). AOCS Press.

Japan Customs Analysis. (2003). *Guideline Quantitative Analysis of Vitamin E in Vegetable Oils*. https://www.customs.go.jp/ccl_search/e_analysis_search/a_107_e.pdf

Kaseke, T., Opara, U. L., & Fawole, O. A. (2020). Fatty acid composition, bioactive phytochemicals, antioxidant properties and oxidative stability of edible fruit seed oil : Effect of preharvest and processing factors. *Heliyon, 6*(9), 1-15. e04962. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04962.

Li, M., & Lee, T. C. (1996). Effect of cysteine on the functional properties and microstructure of wheat flour extrudates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44*(7), 1871-1880. https://doi.org/10.1021/jf9505741.

Lourith, N., Kanlayavattanakul, M., Mongkonpaibool, K., Butsaratrakool, T., & Chinmuang, T. (2016). Rambutan seed as a new promising unconventional source of specialty fat for cosmetics. *Industrial Crops and Products, 83*, 149-154. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.045.

McCusker, M. M., & Grant-kels, J. M. (2010). Healing fats of the skin: the structural and immunologic roles of the ω-6 and ω-3 fatty acids. *Clinics in dermatology, 28*(4), 440-451. https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2010.03.020.

Nadarajan, R., & Ismail, R. (2011). Performance and microstructural study on soap using different fatty acids and cations. *Journal of Surfactants Detergents, 14*(4), 463-471. https://doi.org/10.1007/s11743-011-1251-x.

Rustic Wise. (2021). *8 Causes of Orange Spots in Homemade Soap and What To Do About It*. https://rusticwise.com/orange-spots-in-homemade-soap/

Soap & Cosmetic Guide. (2005). *The Dreaded Orange Spots*. https://www.soapguild.org/how-to/make-soap/dreaded-orange-spot.php

Wen-Wen, Z., Shuang-Shuang, G., Kun, L., Kai, L., Juan, X., Jin, G., & Hong, Z. (2019). Enrichment of polyunsaturated fatty acids from *Phyllanthus emblica* L. Seed oil by Urea inclusion. *Current Topics in Nutraceutical Research, 17*(4), 406-414.

Yarovoy, Y., & Post, A. J. (2016). 11 - Soap Bar Performance Evaluation Methods. In L. Spitz (Ed.), *Soap Manufacturing Technology* (2nd Ed., pp. 247-266). AOCS Press.