การสกัดไขกระบกเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน

EXTRACTION OF *IRVINGIA MALAYANA* WAX FOR SOAP BAR APPLICATION

ธิติสุดา ตระกูลหูทิพย์

อีเมล์: Thitisuda.koong@gmail.com

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ดร. ภาณุพงษ์ ใจวุฒิ อาจารย์ที่ปรึกษา

อีเมล์: phanuphong@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสกัดไขจากเมล็ดกระบกเพื่อประยุกต์ในผลิตภัณฑ์สบู่ โดยเปรียบเทียบเมล็ดกระบกแบบมีเปลือกและไม่มีเปลือกหุ้มเมล็ด จากการสกัดโดยวิธีบีบอัดด้วยเครื่องบีบอัดแบบไฮโดรลิกที่อุณภูมิต่างๆ ระหว่าง 30-80 องศาเซลเซียส พบว่าอุณภูมิ 80 องศาเซลเซียสให้ผลผลิตไขกระบกสูงสุดที่ร้อยละ 66 มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 42-45 องศาเซลเซียสมีค่าความเป็นกรด (acid value) เท่ากับ 2.4-6.2 มีค่าไอโอดีนอยู่ในช่วง 36.10-38.80 และค่าสปอนนิฟิเคชั่น (saponification value) เท่ากับ 256-277 การวิเคราะห์กรดไขมันองค์ประกอบในไขกระบกด้วย GC-MS พบว่าไขกระบกมีส่วนประกอบกรดไขมันหลักคือกรดลอริกร้อยละ 42.43 และกรดไมริสติกร้อยละ 35.84 การพัฒนาสบู่จากไขกระบกพบว่าได้สบู่ที่มีลักษณะแข็งสีขาว มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 9 ไม่มีการเกิดเมือก และอัตราการสึกกร่อนของก้อนสบู่ ร้อยละ 21.5

คำสำคัญ: กระบก/กรดไขมันองค์ประกอบ/ ไข/ คุณสมบัติ/ สบู่

Abstract

The aim of this study was to extract wax from *Irvingia malayana* or Krabok seed for soap application. Whole seed and peeled seed of Krabok were compared in all experiments. The wax extraction was carried out by using hydraulic pressing at temperature between 30-80°C. The 80°C provided the highest yield of 66%. The Krabok wax exhibited melting point ranged 42-45°C, acid value of 2.4-6.2, iodine value of 36.10-38.80 and saponification value about 256-277. Analysis of fatty acid composition in Krabok wax by GC-MS revealed that the wax contained 42.13% lauric acid and 35.84% myristic acid as major composition. Development of soap bar from Krabok wax showed possible feasibility. The soap appeared as white solid bar possessing pH of 9. The soap showed deterioration of 21.5%.

Keyword: *Irvingia malayana*/ fatty acid composition/ wax/ property/ soap

บทนำ

กระบกเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่พบการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วทุกภาคของประเทศตามป่าดิบแล้ง ป่าชายหาด ป่าเบญจพรรณ ป่าหญ้า และป่าแดง ออกดอกตั้งแต่ เดือนมกราคมถึงมีนาคม ออกผลตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน จะผลัดใบหมดทั้งต้น และจะผลิใบใหม่อย่างรวดเร็ว เนื้อไม้แข็ง และหนัก เสี้ยนตรงไม่แตก ใช้ทำฟืนและ ถ่านซึ่งให้ความร้อนสูง ใช้ทำเครื่องมือกสิกรรม และสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ในร่ม เนื้อในเมล็ดมีสีขาว รับประทานได้ มีรสหวานมัน

อย่างไรก็ตามพบว่าในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการเตรียมไขจากกระบกเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในทางเครื่องสำอาง ซึ่งมีรายงานว่ากระบกประกอบด้วยกรดไขมันทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวอยู่หลายชนิดน่าจะเหมาะกับการประยุกต์ใช้ในทางเครื่องสำอาง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดไขจากเมล็ดกระบกโดยวิธีบีบเย็นแล้วนำไขกระบกมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบเพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการสนับสนุนการนำไขจากเมล็ดกระบกไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง นอกจากนี้ยังต้องการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆของไขกระบกที่เป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์เป็นองค์ประกอบของสบู่จากไขกระบก โดยผลสำเร็จจากงานวิจัยนี้จะช่วยเพิ่มมูลค่าแก่เมล็ดกระบกซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นของไทย ช่วยเพิ่มทางเลือกวัตถุดิบในเครื่องสำอางจากพืชของไทย

และช่วยอนุรักษณ์การใช้ประโยชน์พืชกระบกให้อยู่คู่สังคมไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสกัดไขจากเมล็ดกระบกด้วยวิธีบีบอัด
2. เพื่อหาปริมาณกรดไขมันองค์ประกอบของไขกระบก
3. เพื่อหาคุณสมบัติของไขกระบกที่สกัดได้
4. เพื่อตั้งตำรับสบู่จากไขกระบก

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สกัดไขมันกระบกโดยใช้วิธีการบีบอัด
3. วิเคราะห์ไขมันองค์ประกอบของไขกระบกด้วย GCMS
4. ตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆของไขกระบก เช่น การหาจุดหลอมเหลว, การวิเคราะห์ค่า Acid Value, การวิเคราะห์ค่า Iodine Value, การวิเคราะห์ค่า Saponification Value และการวิเคราะห์กรดไขมันองค์ประกอบ
5. พัฒนาสูตรสบู่จากไขกระบกที่สกัดได้
6. ตรวจสอบคุณสมบัติของสบู่เปรียบเทียบกับสบู่จากท้องตลาด

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บเมล็ดกระบกจากต้นกระบกอายุ 15-20 ปีใน อ.ลอง จ.แพร่ ช่วงระหว่างเดือนมีนาคม ปี 2559 นำเมล็ดกระบกล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง และผึ่งให้แห้ง แบ่งเมล็ดกระบกออกเป็นสองส่วน คือส่วนที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดและส่วนที่แกะเปลือกหุ้มเมล็ดออก บดตัวอย่างเมล็ดกระบกด้วยเครื่องปั่นเอนกประสงค์ (Blender) จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 30, 40, 50, 60, 70 และ80 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างเข้าเครื่องบีบอัดแบบ Hydraulic Pressure ชั่งน้ำหนักไขกระบกที่ได้ จากการบีบ จากนั้นหาคุณสมบัติต่างๆ ของไขกระบกที่ได้ดังนี้ หาจุดหลอมเหลวของตัวอย่างไขกระบก (Food safety and standards authority of India, 2012)

การวิเคราะห์ค่า Saponification Value ของตัวอย่างไขกระบกโดยชั่งไขกระบก 5 กรัม ใส่ใน ขวดก้นกลม ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Alcoholic KOH solution 50 มิลลิลิตร ลงในขวดตัวอย่าง

ทำการต่อ เข้ากับ Reflux condenser ทำการรีฟลักซ์จนกระทั่งไขมันเกิด saponification อย่างสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 30 นาที แล้วทำให้เย็น ไทเทรตกับสารละลาย HCl 0.5 N โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเตอร์ เมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู ทำการบันทึกปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ อ่อน (Food safety and standards authority of India, 2012)การวิเคราะห์กรดไขมันองค์ประกอบ ชั่งไขกระบก 3 กรัม ใส่ใน ขวดก้นกลม ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม H_2SO_4 ใน methanol (0.9 mol/L) 3 มิลลิลิตรและToluene 1 มิลลิลิตร ต่อ ขวด เข้ากับ Reflux condenser แล้วทำการ รีฟลักซ์ 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา ทำการระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนเป็นเวลา 20 นาที ปรับค่า pH เท่ากับ 2 ด้วย 0.1 M NaOH (Inthanakom and Chaiwut, 2013) แล้ววิเคราะห์กรดไขมันองค์ประกอบในไขกระบกด้วย GC-MS (Agilent)

ทำการพัฒนาสบู่จากไขกระบกโดยการกวนผสมไขกระบกกับโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่อัตราส่วนต่าง ๆ 12 สูตรและตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สบู่ตามมาตรฐาน มอก. 29-2545 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชม มผช .94/2546

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

เมล็ดกระบกที่ปั่นละเอียด และเข้าเครื่องบีบอัดแบบไฮโดรลิกเพื่อบีบน้ำมัน น้ำมันจากเมล็ดกระบกไม่มีเปลือกหุ้มเมล็ด มีลักษณะเหลว ใส และน้ำมันเมล็ดกระบกมีเปลือกหุ้มเมล็ดมีลักษณะเช่นเดียวกัน แต่สีเข้มกว่าเล็กน้อย เนื่องจากสีของเปลือกหุ้มเมล็ด น้ำมันจากตัวอย่างทั้งสองจะเป็นไขแข็งที่อุณหภูมิห้องภายในเวลา 5 นาที มีกลิ่นเฉพาะตัวของกระบกแต่กลับมาเป็นของเหลวอีกครั้งเมื่อได้รับความร้อน ปริมาณไขกระบกจะเพิ่มขึ้นเมื่อทำการเตรียมตัวอย่างที่อุณหภูมิสูงขึ้น โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสได้ไขกระบก 33.80% และ 41.10% จากเมล็ดกระบกไม่มีเปลือกหุ้มเมล็ดและเมล็ดกระบกมีเปลือกหุ้มเมล็ดตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลผลิตไขกระบกจากเมล็ดที่มีและไม่มีเปลือกหุ้มเมื่อทำการให้ความร้อนก่อนบีบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ไขกระบกที่สกัดได้จาก	ผลผลิต (% w/w)					
อุณหภูมิต่าง ๆ	30ºC	40ºC	50ºC	60ºC	70ºC	80ºC
เมล็ดไม่มีเปลือกหุ้ม	33.80	46.02	50.46	57.94	60.77	66.99
เมล็ดมีเปลือกหุ้ม	41.10	38.31	44.15	51.10	54.81	57.44

การให้ความร้อนกับเมล็ดกระบกที่ไม่มีเปลือกหุ้มเมล็ดและเมล็ดกระบกมีเปลือกหุ้มเมล็ดที่อุณหภูมิ 30-80 องศาเซลเซียสทำให้ได้ไขกระบกที่มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 42.2-44.1 องศาเซลเซียส สำหรับไขกระบกจากเมล็ดที่ไม่มีเปลือก และที่อุณหภูมิ 42.5-43.5 องศาเซลเซียส สำหรับไขกระบกจากเมล็ดที่มีเปลือกหุ้ม ซึ่งใกล้เคียงกับจุดหลอมเหลวของน้ำมันปาล์มที่มีช่วง 27-50 องศาเซลเซียส (นิธิยา, 2529)

ตารางที่ 2 จุดหลอมเหลวของไขกระบก

ไขกระบกที่สกัดได้จาก	อุณหภูมิที่ไขกระบกหลอมเหลว (ºC)					
อุณหภูมิต่าง ๆ	30ºC	40ºC	50ºC	60ºC	70ºC	80ºC
เมล็ดไม่มีเปลือกหุ้ม	42.2	43.1	42.1	44.1	43.3	43.3
เมล็ดมีเปลือกหุ้ม	43.1	43.2	42.5	43.5	43.5	43.4

ค่าสปอนนิฟิเคชันบ่งบอกถึงความสามารถของไขมันในการทำปฏิกิริยากับด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในการทำให้เกิดเกลือของกรดไขมันหรือที่เรียกว่าสบู่ นอกจากนั้นตัวเลขของค่าสปอนนิฟิเคชันยังบ่งบอกถึงชนิดของกรดไขมันองค์ประกอบที่อยู่ในไขมัน กล่าวคือหากมีค่าสปอนนิฟิเคชันสูงไขมันจะมีกรดไขมันสายสั้นเช่นกรดลอริกหรือกรดไมริสติกเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก ในขณะเดียวกันหากไขมันมีค่าสปอนนิฟิเคชัน ไขมันนั้นจะมีปริมาณ

กรดไขมันสายยาวในปริมาณสูง เมื่อพิจารณาค่าสปอนนิฟิเคชันของไขกระบกพบว่ามีค่าค่อนข้างสูง การให้ความร้อนกับเมล็ดกระบกไม่มีเปลือกหุ้มเมล็ดและมีเปลือกหุ้มเมล็ดที่อุณหภูมิต่างๆ มีค่าสปอนนิฟิเคชันในช่วง 257.63-260.02และ 256.93-277.83 ตามลำดับ โดยพบว่าค่าสปอนนิฟิเคชันของไขกระบกมีค่าใกล้เคียงกับของน้ำมันมะพร้าวซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 248-285 (ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, 2010)

ตารางที่ 5 ค่า Saponification Value ของไขกระบก (mg)

ไขกระบกที่สกัดได้จาก	Saponification Value					
อุณหภูมิต่าง ๆ	30ºC	40ºC	50ºC	60ºC	70ºC	80ºC
เมล็ดไม่มีเปลือกหุ้ม	260.02	257.77	257.77	257.63	258.42	257.63
เมล็ดมีเปลือกหุ้ม	256.93	277.83	257.35	271.80	277.27	270.54

ผลการวิเคราะห์กรดไขมันองค์ประกอบของไขกระบกจากเมล็ดไม่มีเปลือกและไขกระบกจากเมล็ดมีเปลือกหุ้มเมล็ดพบว่า ชนิดของกรดไขมันที่พบมากที่สุดของไขกระบกทั้งสองแบบคือกรดลอริกโดยพบเฉลี่ยร้อยละ40.98-46.34 และ 41.01-44.32 ตามลำดับ รองลงมาคือกรดไมริสติกซึ่งพบโดยเฉลี่ยร้อยละ 34.36-36.39 และ 35.95-37.42 เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณกรดลอริกและไมริสติกที่พบในไขกระบกมีปริมาณต่างกันไม่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกรดเหล่านี้ในน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันจากเนื้อเมล็ดปาล์ม โดยน้ำมันมะพร้าวมีปริมาณกรดลอริกและไมริสติก ร้อยละ 47 และ 18 ตามลำดับ ในขณะที่พบในน้ำมันจากเมล็ดปาล์มร้อยละ 48 และ ร้อยละ16 ตามลำดับ (ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, 2010)

การพัฒนาตำรับสบู่จากไขกระบกโดยใช้ค่าสปอนนิฟิเคชันเป็นเกณฑ์ในการคำนวณปริมาณของเบสที่ใช้ทำปฏิกิริยา ซึ่งพบว่าไขกระบกที่ได้จากเมล็ดที่ไม่มีเปลือกหุ้มและมีเปลือกหุ้มมีค่าสปอนนิฟิเคชันเฉลี่ย 258.21-268.62 ตามลำดับ ในการพัฒนาตำรับสบู่ทั้ง 12 สูตรใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ90ของปริมาณที่ต้องใช้โดยประมาณนั่นคือทำให้เหลือปริมาณไขกระบกในสูตรประมาณร้อยละ 10 เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวของผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นสูตรตำหรับทำการพัฒนาจากส่วนผสมของไขกระบกและด่างเท่านั้นปราศจากการเติมสารสังเคราะห์ใดๆ เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาสูตรสบู่ธรรมชาติ

ในการพัฒนาสูตรสบู่มีปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ปริมาณของไขกระบกในสูตร และปริมาณรวมทั้งสัดส่วนของโซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ผลการทดลอง พบว่าการใช้กระบกร้อยละ 40 ได้สบู่ที่ไม่แข็งและการให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในสูตรที่ 1 และ 2 ไม่เกิดสบู่ อธิบายได้ว่ามีปริมาณน้ำในสูตรมากเกินไป เมื่อทำการเพิ่มปริมาณไขกระบกเป็นร้อยละ 70 (สูตรที่ 5-12) โดยการศึกษาอัตราส่วนระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์พบว่าการใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณที่มากกว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้สบู่ที่ค่อนข้างเหลว ไม่เกิดเป็นก้อน ดังที่พบในสูตรที่ 7-10 ในขณะที่การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เพียงอย่างเดียว (สูตรที่ 11 และ 12) ให้สบู่ที่มีลักษณะเป็นก้อนแข็งเหมาะสำหรับการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 8 การพัฒนาสูตรสบู่และลักษณะของสบู่ที่ได้

ตำรับสบู่	ไขกระบก (ไม่มีเปลือกหุ้มเมล็ด)	ไขกระบก (มีเปลือกหุ้มเมล็ด)	NaOH	KOH	ลักษณะก้อนสบู่
สูตรที่ 1	20	-	3.12	-	ไม่แข็ง (แยกชั้น)
สูตรที่ 2	-	20	3.12	-	ไม่แข็ง(แยกชั้น)
สูตรที่ 3	20	-	-	3.12	ไม่แข็ง
สูตรที่ 4	-	20	-	3.12	ไม่แข็ง
สูตรที่ 5	35	-	5.45	-	แข็งมาก
สูตรที่ 6	-	35	5.45	-	แข็งมาก
สูตรที่ 7	35	-	2.29	3.21	แข็งน้อย
สูตรที่ 8	-	35	2.29	3.21	แข็งน้อย
สูตรที่ 9	35	-	1.14	4.81	แข็งน้อย
สูตรที่ 10	-	35	1.14	4.81	แข็งน้อย
สูตรที่ 11	35	-	3.43	1.60	แข็งปานกลาง
สูตรที่12	-	35	3.43	1.60	แข็งปานกลาง

ทำการเลือกสบู่สูตรที่ 5,6 และ11,12 มาทำการตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สบู่ โดยเปรียบเทียบกับสบู่จากน้ำมันมะพร้าวและสบู่จากเมล็ดปาล์มที่พัฒนาขึ้นและสบู่จากท้องตลาด 2 แบรนด์ พบว่าสบู่ที่พัฒนาขึ้นมีความแข็งใกล้เคียงกับสบู่ที่ใช้เปรียบเทียบ และมีค่าความเป็นกรด-เบสเท่ากับ 9 เท่ากัน สบู่ไขกระบกมีปริมาณฟองใกล้เคียงกับสบู่จากท้องตลาด และมีมากกว่าสบู่จากน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์ม นอกจากนั้นยังพบว่าสบู่ไขกระบกไม่เกิดเมือกในขณะที่สบู่ที่ใช้ในการเปรียบเทียบมีความเป็นเมือก และพบว่าสบู่ไขกระบกที่พัฒนาได้มีอัตราการสึกกร่อนน้อยกว่าสบู่จากท้องตลาด

ตารางที่ 9 ตารางแสดงผลการตรวจสอบคุณสมบัติของสบู่

ตัวอย่างสบู่	ความแข็ง	pH	ปริมาตรของฟอง		ความเป็น*	อัตราการสึกกร่อน (%)
			0 นาที	1 นาที	เมือก	
สูตรที่ 5	มาก	9	82	82	-	5
สูตรที่ 6	มาก	9	82	82	-	5
สูตรที่ 11	ปานกลาง	9	85	80	-	6
สูตรที่ 12	ปานกลาง	9	85	80	-	6
สบู่น้ำมันมะพร้าว	มาก	9	34	31	+	4
สบู่เมล็ดปาล์ม	ปานกลาง	9	34	20	+	6
อิงอร สบู่สมุนไพรมะขามแท้	ปานกลาง	9	85	80	+	14
CUSSON IMPERIAL LEATHER	ปานกลาง	9	83	81	+	9

สรุป ไขกระบกที่เตรียมได้จากงานวิจัยนี้มีคุณสมบัติที่น่าสนใจหลายประการ เหมาะสำหรับการประยุกต์ในเครื่องสำอาง นอกจากนั้นยังมีสัดส่วนปริมาณของกรดลอริกและไมริสติกที่ต่างไปจากน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันเมล็ดปาล์ม จึงทำให้สบู่ไขกระบกที่พัฒนาได้มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่าและคงความชุ่มชื้นให้ผิวหนังมากกว่าสบุ่จากน้ำมันมะพร้าวหรือน้ำมันเมล็ดปาล์ม

รายการอ้างอิง

Food safety and standards authority of India. (2012) Manual of methods of analysis of foods, oil and fat. Ministy of health and family welfare government of India, New Delhi. สืบค้นเมื่อ14 กรกฎาคม 2559 จาก: http://www.fssai.gov.in/Portals/0/Pdf/15Manuals/OILS%20AND%20FATS.pdf

เพ็ญศิริ จำรัสฉาย, วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, สุจิตรา พรหมเชื้อ วัชรี ศรีรักษา (ม.ป.ป). การศึกษาเทคนิคศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ม.ป.ป. การวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันพืชและไบโอดีเซล. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 [สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2559 จาก: http://www.doa.go.th/palm/pdf/performance1/research/fatty.pdf].

Inthanakom, N. and Chaiwut, P. 2013). Extraction of perilla seed oil by enzyme-ssisted method. Special Project Report, School of Cosmetic Science, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand.

นิธิยา รัตนปนนท์. (2529). วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศิริพร ศรีภูธร. (2558). ตอนที่ 5 คุณภาพ ปฏิกิริยาเคมี ของสบู่แฮนด์เมด. [สืบค้นเมื่อ14 กรกฎาคม 2559 จาก: http://www.khundee.com/portfolio/ตอนที่ 5-คุณภาพ-ปฏิกิริยา].

ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร (2010). Saponification number / ค่าซาพอนนิฟิเคชัน. [สืบค้นเมื่อ14 กรกฎาคม 2559 จาก www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1614/saponification-number-ค่าซาพอนนิฟิเคชัน].